TECHNICKÉ ŘEŠENÍ ENERGETICKY ÚSPORNÝCH DŘEVOSTAVEB

Ing. Ladislav Bukovský a kol.

Ladislav Bukovský
Pavel Kubů
a kol.

Technické řešení energeticky úsporných dřevostaveb

Publikace byla vydána za podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie na rok 2002 a za podpory České dřevařské společnosti

Ladislav Bukovský

Praha 2002

© Ladislav Bukovský kap. 1, 2, 11
Petr Hamann kap. 6
Vladimír Jelínek kap. 10
Pavel Kubů 4, 5, 12, 13, 14, 15,
Zuzana Mathauserová kap. 9
Bohumil Svoboda kap. 7
Eduard Vašátko kap. 8
Josef Smola kap. 3

Illustrations © archiv autorů a citovaná literatura

© Ladislav Bukovský

Úvod

Cílem publikace je poskytnout komplexní informace o stavbách s nosnou konstrukcí ze dřeva, které se obecně nazývají dřevostavby.

Termín dřevostavba je pojem, který se používá v různých významech a který nemá bohužel jasně vymezený obsah. Pro účely následujícího textu budiž dřevostavba stavební dílo, nebo jeho část jehož nosnou konstrukci tvoří především dřevěné prvky, případně v kombinaci s prvky na bázi dřeva. Nosná konstrukce je pak doplněna dalšími materiály a díly podle konkrétních požadavků a podmínek.

Stavby ze dřeva se používají v našich zemích od pradávna, dřevo tvořilo základní stavební materiál prvních lidských příbytků. Zachovalo se nám do současnosti značné množství staveb ze dřeva.

Při výstavbě domů v dřívější době se vždy stavitelé řídili jistými zásadami či předpisy, které jsou pro budovy stavěné v daném období charakteristické, a na které se během doby pozapomnělo.

Požadavky na tepelnou ochranu, resp. úspory tepla, prošly jistým vývojem, postupně se ve dvacátém století začaly vyrábět tepelně izolační materiály a užívat tepelně izolační konstrukce.

V současné době jsou při výstavbě nových domů, tak i při jejich opravách a úpravách stanoveny jednoznačné požadavky, oproti minulosti je jedním z hlavních cílů dosažení úspor energie a ochrany tepla.

Publikace popisuje vývoj dřevěných konstrukcí v Čechách a na Moravě, vývoj právních požadavků na stavby, které konstrukce přímo ovlivňují, architektonické řešení a jeho možnosti a jisté omezení vyplývající z vlastností dřeva, konstrukční zásady a specifika dřevostaveb, požadavky na tepelně technické vlastnosti, požadavky na požární bezpečnost, mikroklima, systémy vytápění s cílem dosažení maximálních úspor energie a využití obnovitelných zdrojů, požadavky na zajištění trvanlivosti dřevostaveb, popisuje technologii výstavby, poučení z opakujících se vad a poruch dřevostaveb a podmínky rekonstrukcí.

Aktuálně je do publikace zařazena kapitola vysušování staveb po povodních.

Publikace se podrobně věnuje vadám staveb způsobeným tepelnou nedostatečností, resp. poruchám, které vznikají na základ nevhodných stavebních úprav, zejména problematice vlhkosti ve stavbě a rozvoji biotických škůdců, které ohrožují a snižují trvanlivost dřevěných nosných konstrukcí i bezpečnost uživatelů budov.

Při návrhu stavby a jakýchkoliv stavebních úpravách je nutno pohlížet na budovu komplexně s tím, že nelze vyloučit při jakékoliv dílčí změně následné problémy či poruchy vyplývající jak z konstrukčního uspořádání a použitých materiálů, tak i ze způsobu užívání.

Poděkování patří České energetické agentuře, která toto elektronickou publikaci podpořila ze Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie na rok 2002 a České dřevařské společnosti za finanční i odbornou pomoc

Autoři upřímně děkují Ing. Jaroslavu Šafránkovi, CSc za pročtení rukopisu a četné připomínky a náměty.

Obsah

1 Vývoj dřevěných staveb v ČR 10
1.1 Doba předslovanská 10
1.2 Doba slovanská 11
1.3 Novověk 22
1.4 Dvacáté století 24
1.5 Vybrané pojmy - dřevěné stavby 26
2 Vývoj právních požadavků na stavby 46
2.1 1. Úvod 46
2.2 2 Stavební předpisy do roku 1960 46
2.2.1 V Čechách byly vydány 46
2.2.2 Na Moravě byly vydány 46
2.2.3 Ve Slezsku 46
2.3 Stavební předpisy po roce 1976 48
2.4 Harmonizace s evropskými předpisy v oblasti stavebnictví 53
2.4.1 Další evropské předpisy 54
2.4.2 Směrnice Rady 89/106/EHS o stavebních výrobcích a její prováděcí předpisy 55
2.4.2.1.1 Dokumenty Evropské komise a Stálého výboru pro stavebnictví ke směrnici 55
2.5 vývoj požadavků na tepelnou ochranu budov 60
3 Architektonická koncepce dřevostaveb 64
3.1 Úvodem 64
3.2 Systémové problémy 65
3.3 Nároky na projektovou dokumentaci 66
3.4 Projekt pro stavební řízení 66
3.5 Specifika projektování dřevostaveb 67
3.6 Nejčastější prohřešky při návrhu a projektování dřevostaveb 69
3.7 Úloha škol a odborných časopisů 71
4 Nosné konstrukce dřevostaveb 73
4.1 Konstrukční systémy budov na bázi dřeva 73
4.1.1 Srubové a trámové stavby 74
4.1.2 Příhradové, hrázděné stavby 75
4.1.3 Sloupkové, žebrové konstrukční systémy 76
4.1.4 Stavby ze skeletových konstrukčních systémů 78
4.1.5 Panelové konstrukční systémy 79
4.1.6 Konstrukční systémy z prostorových buněk 81
5 Konstrukce plášťů dřevostaveb 84
5.1 Obvodové stěny 84
5.1.1 Srubové stavby 84

5.1.2 Stavby ze sloupkových konstrukcí ... 84
5.1.3 Stavby z celostěnových panelů ... 87
5.1.4 Střešní plášť ... 88
5.1.4.1.1 SEN ≤ 100 % ... 91
6 Tepelně technické požadavky na konstrukce ... 95
6.1 Energetické hodnocení budov a související normy v ČR ... 95
6.2 Obecně o dřevu a lehkých konstrukcích plášťů a dělících stěn ... 96
6.3 Problémy v řešení lehkých konstrukcí plášťů a dělících stěn ... 97
6.4 Příklady řešení lehkých konstrukcí plášťů a dělících stěn ... 98
6.4.1 Příklad 1 – nevětraná obvodová stěna bez parozábrany ... 99
6.4.2 Příklad 2 – nevětraná obvodová stěna s parozábranou ... 108
6.4.3 Příklad 3 – větraná obvodová stěna bez parozábrany ... 115
6.4.4 Příklad 4 – větraná obvodová stěna s parozábranou ... 122
6.4.5 Příklad 5 – nevětraný krov se zateplením mezi krokvemi ... 129
6.4.6 Příklad 6 – nevětraný krov se zateplením mezi a před krokvemi ... 135
6.4.7 Příklad 7 – větraný krov se zateplením mezi krokvemi ... 140
6.4.8 Příklad 8 – větraný krov se zateplením mezi a před krokvemi ... 145
7 Hluk ve stavbách ... 150
7.1 Fyziologická akustika ... 150
7.2 Zdroje zvuku a akustické pole ... 152
7.3 Kritéria pro hodnocení hluku ... 154
7.3.1 Hluk ve venkovním prostoru ... 154
7.3.1.1 Ustálený a proměnn/ hluk ... 154
7.3.1.2 Hluk z leteckého provozu ... 155
7.3.1.3 Impulsní hluk ... 156
7.3.1.4 Vysoce impulsní hluk ... 156
7.3.1.5 Přepočtená expozice hluku od trhacích prací pro denní dobu ... 157
7.3.2 Tlakovzdušné účinky ... 158
7.3.3 Hluk ve stavbách pro bydlení ... 159
7.4 Měření hluku ... 161
7.5 Nejistota měření ... 162
7.6 6. Akustické vlastnosti stavebních materiálů protihlukových clon ... 162
7.7 Závěr ... 163
8 Požární problematika dřevěných konstrukcí ... 165
8.1 Základní pojmy ... 165
8.1.1 Hořlavost ... 165
8.1.2 Požární odolnost (fire resistance) ... 167
8.2 Materiály a postupy ... 168
8.2.1 Snížení hořlavosti ... 168

8.2.1.1 Protipožární nátěry 168
8.2.1.2 Impregnace 170
8.2.1.3 Nástřiky,omítky, mazaniny 170
8.2.1.4 Obklady 171
8.2.2 Požární odolnost. 171
2.2.1. Protipožární nátěry 172
8.2.3 Impregnace dřeva 174
8.2.4 Nástřiky, omítky 174
8.2.5 Obklady 174
8.2.6 Lepené obklady dřeva: 175
8.3 Ekonomické hodnocení – závěr 175
9 Mikroklima a zdravé životní prostředí 178
9.1 Fyzikální faktory vnitřního prostředí 178
9.2 Chemické faktory vnitřního prostředí 181
9.3 Biologické faktory vnitřního prostředí 183
9.4 Větrání 184
9.5 Podtlakové individuální větrací systémy 185
9.6 Podtlakové centrální větrací systémy 185
9.7 Rovnotlaké individuální větrací systémy 185
9.8 Rovnotlaké centrální větrací systémy 186
10 Vytápění 187
10.1 Úvod 187
10.2 Sdílení tepla 187
10.2.1 Sdílení tepla konvekcí (obr. 10-1A) 188
10.2.2 Sdílení tepla sáláním (radiací) (obr. 10-1B) 188
10.2.3 Sdílení tepla vedením (obr. 10-1C) 189
10.2.4 Tepelná akumulace konstrukce 190
10.2.5 Prostup tepla (obr. 10-1D) 191
10.3 Vytápění z hlediska tepelné pohody 191
10.4 Výpočet měrné tepelné ztráty prostupem tepla stěnou 194
10.5 Vliv povrchové teplotykonstrukcí místností na vytápění 197
10.6 Vliv stavební konstrukce na režim vytápění (obr. 10-5) 201
10.7 Volba teplosměnné plochy a teplovzdušných výústek 202
10.8 Druhy teplosměnných ploch 203
10.8.1 Otopná tělesa (obr. 10-6A) 203
10.8.2 Stěnové vytápění (obr. 10-6B) 204
10.8.3 Konvektory (obr. 10-6C, D) 206
10.8.4 Sálavé stropní plochy (obr. 10-6E) 207
10.8.5 Podlahové vytápění a chlazení (obr. 10-6F) 209

10.8.6 Lokální zdroje tepla (obr. 10-6G a H) ... 210
10.8.6.1 Přímotopná topidla (obr.10-6G1) ... 210
10.8.6.2 Topidla akumulační (obr. 10-6G2) ... 210
10.8.6.3 Krby a krbová kamna (obr. 10-6H) ... 211
10.8.6.3.1 Stěnový krb (obr. 10-6H1) ... 211
10.8.6.3.2 Krby v prostoru místnosti (obr. 10-6H2) ... 212
10.8.6.4 Krbová kamna (obr. 10-6H3) ... 212
10.9 Velkoplošné teplovzdušné plochy ... 212
10.10 Závěr ... 213
11 Zajištění dlouhodobé trvanlivosti dřevěných konstrukcí ... 214
11.1 Stavba dřeva ... 214
11.2 Základní charakteristiky dřeva (vybrané) ... 215
11.2.1 Vlhkost ... 215
11.3 Trvanlivost dřeva, životnost dřevěných konstrukcí ... 216
11.4 Chemické složení dřeva ... 217
11.5 Vady dřeva ... 217
11.5.1 Vady dřeva způsobené změnami vlhkosti ... 218
11.5.1.1 Borcení dřeva - tvarové změny. ... 218
11.5.1.2 Ustrnutí dřeva. ... 218
11.5.1.3 Zkornatění dřeva. ... 219
11.6 Degradace dřeva a její formy ... 219
11.6.1 Abiotické poškození dřeva ... 220
11.6.1.1 Atmosférická koroze dřeva ... 220
11.6.1.2 Termický rozklad dřeva ... 220
11.6.1.3 Chemická koroze dřeva ... 221
11.7 Biokoroze dřevěných konstrukcí ... 221
11.7.1.1 Dřevokazné houby ... 222
11.7.1.2 Bakterie, houby dřevozbarvující a mikroskopické (plísně) ... 224
11.7.1.3 Dřevokazný hmyz ... 224
11.7.1.3.1 Základní charakteristiky nejběžnějšího dřevokazného hmyzu ... 224
11.7.1.3.2 Životní podmínky dřevokazného hmyzu ... 225
11.7.1.3.3 Přehled hmyzu ... 225
11.7.2 Porovnání poškození dřeva houbami a hmyzem ... 226
11.8 Ochrana dřeva ... 226
11.8.1 Zásady fyzikální a konstrukční ochrany dřeva ... 226
11.8.1.1 Principy fyzikální a konstrukční ochrany dřeva ... 226
11.9 Chemická ochrana dřeva ... 228
11.10 Označování chemických prostředků na ochranu dřeva ... 229
11.11 Technologie chemické ochrany dřeva ... 229

11.11.1 Úprava dřeva před ochranou ... 229
11.11.2 Technologie impregnace ... 230
11.12 Navrhování ochrany dřeva a průzkumy konstrukcí ... 231
11.12.1 Průzkumy dřevěných konstrukcí ... 231
11.12.1.1 Vývěr míst sond k zakrytým konstrukcím ... 232
11.12.2 Metody hodnocení dřeva poškozeného biokorozí ... 232
11.12.3 Hodnocení dřeva poškozeného biotickými škůdci ... 233
11.12.4 Projekt ochrany dřeva ... 233
11.12.5 Riziko znehodnocení dřeva škůdci ... 234
11.12.6 Návrh chemické ochrany dřeva ... 235
12 Technologie výstavby dřevostaveb ... 245
12.1 Spodní stavba ... 245
12.2 Sloupkové konstrukce – (nekompletizované malé a střední panely) ... 246
12.2.1 Vnější a vnitřní stěny 1. NP ... 246
12.2.2 Stropní konstrukce ... 247
12.2.3 Střešní plášť ... 248
12.2.4 Kompletace ... 248
12.3 Stavby z celostěnových panelů ... 250
13 Poučení z vad a poruch dřevostaveb ... 252
13.1 Trvanlivost staveb ... 252
13.2 Příčiny vad dřevostaveb ... 252
13.3 Požadavky na konstrukce dřevostaveb ... 253
13.4 Namáhání dřevných konstrukcí vlhkostí a vodou ... 255
13.5 Tepelné a akustické izolace ... 258
13.6 Konstrukční detaily a materiály ... 262
13.7 Výrobky pro konstrukce dřevostaveb ... 266
13.8 Rizikové detaily konstrukcí pláště ... 268
13.8.1 Detail napojení podlahové konstrukce na terénu a obvodové stěny. ... 268
13.8.2 Detail napojení stropní konstrukce mezi 1. a 2. NP a obvodové stěny. ... 269
13.8.3 Detail napojení štítové stěny na střešní konstrukci. ... 270
13.8.4 Detail napojení obvodové stěny na spodní stavbu. ... 270
13.8.5 Detail napojení obvodové stěny 1. NP se stropní konstrukcí a obálkovými konstrukcemi zatepleného podkroví ... 271
13.8.6 Detail osazení střešního okna do střešního pláště. ... 272
13.8.7 Detail návaznosti vodorovné konstrukce pod zapuštěnou lodžií v zářezu střechy na obvodové stěny v 1. a 2. NP. ... 273
13.8.8 Detail napojení štítových stěn v 1. a 2. NP a stropu pod zapuštěnou lodžií. ... 273
13.8.9 Detail napojení štítové stěny na konstrukci stropu nad obytným podkrovím. ... 274
13.8.10 Detail stropní konstrukce nad zapuštěným vstupem, závětřím. ... 274

13.9 Poučení z vad a poruch dřevostaveb 275
14 Vysušování a opravy dřevostaveb po povodních 278
14.1 Kde začít? 279
14.2 Nábytek 279
14.3 Podlaha 280
14.4 Dveře 281
14.5 Okna 282
14.6 Stropní konstrukce 283
14.7 Krov 284
14.7.1 Podkroví bylo úplně nebo zčásti zaplaveno 284
14.7.2 Podkroví nebylo v žádném případě ani částečně zaplaveno. 285
14.8 Střešní plášť 286
14.9 Obvodové a vnitřní stěny objektu montovaného z konstrukcí na bázi dřeva 286
14.10 Závěr 288
15 Konstrukční detaily 294
15.1 Svislý plášť 294
15.2 Střecha 305
15.3 Dveře v plášti 310
15.4 Příčky 311
Přílohy
Právní předpisy - vybrané předpis, aktualizovaná znění
Výrobky a služby pro stavebníky dřevostaveb





1 Vývoj dřevěných staveb v ČR

1.1 Doba předslovanská

V Čechách a na Moravě bylo dřevo odpradávna nejpoužívanějším materiálem. Za první dochovanou dřevěnou stavbu u nás lze pokládat zbytky dřevěného přístřešku ze staršího paleolitu (tj. 900 000-700 000 př. n. l.) z Přezletic u Prahy.

V neolitu se k stavbám užívalo už dvou základních stavebních hmot a konstruktivních technik: na severu, od Belgie až do Čech a na Moravu a dále v Podunají dřeva, které se vztyčovalo na způsob kůlů zaražených do země, na západě a jihu kamene: v Bretani, v Anglii a Irsku, tedy opět na severu se i kámen, lámaný na způsob kůlů, vztyčoval, tak jako rostlé dřevo, kdežto na jihu Evropy se vrstvil do blokových zdí. Z této techniky tam vznikaly nejstarší „klenby" z přesahujících se kamenných vrstev. Je patrné, že proti jižnímu, v základě pasivnímu kladení z anorganického kamene naplocho na povrch země byla v Evropě druhá stejně mohutná kulturní oblast, jež dřevo (nebo i kámen) aktivně vztyčovala na způsob organického růstu. Rozdíl kultury středomořské a severní, který nás bude provázet všemi dalšími věky, se tedy projevoval už v neolitickém způsobu stavby; tam bylo už skryto prajádro gotiky i hrázděného domu. V rámci stavby dřevěné vládla ovšem kolová technika na severu jako jediný způsob užití dřeva. Avšak výkopy se přišlo na náznaky toho, že už v neolitu bylo v oblasti alpských hornošvábských předhůří známo roubení; v týchž místech byl pak srub z oblých kmenů a se zhlavími najisto prokázán pro pozdní dobu bronzovou. To by znamenalo, že západní hranice srubu, běžící dnes od Augšpurku na západ středem územního klínu mezi Dunajem a Lechem, se začala v této jižní zaalpské větvi rýsovat už kolem roku 1000 př. n. l. Později, v 9. století, se objevuje také druhý základní způsob členění domu, vyplývající ze způsobu jeho konstrukce. V roubených stavbách kolem roku 900 se dům zvětšuje přičítáním dalších srubových jednotek. Naproti tomu u kolové stavby se už od neolitu setkáváme s vnitřním dělením prostoru původně jednotného. V neolitu se také objevují sídliště „dlouhých domů", které lze nalézt téměř po celé Evropě. Domy byly orientovány severojižním směrem, přičemž vchody byly pravděpodobně na jižní straně. Významnější osady mohly být obehnány dřevěnou palisádou. Především kvůli větru nabyly domy později lichoběžníkovitého půdorysu. Postupně v neolitu vymizely „dlouhé domy" s podlahou v úrovni terénu nebo mírně zahloubenou.

V eneolitu (4.-3.tis. př.n.l.) bydleli příslušníci rodu v malých domech svědčících o tom, že žili spíše v párových rodinách.

V době bronzové (3 500-750) nedošlo ve vývoji staveb k žádným velkým změnám. V době železné (750-0) se malé domy sjednocují v sítě opevněných hradišť.

Laténská hradiska (doba laténská 350-0) nemáme u nás tak podrobně prozkoumána, abychom znali stavební techniky jejich chýší. Výjimkou je Staré Hradisko na Drahanské vysočině. V letech 1934 – 36 tam bylo nalezeno několik chat, stavěných běžným kolovým způsobem; zdi, které vytvářely mezi obvodními koly prostory jako zdi hliněné o síle asi 50 cm byly rekonstruovány. Je-li tato rekonstrukce správná, pak by se tam poprvé v dějinách prehistorické stavby projevila také třetí stavební technika, kterou u nás známe z lidové architektury, hliněná zeď, jež dodnes na Hané charakterizuje staré stavby lidových domů. Neznamená to sice ještě, že by univerzální kolový způsob, kterým se stavěla střecha, byl opuštěn, avšak alespoň v obvodních zdech se na Starém Hradisku objevuje místní stavivo, typické pro podunajskou oblast.

Keltové, vyskytující se na našem území přibližně mezi lety 400-0, tvořili vesnice, dvorce a především oppida, která byla centrem kulturního života. V oppidech bylo mnoho dřevěných domů, které byly řazeny do ulic, které na sebe nasedaly kolmo.

S Germány (1.-5.stol. n. l.) přichází i k nám tzv. vurty (obytné domy a další stavby postavené na uměle navršených pahorcích, domy sloužily jako obydlí, ale i jako chlévy).

Velkou změnu do kultury i architektury vnesla římská antika. Umění středomořské kamenné zdi a klenby se s římským legionářem rozšířilo daleko za Alpy na sever k Rýnu a k Dunaji, také do dnešní Anglie a Irska; když se potom nové barbarské národy v raném středověku ujaly kulturního dědictví, přejaly s křesťanstvím i římskou tradici kamenného města, falce a církevní stavby. Kolová dřevěná stavba byla rychle zatlačována do lidových poloh. Vůdčí stavební technikou zůstávala dlouho pouze u těch severských kmenů, k nimž antika nestačila proniknout: u Sasů a Normanů. Byli to Sasové, kdo přenesli tradici prehistorické kolové stavby do středověku a vytvořili spojovací most mezi těmito dvěma epochami; jejich stavby, vykopávané na okrouhlých hrádcích, vyplňovaly oblast „dolnoněmeckého“ domu. Úlohou Normanů v Normandii bylo pak petrifikovat tektoniku vztyčující se kolové stavby v kameni, a položit základ velkolepému vývoji gotické stavby; antický odkaz vrstveného kamenného monumentálního díla se především jejich prací přeměnil v severský organismus nadaný vertikální dynamikou, tedy silou, v níž se původně manifestovala zákonitost organického růstu vegetabilní severské přírody, ale jež ovšem teď byla spiritualizována metafyzickou orientací clunyjských klášterů. Že to pak byla především karolínská kultura Franků, která přenesla do středního věku staré římské způsoby zdění, dosvědčuje ta skutečnost, že jejich hlavní technické termíny jsou v němčině původu latinského. V téže době, kdy se toto všechno dálo na středu, na jihu a na západě Evropy, vstoupily na jeviště dějin na severovýchodě kmeny slovanské, budující od 7. století mohutná hradiště a na nich dřevěná opevnění i obytné stavby, a to vesměs technikou roubení. Nejstarší náš známý srub, ještě ze 6. století, byl nalezen v Březně u Loun.

1.2 Doba slovanská

Čechy byly kolonizovány Slovany od 6. století. Konkrétní představu o obytných stavbách tohoto období dávají dosud především nálezy z hradišť. Základním materiálem pro stavbu slovanských hradišť se stává dřevo, z něhož byly postaveny všechny budovy, včetně kultovních; v kombinaci s hliněným valem bylo i dobrým materiálem pro stavbu opevnění. Pro slovanské období je v archeologickém materiálu doložena konstrukce pletená (vyplétání stěn mezi kolmo postavené sloupy) a roubená. Pletené stěny se pro svou průvětrnost vhodně uplatňovaly u některých hospodářských staveb, především u stodol, ale stejně byly vyplétány i domové stěny, které se podle potřeby omazávaly z jedné strany nebo z obou stran hlínou; této techniky se používalo ještě ve středověku k uzavírání štítů sedlových střech obytných domů a do současnosti se pletená konstrukce zachovala zejména u stodol na jižním Slovensku. Obecně se pletení nejhouževnatěji udržovalo při zřizování plotů. Domy byly především roubené polozemnicového typu, které přetrvaly ještě dlouho do budoucnosti.

Na Velké Moravě hradiska připomínala pozdější středověká města. Domy byly často dřevěnokamenné, celé hradisko bylo opevněno, do hradiska se vcházelo opevněnými branami.

Jádro kultury roubeného dřeva nalézáme na hradištích polských a velkoruských ze 7. – 12. století v oblasti, jejíž západní hranici tvořily stavby pobaltských Slovanů, Hnězdno a Santok Slovanů polských a Klučov a Kouřim Slovanů českých, kam ještě ze Saska zasahovaly stopy dřevěné kolové stavby; polský srub sahal v 10. století na západ po řeku Odru, český pak, pokud zatím víme, až po Prahu a Levý Hradec. Z obou stran tohoto styčného pásma kolové

stavby a srubu jsme již zpraveni četnými archeologickými nálezy o jeho průběhu, takže pro tuto dobu se nám běh západní hranice srubové stavby zhruba ustaluje v úseku mezi Dunajem a Odrou. Protože pak ty ze slovanských kmenů, jež se dostaly do styku s dožívající antikou v Podunají, poznaly i kamennou a hliněnou stavbu, vytvářel se od začátku 9. století také klín kamenné a hliněné architektury Slovanů panonských, velkomoravských a patrně i onoho podunajského pásma, kde se budoucí Slované čeští stýkali se Slovinci; i tento klín odpovídá dnešnímu rozšíření zděné a hliněné architektury na Hané, moravském Slovensku i na jižním Slovensku a má dosud patrnou odezvu také v západních Čechách. Tyto hranice, jež se ve střední Evropě ustálily v karolínské době daly, jen s menšími korekturami, základ všemu pozdějšímu topografickému rozvržení lidového domu; jak pomalu v pozdním středověku ustupovaly lesy, zmenšovala se s nimi i oblast roubení, takže podunajský zděný dům postupoval k severu. Také na západě se - s gotickou německou kolonizací – hranice srubu prohnula v jeho neprospěch. Avšak ve své základní podobě, s jádrem v severovýchodní Evropě a s dlouhým jazykovitým výběžkem českými zeměmi do Alp, se srubová oblast udržela až do 19. století; to proto, že její roubení odpovídalo přirozenému rozšíření jehličnatých lesů. Pásmo domu hrázděného doprovázela oblast roubení po jejím západním (německém) i jižním (balkánském a ukrajinském) okraji; hrázdění se tak jeví jako smíšená styčná stavební technika, která spoří dřevem, užívajíc zároveň způsobů stavby hliněné nebo zděné.

Na základě tohoto přehledu můžeme tedy s jistotou přijmout tvrzení, že co do užitých hmot pokračovala naše lidová architektura v týchž oblastech přímo a bezprostředně v tradicích a stavebních způsobech prehistorických, které dále rozvíjela technicky i výtvarně. Pokud jde o dřevěnou lidovou stavbu, lze říci, že tak jako u Normanů a Sasů také u těch slovanských kmenů, jež rovněž nikdy nepřišly ve styk s antikou, se stavělo donedávna tak, jako by římské zdi ani nebylo; techniku kamenné stavby přebraly u nich vlivem církve pouze vyšší feudální vrstvy, kdežto lid zůstal i potom při předdějiných způsobech stavby dřevěné.

Vztahy lidové architektury k přírodní hmotě, které odhaluje prehistorická archeologie, dávají také tušit, že se objeví i jinde: v poměru základního architektonického uspořádání a prostorového vytváření lidového domu k tomu, co v tom směru víme z prehistorie.

Slované přišli na Moravu a střední Dunaj ve 4. století, a to jako rody či už i kmeny polousedlé, s nižší formou rolnického a pasteveckého hospodaření; ze své zakarpatské pravlasti přinesli s sebou starou kulturu a s ní i keramiku, upomínající ještě na některé pozdně laténské typy. Od 6. století se však tito podunajští Slované pevně usazují a hned na to zaznamenáváme u nich rychlý hospodářský rozvoj: ve výkopech se setkáváme se zdokonaleným nářadím i s výrobky rozvinutého hrnčířství a kovářství; na začátku 7. století se na dnešní jižní Moravě a Slovensku pro základní zemědělské nářadí již běžně užívá železa. Keramika ze 6. a 7. století však také ukazuje, že Slované v Podunají se dostali do styku s dožívající římskou kulturou a s vyspělým zemědělstvím. Z dob jejich zemědělských počátků známe asi ze 6. století za Siladic u Hlohovce i z Přítluk na Dyji jejich nejstarší kolové polozemnice (čtvercové, o straně asi 3,5 – 4 m, stavby s kamennými ohništi v koutech); jim podobné, avšak byly nalezeny roubené stavby ze 6. století také v Březně u Loun. Tento kulturní vzestup opřený u podunajských Slovanů o dotyk s kulturou římských osad a romanizovaného obyvatelstva v Panonii, vyvrcholil pak v 9. století, když většinou přijali křesťanství a založili na jižní Moravě, na Slovensku a v Panonii svou první říši. Jak ukazují velké jihomoravské vykopávky, lze již u podunajských Slovanů od počátku 9. století hovořit o vyspělé dvorské kultuře a na jejich nejstarších hradech i o kamenných stavbách, a to nejenom kostelů, ale i knížecích paláců a patrně i velkých hospodářských dvorců knížecích družiníků a domů městského rázu. A právě v této kamenné a hliněné architektuře z velkomoravských dob jež byla v úzkém styku s dalmatským Středomořím spatřujeme onen

spojující článek, který potřebujeme k vysvětlení tolika tvarů pozdně ravennského původu, s nimiž se dosud setkáváme v lidové stavební kultuře na jižní Moravě a v podunajské části západního Slovenska. Jsou totiž vysvětlitelné jen za předpokladu, že staré napojení středního Podunají na římskou Ilýrii a východní pobřeží severní Itálie trvalo ještě v 9. století, když byla po ztroskotání avarské moci Karlem Velikým dána podunajským Slovanům příležitost k rychlému politickému a kulturnímu vzestupu. Byla to ovšem dvorská větev jejich kulturní společnosti, která navazovala na tyto středomořské vlivy; takže nejspíše jen na velkých hradištích si můžeme představovat, že se rozvíjelo umění kamene, bělostného vápna, omítky i klenutého oblouku, jež navazovalo na renesanci ravennské kultury, jak ji na střední Dunaj zprostředkovávalo zejména tehdejší umění chorvatského království z Dalmácie. Výkopy velkého ohrazeného dvorce, opatřeného kostelem, na hradišti v Pohansku, činí dnes takovou představu zcela reálnou. Přesto však muselo i potom zbýt dost času, aby se z dvorské polohy tohoto umění dostalo i níž, do lidových poloh, na vesnici – a je v tom směru zajímavé, že maďarský vpád v těch věcech sotva znamenal nějakou césuru. – máme-li si uspokojivě vysvětlit skutečnost, že všude na západoslovenském venkově v 12. století nacházíme formy tohoto umění již zrustikalizovány, hlavně na řadě drobných, zpravidla cihelných venkovských kostelů. Existence těchto staveb ovšem předpokládá, že ve 12. století na vesnici byl už obytný dům hliněný nebo zděný a stejného slohu a zvláště že měl už tehdy také žudrový portikus i klenutou nádvorní kolonádu, tak jako dnes, poněvadž později, když se vztahy k jihu již uzavřely, bychom už neměli pro jejich původ vysvětlení. O tom, že mezi moravskou vesnicí 12. století a moravskou kulturou střední doby hradištní byly přímé a spojité souvislosti, hovoří konečně i archeologické nálezy; tak např. vsi, které se jmenují ve známé olomoucké listině z roku 1131, se překrývají se 74 archeologickými lokalitami z 11. století, takže lze říci, že už existovaly; v jejich blízkosti se v 21 případech přišlo i na nálezy z pozdní doby hradištní.

Pro 8. a 9. století je si ovšem také třeba představovat, že slovanské osídlení dnešních Čech a západního Slovenska ještě tvořilo souvislý pás, sahající přes Dunaj a východními předhůřími Alp až po Jaderské moře, pás dosud nerozražený pozdější kolonizací dnešních Rakous. Bylo proto přirozené, že se na tomto podunajském umění a kamenném stylu podíleli i ti Slované, kteří tehdy seděli při severních březích Dunaje a obou Rakousích, zasahujíce odtud do dnešních Bavor a přes Šumavu do jižních Čech. Proto i tam všude dosud v lidové kultuře nacházíme, i když v oslabené míře, náznaky téhož slohu, s nímž jsme se v jeho nejvýraznější podobě setkali na jižní Moravě a na Nitransku.

Slyšeli jsme, že do lidových poloh se v podunajském pásmu – na rozdíl od poměrů, které byly na Rýně – dostávala z dožívající antické kultury stavba hliněná a zděná a s ní i ty její prvky, jež se vázaly na kamennou stavbu antickou. Nebyla to ovšem už antika římského impéria prvních čtyř století, s níž se tam Slované setkávali, nýbrž umění daleko pozdější, dotčené již mnohými prvky i stavbou byzantskou; byla to tedy jakási syntéza umění římského a východního, obnovená především ravennskou renesancí 9. století. Proto už všude nad rovným architrávem převažuje klenutý oblouk. Zdá se, že z těch prvků, které donedávna žily v zděné a hliněné architektuře jihomoravských, podunajských a panonských vesnic, byla vůbec většina tohoto starobylého pozdně antického původu. V oblasti konstrukce byla to jistě znalost sušené a pálené cihly i stavba z válků, kladených jako „opus spicatum“, znalost pálení vápna i přípravy malty, v oblasti výstavby prostoru byl to i nadzemní dům se stropem, okny a otočným křídlem opatřeným dveřmi, v oblasti skladby pak patrně idea silniční vsi, s rytmem domovních jednotek z obou stran, jež je dodnes tak typická pro všechny vesnice slovenského a panonského Podunají. Tato skladba již také předpokládá, že i sám lidový dům byl po antickém způsobu orientován užší stranou do ulice. Ze starších dob a ze své vlastní kultury si však Slované podrželi typ kolové stavby na čelní soše i potom, protože i na středním Dunaji

jsem nalezli kraje, v nichž maďarské obyvatelstvo tohoto způsobu stavby dodnes užívá, uchovávajíc zároveň slovanskou terminologii jeho hlavních technických součástí.

V období vnitřní kolonizace v 10. –12. století se při stavbě používaly nejdostupnější materiály jako dřevo, pruty k vyplétání, hlína pro výplně a izolace a jistě i sláma a rákos.

Původní slovanský dům ležel však v krajích, jež antika nezasáhla; dispozice domu rozloženého do šířky a obsahujícího studenou síň, otopnou jizbu a někdy i komoru byla u nás v románském středověku (v mladší době hradištní) obecně rozšířeným typem, jehož se užívalo na hradištích i ve vytvářejících se městech. Vznikla, pokud víme z nálezů ještě v 9. století; v 11. století se její památky množí a sklonek 12. století znamenal už její zobecnění a výtvarné rozvinutí. Slovanská kultura, kterou označujeme jako hradištní, byla kulturou lidovou v pravém slova smyslu, z níž se dosud dvorská vrstva jakostně nevydělovala z ostatního kolektivu. Stavby zakládané knížetem a členy jeho družiny, které jen se značným omezením můžeme považovat za „dvorské“, patřily do okruhu téže lidové kultury jako ostatní stavby českého lidu; co je rozlišovalo, byly jejich vnější znaky, jako např. kamenná technika stavby a slohový řád jejich tvaroslovného článku, převzaté z církevní architektury. Toliko stavby církevní vytvářely v tomto prostředí kulturní vrstvu, v které lze už spatřovat cizí invazi.

I když dnes nevíme z přímého pozorování, jak v té době vypadala naše vesnice, o jejíž existenci se dovídáme z našich nejstarších kronik a písemných zpráv, a i když se jen domníváme, že alespoň od počátku 12. století tam, kde se na ní objevují veliké zděné stavby zemanských tribunových kostelů, pozůstávala z nadzemních obydlí, můžeme přece jen mít zato, že lidový dům na této vesnici byl ve 12. století takovým stavebním útvarem, který možno nazvat architekturou. V podunajské oblasti bylo tomu jak již o tři století dříve, protože jinak by nemohl zachovat a donést do našich dob tolik prvků z pozdní antiky a z dožívajícího umění ravennské renesance. Neznáme sice spojitosti, jimiž architektura a dispozice vesnického domu těchto dob souvisela se stavbami na hradištích, avšak souvislost jeho architektury, kterou poznáváme později, když jej již zachycujeme pevněji, s nálezy na hradištích z 11. a 12. století, je tak úzká, že existenci takových spojitostí jistě právem předpokládáme. Připouštíme ovšem, že v tom ohledu chybí zatím pozitivní zkušenosti a pozorování v archeologickém materiálu. V každém případě však všechny dosavadní zkušenosti nutí předpokládat, že základy dispoziční a tvarové skladby našeho lidového domu měly původ v kulturní jednotě střední a mladší doby hradištní, a že tedy pocházejí hluboko z předkolonizačních dob. Jinak by nebylo také možné, aby český lid v 13. a 14. století přebíral“ kolonizační“ „francký“ dvorec tím způsobem, že měnil proti německým zvyklostem dispozici jeho obydlí, přizpůsobuje ji vlastním potřebám a tradicím; činil-li tak, musely se tyto tradice vypěstovat dávno předtím.

Ukazuje se, že proměna prehistorické vesnice, ve vesnický stavební útvar, s nímž se setkáváme na začátku gotické doby, se udála ve dvou stupních, z nichž prvý, který dal vznik stavbám utvářeným architektonicky, proběhl u nás ještě v období románském. S jakými omezeními se tak dálo, dovodíme v dalších úvahách.

To, co jsme slyšeli o dřevěném slovanském domě, nelze opakovat o útvaru celé vesnice. Zmínili jsme se již o tom, že v našich poměrech teprve někdy v 6. či 7. století začali Slované, tehdy už asi organizovaní podle jednotlivých kmenů (tedy nikoli na podkladě rodovém, ale územním), opouštět polokočovný způsob života, zakládat pevná sídla a vytvářet tak prvé vesnice – i když můžeme předpokládat, že ve vlastním Podunají se pevně a hustě usazovali již ve století 5. vždyť ještě v polovině 6. století zapsal Prokopios, že Slované bydlí v bídných chýších roztroušeni daleko od sebe, proměňujíce všichni často místo svého bydliště. Poněkud více se o jejich vesnicích dovídáme ve střední době hradištní, v 9. století, kdy u západních

Slovanů začal mohutný kulturní vzestup, podněcovaný do značné míry franckým sousedstvím. Tehdy, v dobách Pribinových, Velké Moravy i prvních Přemyslovců, začínaly již jejich kmenové celky být organizovány feudálně, majíce v čele knížete, obklopeného družinou; víme také, z Geografa bavorského i ze svatováclavských legend, že členové těchto knížecích družin drželi na venkově půdu, na ní si také již budovali opevněné dvorce a při nich po přijetí křesťanství kostely vlastnické, feudální povahy. Že už tehdejší vesnice tvořily dosti hustou síť osídlení, dá se ukázat např. na Chebsku které v 9. století obsadily kmeny srbské: z doby před jeho germanizací v 12. století se tam totiž zachovala řada vsí se jmény slovanského původu, jež všechna poukazují na to, že tyto vesnice vznikly ještě ve střední době hradištní. Jestliže pak prokázali historikové, že se v té době u nás již nedá mluvit o rodové společnosti, lze předpokládat, že vesnický dům tehdy tvořil soukromé vlastnictví jednotlivých rodin, i když velikých, žijících v nedílu, jak na to poukazuje rozmístění a počet jeho ohnišť; sama neobdělávaná země tvořila ještě ovšem společnou „občinu“. Avšak o vlastní výstavbě českých vesnic z té doby ještě nic nevíme, i když jména mnohých z nich slyšíme ze svatováclavských legend nebo z nadání kláštera břevnovského z roku 993.

Z vesnic, jež mají nejdéle zachované kostely (z konce 10. století), zpravidla opevněné příkopy a valy, leží většina v Polabí na bývalém slavníkovském zboží mezi Libicí a Kouřimí. Mezi nejstarší známé vesnice se zemanskými dvorci feudálního charakteru třeba počítat také Stadice, odkud podle tradice zaznamenané v Kosmově kronice, vyšel v 8. století Přemyslův rod.

Daleko víc se o výtvarné povaze a stavební struktuře starých slovanských vesnic dozvídáme z 11. století, kdy se už jejich tvary rýsují jako dílo pevně architektonicky představitelné formulované také v ohledu společenském. Z tohoto století máme především několik knížecích a královských listin, v českých zemích i z bývalých Uher, vystavených církevním ústavům, které nás zpravují o jejich hustotě, poloze, sociální struktuře i o jejich krajinném prostředí. Tak například když podle Kosmovy kroniky biskup Ekard roku 1023 znovu upravoval desátek, uložil platby těm, kdo měli léna nebo zboží alespoň o velikosti popluží; v té době byl tedy feudální systém už obecně vžitý, známý a zavedený, a to jistě už od dob boleslavské státní centralizace, provedené v 10. století. Dekrety knížete Břetislava z roku 1039 znaly krčmy a krčmáře jako kořen všech špatností. Feudální ráz měla také listina, kterou Spytihněv II. nadal roku 1057 kostel v Litoměřicích: kapitule se jí dostalo vsí popluží a půdy i s osedlými lidmi, bez půdy vlastnila vlastně jen čeleď a řemeslníky na hradech. Ve vsích sídlili tedy buď svobodní lidé, jimž byly vesnice odevzdány do majetku, nebo závislí zemědělci a řemeslníci, kteří však neměli za práci plat, ale drželi v odměnu půdu propůjčenou jim feudálním pánem k výživě. Specializace řemeslné a zemědělské práce tedy sice ještě tehdy nebyla, na vinicích však už slyšíme o vinařích a na včelnicích o včelařích, na mostech, na cestách i řekách se pak vybíralo za zboží clo. Na vesnicích, v nichž sídlil svobodný zeman, byly ovšem zemanské dvorce, k nimž vesnice patřily buď celé, nebo alespoň některým dílem – při tehdejší majetkové roztříštěnosti byly také vesnice, jež náležely několika feudálním vlastníkům. Například v listině vystavené roku 1078 knížetem Otou hradišťskému klášteru na Moravě čteme, že klášter dostal dvůr Úsobrno s okolo ležícími vesnicemi, jež měly platit dávky a plnit zvyklosti tak, jak to dříve činily své paní. Na těchto kuriích či dvorcích seděli tedy svobodní zemané, kteří se kdysi nejrůznějšími způsoby – násilným znevolňováním, výsluhami v knížecích družinách i zásluhami v bojích – dostali do čela společnosti; proto se v Konrádových statutech z roku 1189 už také rozlišoval „nobilis“ a „rusticus“ a hovořilo se o zloději chyceném u šlechtice nebo u někoho, komu ves patří. Ze všech těchto zpráv nabýváme jistoty, že od 10. století bylo již rozdělení půdy u nás ustáleno a jednotlivá vlastnictví právně ohraničena, ať šlo o půdu svobodnou nebo lidí závislých. To proto, že ve feudální lenní

soustavě, vybudované na převaze zemědělství, určovalo společenskou příslušnost lidí vlastnictví půdy; plnoprávným (svobodným) byl jen ten, kdo držel půdu příslušné kvality.

Abychom si představili, jaké asi bylo krajinné zarámování románských vesnic ve srovnání s vesnicemi dnešními, připomeňme si některé uherské listinné památky, jež popisují poměry na dnešním Slovensku; jsou to privilegium vévody Gejzy z roku 1075 pro klášter sv. Beňadika nad Hronom a listina krále Kolomana z roku 1113 pro klášter na Zoboru u Nitry. Z obou těchto pramenů se dovídáme, že se slovenská krajina zde od těch dob sotva znatelně změnila; teorie o velkých, vše pokrývajících lesích nebude patrně platit všude doslova. V Tekově nad dnešními Levicemi, tam, kde se Hron uvolňuje ze sevření středoslovenských hor, se píše o vinicích, loukách, ostrovech i rybnících, pastvinách s koňmi, ovcemi i voly, o ovocných sadech, pobřežních lužních lesech i hájích, výše v horách pak o lesích, lovištích, vodách a rybolovu; na Hronu se vzpomínají vory, jsou tam liduplné vesnice a v nich zlatníci, kováři, panské kurie, fary a soukromé kaple, některé i dřevěné, dole na Dunaji u Komárna pak vážská tůň. Obě listiny jsou nejstarším výčtem známých vesnic na Slovensku. Když pak roku 1111 došlo k sporu o důchody, jež zoborský klášter měl ještě od sv. Štěpána, přísahalo v nitranském kostele dvanáct kmetů, starců až osmdesátiletých, jejichž slovanská jména svědčí o tom, že pocházeli z rodů domácí zemanské vrstvy ze starého Slovenska ještě z dob před obsazením země Maďary.

Domy v předkolonizační době stávaly na vesnicích už hustě u sebe; že vesnic bylo už po kraji dost, víme z toho, že Soběslav roku 1133 na polském tažení spálil na tři sta vsí.

Až do 13. století se i v řemeslnických osadách a městských celcích setkáváme s jednopatrovými, více nebo méně zahloubenými objekty (zemnice, polozemnice) se sedlovou střechou, nesenou hřebenovou vaznicí na dvou sloupech. Jejich stěny tvoří zpravidla dřevěná kolová konstrukce zpevněná případně kamennou plentou. U tehdejších vesnických sídlišť je zatím možné si vytvořit na základě poznatků povrchového průzkumu alespoň představy o základní logice jejich vztahů k okolnímu terénu a vodnímu zdroji. Cenným pramenem poznání raně středověké vesnice jsou románské kostely - jejich existence, situace, dispozice i konstrukční řešení. V těchto stavbách se odráží nejen tehdejší ekonomická , technická a umělecká úroveň společnosti, ale prostřednictvím rozboru a orientace vstupů i vztahy k přilehlému sídlišti.

Ve vesnicích ve 12. století víme také o jednotlivých dvorcích, že by však na venkově byly při nich také stodoly, je třeba přijímat velmi opatrně; lid uskladňoval zboží, jehož při trojpolním hospodářství ještě tolik nebylo, v oborozích, takže to, co ze starých latinských zpráv nepřesně překládáme jako stodoly, nelze si však představovat stejně jako stodoly nynější; na venkově byly patrně jen u klášterů.

Jak takové vesnice z dob raně feudální majetkové roztříštěnosti vypadaly a že to byl dvorcový systém, který je charakterizoval, dokládají nejpřesvědčivěji ty vesnické celky, v nichž se po naše časy zachovaly románské kostely. Uprostřed nebo na okraji vesnic, vytvořených nepravidelným shlukem chýší, na markantním místě na výšině, nízkém ostrohu nebo vyvýšeném břehu nad potokem či soutokem vod stává kamenný kostel. Lze také usoudit, že polohy několika předních usedlostí ve vsi a možná, že i velikosti jejich domů obklopujících dodnes kostel a s ním sousedící dnešní velkostatek mohou být velmi starobylé.

Proměna vesnice z její prehistorické podoby ve stabilní vesnici zbudovanou z nadzemních staveb s členěným vnitřním půdorysem, se neudála na celé ploše naší vlasti najednou či současně; je pravděpodobné, že rozdíly na různých místech Čech byly ve 12. století velmi značné. Podstatnou úlohu měl na prvém stupni přeměny její bezprostřední vlastník, český zeman, který tu sídlil na své kurii, opatřené panským kostelem. Naproti tomu vsi, jež držely ústavy církevní, jen zřídka měly takové kurie a kostely v nich ani nebyly. Ještě ve 12. století u

nás trvaly vedle sebe vsi různého charakteru, leckde se vesnice zbudované ze zahloubených více či méně nestabilních chýší zaměňovaly za stabilní architektonické dílo teprve až v době velké kolonizace v 13. a na začátku 14. století.

V druhé polovině vlády krále Vladislava, v 60. letech 12. století se poměry začaly měnit. Na územích, na nichž až do té doby ležela historická tma, začala se působením několika desítek panských rodin vytvářet nová střediska kulturního a hospodářského života a při nich vznikaly kláštery; kromě toho se začaly už také projevovat první výsledky plánovité kolonizace, kterou v lesních úvalech od 40. let 12. století prováděli cisterciáci a premonstráti, přivedení do země knížetem Vladislavem a jeho biskupem Zdíkem. Ve 12. století můžeme už v Čechách počítat se značně intenzivním oběhem denárů a v jeho 2. polovině už také pozorujeme, jak jednotlivé kláštery nahrazovaly ve svých poddanských vesnicích naturální dávky z úrody za peněžité platy z lánů. Český feudální stát se v té době, v jaké se s ním setkáváme v gotickém středověku, stabilizoval za Přemysla Otakara I.; feudální rozdrobenost se zlikvidovala do té míry, že se v české společnosti již začaly rýsovat obrysy budoucích stavů; čeští páni už alespoň teoreticky dosáhli nároků na dědičné držení svých statků.

Avšak z kulturního hlediska vnesla největší proměnu na český venkov teprve vlna organizované kolonizace, která souběžně s hromadným zakládáním měst a se stavbou feudálních hradů, dala u nás vzniknout mnoha novým vesnicím, zakládaným za zcela jiných podmínek, než tomu bylo u vesnic starých.

V čele plánovaného hospodářského pohybu stáli u nás v 13. a v 1. polovině 14. století král a jeho velké cisterciácké kláštery; lokátoři řídili žďáření korunních lesů, rozměřovali lány, určovali půdorysnou skladbu vesnic, přiváděli kolonisty a určovali typy staveb. A protože naše největší cisterciácké kláštery v Čechách byly původu franckého, je pravděpodobné, že se právě jejich působením v 2. polovině 13. století a hlavně pak ve století 14. udomácnil na české vesnici onen typ gotické selské usedlosti, který nazýváme „franckým dvorcem“. Nejryzejší tvary si „francký“ dvorec zachoval v těch krajích, kam vnikal přímo s německým obyvatelstvem a kde mu nebylo třeba vytvářet kompromisy se slovanským způsobem života; bylo to u nás především na Chebsku, kde sousedil s jádrem francké oblasti, ale i na Českomoravské vrchovině, osídlené německými kolonisty.

Kolonizační vlna nesená cisterciáky nebyla jedinou silou, jež přetvářela naši starou vesnici. Souběžně s přímou proměnou vesnice vznikala u nás jiná a stejně důležitá centra gotizace nepřímé, z nichž záhy začaly vyzařovat popudy, které ji postihovaly ještě intenzivněji: byla to města. Od 60. let 13. století do 1. desetiletí století 14. naplňovala se jimi česká země každoročně v takovém počtu a hustotě, že nakonec, v době lucemburské, kdy se jejich síť dokonale upevnila a jejich výstavba stabilizovala, měl již každý okrsek země specializované řemeslnické a obchodní středisko, živé a impulzivní kulturní ohnisko, z něhož se po vesnicích šířila gotická kultura a s ní i nové způsoby bydlení. V těchto městech, jejichž bohatší obyvatelé byli až do husitství většinou německého původu, vyrůstaly jeden za druhým kamenné měšťanské domy, zařízené tak jako na venkově – pro bydlení jedné rodiny, ale vesměs na typu „franckého“ domu s ohništěm v síni; nejpozději ve 2. polovině 14. století docházelo v našich městech k přesunu ohniště ze síně do černé kuchyně.

Proti románskému venkovu, který oplýval nadbytkem země při nedostatku lidí, bylo bydlení v gotickém městě značně stísněnější. Počet zastavitelných ploch byl středověkému městu pevně vyměřen a obruč zděných hradeb nedovolovala dodatečně jej zvyšovat.

Ne všechna města a ne všechny ulice měly domy pevně uspořádané. Byla u nás i města a městečka poddanská, kde převládalo zemědělství; ve velkých městech byly odlehlejší bloky, kde se rovněž víc hospodařilo než řemeslně vyrábělo; protože tam zastavění nebývalo tak husté stavěly se domy podobné vesnickým, k ulicím delší stranou naplocho. Domy, jejichž

obydlí tvořila jizba s černou kuchyní, jejichž síně zastupovaly průjezdy či mázhauzy a jež se spojovaly pod jednou střechou se špýchary, poukazují na dávnou tradici našeho špýcharového domu v jižních a jihozápadních Čechách. Z ostatních gotických stavebních útvarů, jež v této souvislosti přicházejí v úvahu, je třeba připomenout některé tvrzky z 2. poloviny 14. století, jež byly rovněž vybudovány na podobném půdorysu, spojující obytný dům s patrovým špýcharem.

Pod spojeným a současným tlakem středoněmeckého gotického dvorce, neseného vesnickou kolonizační vlnou, a měšťanského domu gotického města, který byl rovněž jen pro městské účely upraveným středoněmeckým domem, začala se tedy rychle měnit tvář českého venkova.

Vesnice a město byly zase jen dva sociálně a hospodářsky odlišné projevy jedné a téže stavební kultury; domy se už nestavěly volně v houfcích, ale v pevně vytčených řadách a obklopovaly se dvory, jejichž velikost určoval pevně stanovený řád lánového dělení půdy. Vesnice se stala goticky vázaným stavebním kolektivem, do něhož se jednotlivec mohl zařadit jen podle pravidel jejího celku; gotický dvorec se stal kompoziční jednotkou, stejně jako lán byl základem soustavy pozemkové.

Dvorec „franckého“ typu nacházíme v Čechách ve dvojí podobě. V krajích, které osídlili ve 13. století a v 1. polovině 14. století kompaktně Němci, patřil k němu německý dům s kamny ve světnici, s ohništěm v síni a s přímým přístupem ze síně do chléva. V této podobě vnikal k nám z Pomohaní, a proto jej lze považovat za přímý plod německé kolonizace. V síni německého domu zůstalo i později ohniště domu; z toho důvodu se v celé horním Německu a jeho vlivem i u nás v Pošumaví říká síni „Haus“, což připomíná, že to byla právě síň, jež byla v německém domě zbytkem původního jednotného podstřešního prostoru, který kdysi v kolové stavbě představoval celý dům. U Slovanů tomu bylo naopak; proto u nich v Karpatech ulpělo jméno „chyža“ či „chata“, jež původně označovala celý dům, na jizbě, protože nikoli síň, nýbrž ona to byla, která představovala jeho počáteční jádro; síň se k ní později jen připojila.

V českých krajích a tam, kde se Němci usazovali mezi českým obyvatelstvem, se však chlév zpravidla odděloval od lidského obydlí a do systému dvorce, který se i tu vytvářel podle franckého příkladu, se zapojoval starý dům slovanský, se studenou síní a s ohništěm v jizbě. K přenesení ohniště do síně a k vzniku světlé světnice docházelo v těch krajích teprve potom, dodatečně, a to jednak příkladem z města, jednak – na německém pomezí – vlivem světnic domů německých, takže v proměnách jeho základních prostorových kvalit dlužno spatřovat dílo pozdějšího vývoje. Že se tak nedálo všude současně, o tom svědčí zvláště ta skutečnost, že celý vývoj zanechal své stupně rozloženy po mapě republiky od západu k východu v přirozeném historickém pořádku. Pro Čechy musíme předpokládat, že světlou světnici na konci středověku znali již obecně; jednak víme, že už kolem roku 1280 i na hospodářské periferii měst znali dispozici o světlé jizbě a černé síni, v níž se zvláštním, zpravidla klenutým pasem vyděloval prostor kuchyně, pro 2. polovinu 15. století můžeme usuzovat, že „kurné“ jizby už byly u gotického domu opuštěny. Dispozice domů polozemědělského rázu, jež se zachovaly z doby o málo mladší (s roubenou světnicí, zděnou dvoupatrovou komorou, zděnou síní a uzavřenou zděnou černou kuchyní), se už patrně ničím nelišily od dispozic, kterých se na našem venkově tehdy užívalo asi již běžně. Jsou to patrně domy, které vznikaly v městech podle příkladů vyvozených z vesnic a kde i město mělo vliv na uspořádání ohnišť v síni. Je sice pravda, že ještě v 2. polovině 14. a 1. polovině 15. století tu a tam na hradech i u městských domů nacházíme na průčelí okrouhlé nebo kosočtverečné dymné otvory, jejichž nejstarší příklady známe z konce 12. století, avšak i ty patřily zpravidla „černým“ síním a jejich kuchyňským částem. Všechny tyto středověké a renesanční dispozice vesnického charakteru, jejichž řada se u nás začíná kolem roku 1280, tedy připouštějí, že i selský dům na

vesnici ve vyspělém středu Čech měl na konci středověku světlou světnici s pecí a ohniště pod komínem v zadní části síně. V 2. polovině 16. století lze v severozápadních Čechách počítat s kuchyní prostorově úplně uzavřenou. Uzavření ohně v samostatné prostoře domu bylo poslední proměnou, která ve vnitřním uspořádání slovanského domu nastala, tentokrát zcela určitě působením západní kultury.

Starý slovanský dům tvořila stavba složená ze světnice, síně a někdy i komory nebo špýcharu, jež přičítáním narůstala do šířky; okna světnice i dveře síně se obracely k podélné straně, jež byla vlastním průčelím. V takové poloze nacházíme slovanský dům všude, kam ještě nebo kam už nedosáhla gotická kultura: na českých předgotických hradištích stejně jako na celé Hané. Avšak gotický dvorec, jemuž říkáme „francký“, byl jiné skladebné povahy. Z římských předloh si nesl skladbu důsledně průčelní a z funkční povahy severské středověké kultury odvodil důsledně logickou tektonickou strukturu, jejíž každý článek svou existencí, váhou, množstvím i tvarem odpovídal funkční diferenciaci celku; gotika nadala tento útvar tendencí odhmotňující a vertikalizující, že jeho hmota se pak již horizontálně nevrstvila, ale vztyčovala. Stavení bylo hrázděné, s výtvarně přiznanou a tektonicky vyváženou konstrukcí, srub v přízemí se hladce přitesával do jednotné plochy, střecha vytvářela strmé špičaté štíty, vyrůstající z úzkých průčelí domu, krov se vzdal starého systému sochy a slemene, onoho prehistorického způsobu, který se u nás udržel jenom tam, kam gotika nestačila dosáhnout, a přijal konstrukci daleko aktivnější, vytvářející dvojici vzájemně se vzpírajících krokví, zakládala se na nikoli primitivním principu statické podpory a vodorovného břemene, ale na vyvážené skladbě šikmých sil, tak jako v klenuté gotické katedrále.

Do takového systému a takto členité struktury zapojil český člověk starý slovanský dům. Zařadil jej do půdorysu pevně sevřeného a tvarově předem určeného dvorce, vyplývajícího z lánové soustavy a orientovaného bránou k hlavní cestě nebo k prostoru návsi, do útvaru abstraktní povahy, kde všechno mělo předem dané místo, jako v organismu šachovnicového gotického města. Protože dům se už nedal uvnitř proměnit, neměl-li ztratit tradicí vázaný charakter, bylo jej třeba alespoň upravit tak, aby se přizpůsobil gotické struktuře. Zůstala sice síň v jeho prostředku a dveře v podélné stěně, ale všechno, co bylo možné orientovat k čelu dvorce, bylo otočeno. Protože teď měla úzká strana domu převládat nad podélnou a stát se čelem domu, odpadly střešní valby a vysoký gotický štít se octl v jeho čele, aby mu propůjčil novou tvář, jíž by hleděl v tu stranu, odkud se k němu přichází. Tím směrem se nově orientovala okny i jizba; stala se tak „přední“ světnicí, kdežto komora se octla v „zadní“ části domu. Na dispozici slovanského domu se tím sice nic nezměnilo, ale kompromis, který s gotickým dvorcem uzavřel, způsobil, že potom to již nebyl ten čistý a primární útvar, ale prvek proměněný a tvarově rozštěpený; i potom si ze své původní polohy zachovával některé své starobylé znaky. Jinak se vztah domu k útvaru dvorce upevnil, jako dříve do měst, tak i do vesnic uvedla gotika tuhý a závazný řád. Šířku dvorce od těch dob určuje na vesnici příčně postavená stodola, která přišla teprve s „franckým“ dvorcem, jeho hloubku pak délka obytného stavení, jež se spojuje pod jednou střechou se stájí. Hmota vesnice se nevyvíjí z náhodných tvarů a půdorysné kresby krajiny, ale podle geometricky jasného plánu lánového členění, který vznikal nezávisle na přírodě. Tak u nás od počátku 14. století vyrůstaly lánové vsi, jejichž výtvarný řád byl určován rytmem štítů; na půdorysném obrazci vesnice nezáleželo, jen když to byl půdorys, který umožňoval pravidelnou skladbu.

Podobným způsobem pročlenil vrcholný středověk i společnost. Přetvořil ji ve výrobní kolektiv, jehož anonymní složkou se stali poddaní sedláci, kteří byli svému pánovi povinni jen roční peněžní rentou. Vztah k feudální vrchnosti, který se projevoval v umělých plánovitě řízených způsobech lokací i v dalším neustálém zájmu vrchnosti o feudální zboží, přinášel s sebou další změnu: z vesnic, hradů i měst se stávaly organismy slohově příbuzné. Neexistoval rozdíl ani mezi kulturou vesnického zemana a jeho sedláka: kvalitativně

odlišného umění tehdy ještě nebylo. Není proto pochyby, že architekturu středověké vesnice smíme označovat za gotickou. Z té doby u nás ve všech oblastech, kde se stavělo ze dřeva, trvá tradice stále stejných vysokých skládaných lomenic, sedlových portálů s konzolami v koutech, polygonálně profilovaných stodol i hladce přitesávaného srubu.

Gotický „francký“ dvorec vytlačil tedy z našich vesnic staré volné dispozice usedlostí a zavedl do nich daleko pevnější a závaznější řád. Tam, kde vnikal do starých románských vesnic, převracel jejich uspořádání v tom smyslu, že vytvářel lány jednotlivých usedlostí tak, aby byly schopny pojmout pevné uzavřené dvorce, rozpjaté vzadu do šířky stodolami; starou vesnici bylo třeba překolonizovat, scelit a znovu rozměřit její půdu. V půdorysech vsí se taková změna pozná nejlépe tam, kde místo staré osady s románskými kostely vznikalo městečko s pravidelným náměstím a lánovým systémem dvorců. Jindy však zůstalo ze staré vesnice alespoň její houfcové uspořádání; na poloze kostela a panského dvorce se nic neměnilo, jednotlivé usedlosti se jen proměnily podle schématu „franckého“ dvorce.

Kvalitativní rozvoj zemědělské výroby a přechod na peněžní formu renty byly příčinou převratných proměn venkovského osídlení v období vrcholného feudalismu ve 13. – 14. století. V dosud lesnatých oblastech pohraničí trvá osidlování i dále. Stopami tohoto procesu je např. existence gotických vesnických kostelů i rozšíření názvu Lhota. Radikálně se měnila půdorysná a zřejmě i stavební podoba vesnic. Staré vesnice se přeměňovaly a nové se zakládaly podle tzv. emfytického práva, které zavádělo nové vztahy poddaných k půdě, k usedlostem i nové vztahy mezi feudálem a poddanými a předpokládalo rozdělení katastru podle pevných zásad. Tato úprava se zpravidla odrazila i na uspořádání usedlostí ve vesnici a jejich vztahu k ústřednímu prostoru – návsi.

Úmysly a výtvarné zaměření doby nejlépe prozrazovaly vesnice nově zakládané. Kde šlo o žírné roviny, semkly se nové dvorce v rytmicky řazenou dispozici, se štíty do přesně obdélné nebo okrouhlé návsi a se stodolami, jež vytvářely souvislou hradbu vzadu za dvory či zahradami. Teprve mladým dodatečným zastavováním ztrácely vesnice původní pravidelnost a přísně logickou půdorysnou strukturu. Protože „francký“statek vyhledával takovou polohu, aby se jeho dům mohl štítem obracet k východní straně, vznikaly při cestách i dlouhé vesnice jednořadé, zastavěné jen z jedné strany ulice. Všechny tyto vesnice se skládaly ze širokých, i když těsně k sobě sražených dvorců. Kde však šlo o polohy horské s těžko sjízdnými stráněmi, nevytvářelo se z „franckých“ dvorců souvislé zastavění; usedlosti se zakládaly při cestách nebo nad nimi na okraji strání, volně, na konci širokých pruhů vlastních polí, rozkládaly se ničím netísněny do velkých šířek; takové vesnice vytvářejí v údolích nepřetržité řetězce volného zastavění, rytmizované stejnou šířkou rozlehlých lánů, splývajíce jedna s druhou bez znatelných hranic.

Složitý globalizační proces, kterým byla od základu proměněna struktura naší vesnice, měl své těžiště na konci 13. a na počátku 14. století, z té doby máme také na venkově nejvíce farních kostelů. Kolem roku 1320 se už zhruba rýsovala situace, kterou potom s teritoriální úplností zachycují úřední soupisy far v době Karla IV. také náhodné zprávy, jež máme z té doby, nasvědčují tomu, že „francký“ statek byl už běžným stavením typem. Když se roku 1315, jak dokazuje Zbraslavská kronika, Labe rozlilo při velké povodni z břehů, zaplavila voda stáje a odnášela sýpky; lidé se plavili na loďkách přes ploty a vrata: to je popis skutečného plotem ohrazeného dvorce, s bránou v čele a s volně stojícím chlévem a špýcharem.

V souvislosti se zavedením „franckého“ statku se na místo starého biskupského desátku objevuje plat, zvaný dýmné. Byl to plat z obytné jednotky, kterou před tváří zákona představuje ohniště. Objevuje se v 80. letech 13. století. Na nejstarším urbáři biskupských

statků, z let 1283-4, lze ukázat, že řada vsí se označuje jako pusté; to by ovšem nebylo možné, kdyby se skládaly z pouhých zemnic.

Zvláštním způsobem se gotika dotkla jihočeské zděné stavby a vyvolala v život soubor zlidovělých forem, které dodnes charakterizují jižní Čechy, dodávají jim specifický líbezný ráz.

Na Plzeňsku, kde se stavělo spíše ze dřeva, se užívalo také širokých švábských kabřinců, daleko vysedlých před líc štítu a tvořících vodorovný, v půdorysu pravoúhlý záklop. V krajích českého jihu a jihozápadu se již ocitáme daleko od typů, jež známe z gotického Chebska, Broumovska nebo Rakovnicka. Zatímco na severu a na západě Čech trvala gotika na štítu, jenž se prudkým pohybem vztyčuje do výše a jímž vrcholí hmota jasně racionálně formulovaná, jako v 1. polovině 14. století, slábnou tyto znaky; jestliže se z těchto krajů dostáváme přes Plzeňsko k jihozápadu; na jihu Čech pak nacházíme umění, jež je zlidštěno svou smyslově aktivní harmonií. Tím se liší v lidové architektuře to, co vzniklo ve 14. století působením gotiky francké a slezské na jedné straně, a české a podunajské na straně druhé. Tento rozdíl nevyvěrá z odlišné tvořivosti venkovského lidu, způsobuje jej sama dvojí gotika, která u nás ve 14. století rozdělovala zemi na sever a jih.

Nejcharakterističtějším projevem působení západní gotické kultury na lidový dům v Čechách byla ovšem stavba vyzdvižená do patra a vybudovaná hrázděnou konstrukcí. V gotickém hrázděném domě tato stará prehistorická technika severské kolové stavby vyvrcholila. Stalo se to v dobách, kdy západní gotika 13. a 14. století dosahovala krajní fyzicky možné látkové negace stavby a kdy se německá mystika dostávala do výšin nejvypjatějších duchovních poloh.

Dům zdvižený do patra vnesli Němci ve 14. století Poohřím hluboko do středních Čech a kolonizací i na Českomoravskou vrchovinu. V sousedství jejich vesnic přebíral jej tu a tam i český venkov, takže východní hranice patrového roubeného domu nesouhlasila nakonec s hranicí jazykovou. Všechen český dům na Turnovsku a Sobotecku byl donedávna patrový. V horských polohách se „francký“ dvorec svíral v pevněji semknutou skupinu, vytvářeje dvorce zplna obestavěné; na Svitavsku se toho dosahovalo vkládáním lehčích stěn, jen ledabyle deštěných, jež už nestačily srůst se základními hmotami dvorce v jednotný organismus. Nejmladší zásah gotické kolonizace ze západu Evropy lze spatřovat v habánských osadách na pomezí Moravy a Slovenska z 2. poloviny 16. století; jejich německý dům, třebaže se zplna přizpůsobil místní tradici hliněné stavby, si zachoval hrázděnou konstrukci štítů, goticky strmé a hladké střechy a udržel v patře i německé komory na spaní.

Ve 13. a 14. století se v severní oblasti dnešního státu, kde se užívalo ke stavbě dřeva, rychle přijímala vztyčující se gotická stavba se strmým štítem a střechou, jejíž krokve se po párech proti sobě vzpíraly.

Gotická kultura se jeví jako první skutečné překonání antiky a vůbec jako rázná proměna kontinuální prehistorické tradice.

Avšak podunajský dům, funkčně pasivní dům nebyl jediný, jenž zastavil postup gotiky k evropskému východu. Od východní Moravy až po Duklu můžeme nalézt mnoho dřevěných kostelů, od dynamizovaných až po osově orientovaných gotických na západě k centrálním na východě,…

Pravidelné půdorysy středověkých vesnic se během dalších staletí většinou měnily jen dílčím způsobem – dělením některých usedlostí, částečným zaplňováním plochy návsi a doplňováním okrajové zástavby sociálně slabších vesničanů – chalupníků a domkařů. Konfrontací se staršími záznamy stavu vesnice je proto možné u mnoha obcí doložit, že jejich

základní urbanistický rozvrh je dodnes cenným dokladem vrcholně středověkého původu. V některých případech je dochována o založení konkrétní písemná známka, která uvádí i další podrobnosti. Cenným zdrojem informací o středověkých vesnických stavbách jsou archeologické výzkumy zaniklých osad.

V 15. století již jako stavební materiál převažuje na sucho kladený kámen nebo jen hliněná malta vázaného zdiva z kamene. Dispozice domů již byla řešena trojdílným způsobem, tedy se střední síní a s obytnou místností a komorou po stranách. Tento půdorysný typ, tzv. komorový, je pak na většině českého území charakteristický až do 2. poloviny 19. století. Ve vrcholném středověku se zřejmě už i na vesnici uplatňovala ve větší míře kompaktní dřevěná konstrukce roubená, kterou známe z mladších vývojových období našeho vesnického stavitelství jako nejužívanější základní stavební technologii. K rejstříku běžných konstrukcí ve všech vrstvách středověké společnosti patřily různé varianty dřevěných zejména roubených kleneb. Jejich otisky se dochovaly ve zdivu hradních paláců a pro městské prostředí je kromě zatím ojedinělých stavebně historických zjištění dokládají středověká vyobrazení. Vzepjatému profilu místností odpovídaly i formace otvorů v jejich čelních stěnách.

Závislost gotické architektury na gotickém slohu byla dokonce tak jemná a citlivá a tak dokonale sledovala regionální vztahy, jež vládly v „slohovém“ umění, že opakovala beze zbytku i všechnu tu gradaci forem a jejich vnitřních kvalit, která se u nás vyvinula mezi gotikou podunajského původu a gotickým uměním Saska a Slezska.

Tyto poměry se u nás s nástupem nové doby od základu změnily. Od renesance se převedlo působení“panské“ kultury na českém venkově na pole slohového tvarosloví. Nové umění se obracelo nikoli už k duchovním pomyslům, jak to odpovídalo jihomořským kulturám, a k jeho hodnotám se ochotně přiznávalo, obohacujíc rádo tvarový slovník o formy vyvozené již jednou antikou ze světa přírody. Náš lid však nerozuměl ani jihomořskému akantu, ani vavřínové girlandě; znal z gotické ornamentiky karafiát, zvonek a z orientálního umění granátové jablko, a tak naše domácí kultura mu musela nahrazovat to, co z cizí kultury nechápal. Že se tato nová domácí tematika od renesanční doby uplatňovala lidovou prací i ve městě, o tom svědčí ornamentované renesanční okraje keramiky i cínu, slavnostní výzdoby soudobých kancionálů, malované stěny, stropy i dveře.

Také dřevěná architektura přebírala z renesančního umění některé typické tvary. Tam, kde se gotika spokojovala s jednoduchými pavlačemi, objevily se na venkovských stavbách náznaky arkád, klenuté archivolty začaly určovat tvary podstávek, jež obklopovaly náš i německý dům na dolním Labi; všude v těchto krajích lid přijímal renesanční sdružené okno, protože zjednodušovalo jeho konstrukci v struktuře srubové stěny. Pozdně gotické ornamenty oslích hřbetů se užívaly dál i potom, když se v lomenicích vertikalita nahrazovala liniemi horizontalizujícími; v trojúhelnících štítů se začaly objevovat bohatě profilované římsy, doprovázené obloučkovými vlysy a nesoucí nízká patra členěná lištami nebo také zlidovělými pilastry. V těchto dobách, kdy se do interiéru obydlí dostávala novodobá almara, kdy stavba působila hlavně svým průčelím, se také započal vývoj lomenic jako svébytné architektonické kulisy.

1.3 Novověk

Avšak rozkol, který se od 16. století začal projevovat mezi oběma kulturami, starou, středověkou a novou, původně vlašskou, se týkal také jejich vztahu k látkové podstatě stavby. Vlašští zedníci a kameníci, kteří ovládli stavebnictví na zámcích a ve městech, byli zahrnováni tolika zakázkami, že po velkých požárech, jež stíhaly naše dřevěná pozdně gotická města, svou činností stačili proměňovat jejich starou stavební hmotu. A tak už od konce 16. století byla u nás hrázděná stavba se šindelovou střechou v městech vzácností; domy byly

vesměs kamenné a klenuté, s tvrdými střechami z pálené hlíny a omítané, s průčelími pokrytými bělostným sgrafitem. Města se tím připodobnila městům italským a oddělila se tak od rodiny severského zaalpského dřevěného domu. Jinak tomu bylo na vesnici; lid stavěl i potom z hlíny a roubil a svou stavbu pokrýval došky i šindelem, uchovávaje staré stavební tradice, související ještě s dobami, dokud žil přírodním životem. A tak se rozkol mezi ním a městem zvětšoval i po stránce stavební hmoty a zesiloval se rozdíl, jak se zevně jevilo a jakým obrazem působilo město a jak vesnice. V tvorbě celého národa vedl vývoj k tomu, že se znovu zvýraznily a vymezily znaky, jež v lidové kultuře souvisely s jejím přírodním prehistorickým východiskem, a že se napříště měly v tomto celkovém pohledu stát typickými jenom pro ni, i když původně měly daleko širší platnost.

Nejstarší dochované objekty ve vesnických usedlostech pocházejí z období pozdně středověké výstavby v předbělohorském období, většinou ze 16. století. Nálezy pozůstatků kamenické výbavy a dalších dokladů pozdně středověkého stáří vesnických budov jsou hojné ve většině oblastí Čech, a to nejen v blízkosti větších měst, ale např. i v severočeských obcích s tradiční dřevěnou roubenou a hrázděnou architekturou.

Období třicetileté války neblaze postihlo většinu území Čech, takže na vesnicích utrpěl nejen stavební fond, ale i předpoklady jeho obnovy, závislé na politických, ekonomických a populačních podmínkách. Proto byla zřejmě stavební konsolidace venkova dosti pomalá, zbrzděná navíc utužováním poddanského poměru, zejména vzrůstem robotních povinností. Stav českých vesnic po skončení válečného období zachycuje tzv. Berní rula – z roku 1654, předchůdce dalších mladších katastrů.

Podle historických písemných pramenů i ojedinělých datování začíná výraznější stavební aktivita až od poslední třetiny 17. století. Zlé postavení poddaných a potřeba konsolidace hospodářské situace panství vedly někdy i k opravám, případně nové výstavbě poddanských domů panskými staviteli a tesaři. Časté bylo „svádění“ půdy opuštěných usedlostí k panským dvorům. Pro zjednodušení systému odvodu poddanských dávek, docházelo i k úpravám polností v jednotlivých obcích. Zakládaly se i nové, panské, dominikální vesnice většinou pro drobná hospodářství, založená na začátku 18. století.

V barokní době se tyto rozdíly vystupňovaly na výtvarný konflikt. Umění vyšších společenských vrstev se opíralo o italský vývoj a pojímalo hmotné tělo stavby už výlučně jako optický jev. Uzavřená a celistvá kompozice, podrobující každý článek stavby ústřední dominantě, nemohla si činit nároky, aby ji pochopilo lidové prostředí. Lidová složka, která od starší doby železné tvořila podloží evropského uměleckého dění, projevující se geometrizujícím úsilím i abstraktní povahou, směřující k pestrobarevným obrazcům primárních tónů, zplošťující opticky trojrozměrnou skutečnost do reliéfu nebo věcně chápaného nárysového obrysu a vůbec se vyznačující jasně věcným vztahem k předmětům vnějšího světa, tato schopnost lidu důsledně neměnná a po všechny kulturní epochy konstantní, prostoupila nyní barokní formou vyšších panských vrstev. Transformovala ji na svou odlišnou základnu a vytvářela tak zvláštní slohový směr, jemuž říkáme lidový nebo též selský barok. V tomto umění se rozpadaly všechny souvislosti a vztahy, jež vázaly ve vyšší jednotu tvaroslovné články štítů a průčelí, a s jejich jednotlivými prvky se znovu nakládalo tak, jakoby šlo o souřadné a rovnomocné jednotky gotického díla. Bylo je proto možné klást a řadit tak, jako se na velkém posvícenském koláči kladou vedle sebe bílé mandle a černé rozinky; jeden o druhém neví, každý si žije jako svébytná individualita, sám pro sebe a sám na sebe odkázán. Na této cestě vydalo lidové umění nejvyzrálejší plody kolem poloviny 19. století a těsně po ní, a to jak v dřevěných lomenicích v Čechách, tak i v jihočeských zděných štítech. Byly to jeho poslední bezprostřední projevy, vázané ještě jeho zvláštní starou tradicí, vyvěrající z hloubi středověku, avšak realizované v době, kdy se venkovský zemědělský lid

jako zvláštní složka v celku národa již začal rozpadat a kdy nastávala rychlá nivelizace, stírající jeho svébytný svéráz.

Období 18. a počátku 19. století je charakteristické rozvojem sídelním. Jeho nejzávažnějším podnětem byly tzv. Raabovy reformy, podle nichž se parcelovaly pozemky zrušených panských dvorů pro nově zakládané drobné usedlosti. Půdorysy těchto nových osad, ať už samostatných nebo přičleněných ke starším obcím, jsou zpravidla charakteristické schematickou geometrickou jednoduchostí.

Vývoj tradičně dřevěných staveb je v polovině 19. století v podstatě uzavřen. Stále větší počet starých objektů se postupně nahrazuje novostavbami, v nichž sice ještě doznívají klasicistní architektonické a konstrukční formy, ale objevují se i vlivy nové. V souladu s obecným vývojem architektury se v tvarosloví projevuje historismus. Závažné je zvláště pronikání nových, pokrokových konstrukcí, šířených zejména typovými objekty nádražních budov.

S pádem feudalismu se uzavřel samostatný vývoj stavebních typů i vývoj s nimi souvisejících konstrukcí, vyrůstajících z látek, jež člověku dotud poskytovala příroda. Zastavil se vývoj domu roubeného i hrázděného, hliněného i štenýřového, se slemenným trámem a čelní sochou, ukončil se vývoj štítu proutím vyplétaného či prkny deštěného, přestal se uplatňovat dům s typickou starobylou dispozicí, spojující se špýcharem, ukončil se vývoj stodol i velkých lánových dvorců. S tím vším se porušila starobylá, úctyhodná a daleko za středověk dosahující anonymita lidového díla, tak typická pro všechen bezprostřední a pouze k věci a funkci zaměřený způsob lidové tvorby, a pozdní romantismus městských slohů 2. poloviny 19. století začal zalévat naše vesnice standardní bezduchou formou, ustálenou v několika opakovatelných frázích. V tomto okamžiku ustává náš zájem o umění venkovského lidu. Specifická lidová kultura se s pádem feudalismu rozplynula a její dějiny se uzavřely.

Během 2. čtvrtiny 19. století byl v Čechách pořízen tzv. stabilní katastr, významný pro studium lidové architektury zejména tím, že jeho elaboráty jsou u každé obce doprovázeny přesným mapovým záznamem katastru včetně zachycení půdorysu obce se všemi objekty, rozlišenými dokonce barevně podle jejich stavební kvality. Mapy stabilního katastru zachytily stav vesnického osídlení i zástavby na samém závěru poměrně plynulého historického vývoje, před následnými zásahy průmyslového rozvoje do krajiny a sídel.

1.4 Dvacáté století

Koncem 19 a začátkem 20 století je stavebnictví ovlivněno nástupem nových stavebních materiálů oceli a betonu. Jejich příznivé vlastnosti umožňují realizovat stavby nové generace. Dochází k přehodnocení využití dřeva jako konstrukčního materiálu.

V polovině 20. století byla relativně významná výstavba tzv. „finských domků“, které konstrukčně pocházely z alpských zemí. Jejich konstrukci tvořily bedněné stěny okolo sloupků a tepelně izolační výplň škvára. Finské domky se užívaly jednak jako rodinné domy, jednak jako domy pro armádu i zemědělství a lesnictví.

Dřevostavby se prováděly roubené v minimální tloušťce 15 cm (stěna nepromrzá pokud je těsná), stěny prkenné se izolovaly zásypy popelem (tzv. finské domky), slámou, pazdeřím nebo korkovou drtí, tyto stěny se prováděly zhledem k požadavku na minimální rozměry dřevěných sloupků v tloušťce 12 až 16 cm.

V Československé republice bylo omezováno využití dřeva ve stavbách po druhé světové válce, zákonným opatřením č. 22/1955 Sb. ve stavebnictví bylo zakázáno užívat dřevo až na nepodstatné vyjímky. Platnost tohoto nařízení, které téměř vylučovalo používání dřeva jako konstrukčního stavebního materiálu byla ukončena v roce 1967. V té době se již ve světě

došlo k renesanci dřeva, neboť byly vyvinuty nová lepidla a prostředky na ochranu dřeva pro zajištění jeho vyšší trvanlivosti.

Při porovnání v postavení a chápání dřevostaveb v západní Evropě a Skandinávii nutno konstatovat, že u nás byla v této oblasti dlouhodobá krize. Toto konstatování nemůže ovlivnit ani relativně úspěšná činnost RD Jeseník, výrobce rodinných domků OKAL, ani výroba lepených převážně inženýrských konstrukcí jako jsou haly a mosty v podniku Armabeton závod TESCO.

Rozdíl ve využití dřevostaveb spočívá v tom, že dřevostavby jsou chápány jako většinou stavebníků jako lacinější alternativa stavby určená spíše pro rekreační obydlí či průmyslové stavby kratší životnosti.

Rozvoj výroby dřevostaveb nastal po roce 1990, kdy vzniklo větší množství firem zabývajících se výrobou dřevostaveb zpočátku zejména na export zvláště do SRN, později i pro trh v České republice.

Literatura:

[1.] Frolec, V.- Vařeka, J.: Lidová architektura, SNTL, Praha 1983

[2.] Mencl, V.: Lidová architektura v Československu, Academia, Praha 1980

[3.] Škabrada, J. – Vajdiš, J.: Lidová architektura středočeského kraje, Středisko státní památkové péče a ochrany přírody středočeského kraje, Praha 1984

[4.] Hrčka, I. a kol.: Projektovanie drevených staveb TU Zvolen 1994

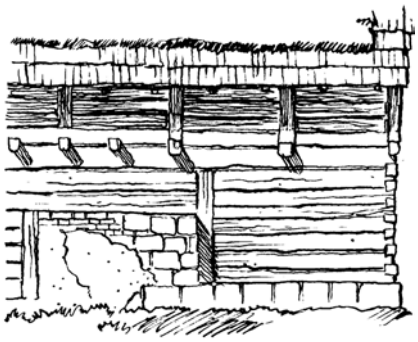
[5.] Kohout, J., Tobek, A., Müller, P: Tesařství Grada Praha 1996

1.5 Vybrané pojmy - dřevěné stavby

Drážková konstrukce

Obr. 1-1, 1-2

Vodorovně kladené trámy nebo tlustá prkna či fošny, jejichž konce, stesané do užších hranolů, jsou zasunuté do drážky(žlábku) vyhloubené v sloupku (u svisle provedené výplně zapadají konce trámů do prahu a ližiny). U nás je převážně doplňkovou konstrukcí uplatňující se spíše u přístavků, drobných hospodářských objektů a ojediněle také u stodol; v domovém traktu vyplňuje drážková konstrukce kratší úseky stěny, především však ty, kde se stýká dřevěná stěna se zděnou (Rychlebské hory). Je častá u příček zděné stavby. Na Plzeňsku se místy tato konstrukce jmenuje „na zaházku“ a „na luh“. Na principu této techniky se vyplňuje i krátký pás stěny mezi okenními otvory. Vedle konstrukce kolové je drážková konstrukce jednou z nejstarších doložených konstrukcí dřevěných domů, kterou však již ve slovanském období od konce 8. století postupně nahrazovalo roubení. Drážková konstrukce se však užívala i nadále, jak potvrzují množící se archeologické doklady pro středověké období.



Obr. 1-1 drážková konstrukce

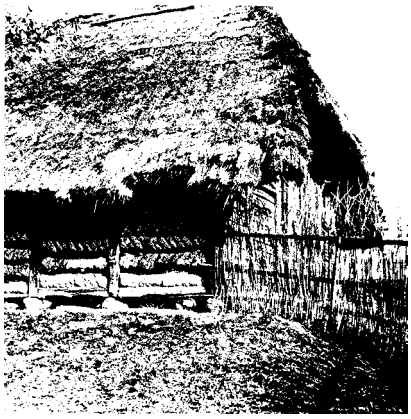


Obr. 1-2 drážková konstrukce

Hliněná stavba

Obr. 1-3

Základním materiálem je hlína, zpracovaná různými způsoby a technikami (vrstvení stěn, nabíjená technika, válková technika, nepálená cihla). Stavba stěn z hlíny je velmi starého původu. Vzpomíná ji už římský architekt Vitruvius v 2. polovině 1. století našeho letopočtu. Otázka stáří hliněné stavby na našem území není dořešena. Na základě dosavadních pramenů se zdá, že před 18. stoletím sloužila hlína především jako doplňkový materiál k pletivu, popř. ke kombinaci s jiným materiálem (dřevem, drobným kamením), a že hliněné stěny byly kombinovány se srubovou konstrukcí (Haná).

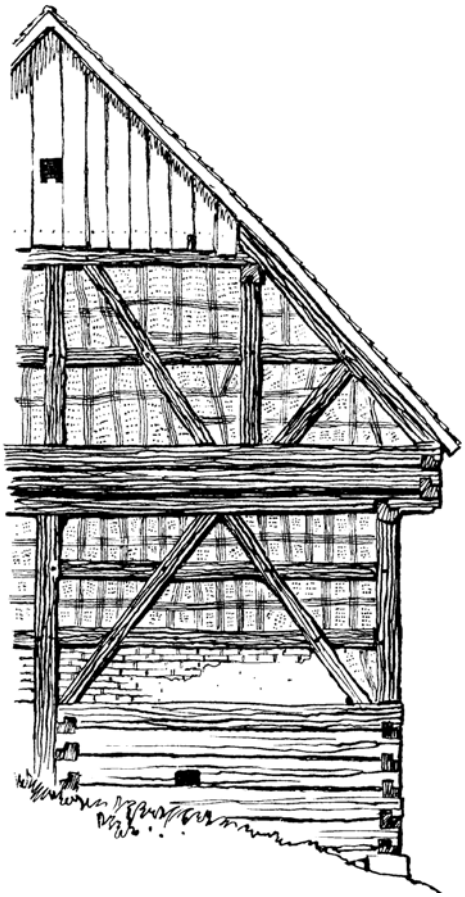


Obr. 1-3 hliněná stavba z válků

Hrázděná stavba (konstrukce)

Obr. 1-4

Trámová kostra vyplněná výpletem, tyčkami, kamenem a od 2. poloviny 19. století také cihlami (v městském prostředí již od 16. století). Dřevěnou konstrukci hrázděné stěny tvoří sloupky dole začepované do vodorovného prahu, posazeného na podezdívce nebo na přízemní domové stěně, a nahoře do vaznice (ližiny), sloužící za podklad stropnicím; stěny bývají zavětrovány vzpěrami, vodorovnými trámky (paždíky), popř. také prahovými a ližinovými pásky. Vyplněná pole se vymazávala lepenicí, omítala a světle tónovala k dosažení barevného kontrastu s trámy, které se napouštěly nebo natíraly černě nebo tmavohnědě (v oblasti s rozvinutou hrázděnou konstrukcí také červeně, zeleně, žlutě, modře apod.). Omítnutá pole byla místy zdobena malovaným ornamentem nebo geometrickými tvary, vtiskovanými do čerstvě nahozené hlíny prsty nebo hřebenovitým nástrojem (u nás na rozdíl např. od Hesenska, kde tento způsob opracování vnějšího líce zdi dosáhl v souvislosti s renesanční architektonickou tvorbou úrovně sgrafita, se zjistila zdobně škrábaná omítka především na vnitřní straně hrázděné stěny u patrových komor v Bečově nad Teplou, Jimlíkově, Mezihorské a dalších vesnicích na Karlovarsku a Sokolovsku).



Obr. 1-4 hrázděná stavba

Původně tektonická funkce trámové kostry v hrázděném zdivu, dochovaná u horských domů, se od 2. poloviny 18. století měnila v bohatě zdobenou stěnu aplikací různých motivů, např. žebrovitého, častějším použitím ondřejských křížů apod., i použitím prohnutých nebo vyřezávaných trámců.

Nejvyšších estetických hodnot dosáhlo hrázděné zdivo na Chebsku na přelomu 18. a 19. století. Naproti tomu na Slánsku se u tzv. lepenic, omítaných místy načervenalou hlínou, kontrast mezi poli a trámovou kostrou neustálým bílením postupně potlačoval. Snaha po vytvoření jednolité stěny v průčelí domů je příznačná pro slovanské cítění, jak nezávisle na slánských lokalitách ukazují obdobné formy např. maloruského nebo srbského hrázdění, označované jako východní (slovanské) hrázdění.

Nejstarší známý doklad hrázděné konstrukce je z tureckého Catal Hüyüku, kde se hrázděné zdivo použilo před více než 8 000 lety. Do Čech proniklo hrázděné zdivo přes Německo ze severozápadní Evropy, a to nejdříve do městských staveb a hradů (v Praze ikonograficky doloženo z doby kolem roku 1490, na náměstí v Chebu je dokládána skupina v jádře gotických domů zvaných Špalíček, na hradě Karlštejně bylo ve 14. století v hrázděné konstrukci vybudováno 3. patro) a teprve od konce 15. a 16. století se tato konstrukce uplatňovala i v menších městech a na venkově severozápadních a severních Čech. Ikonograficky je na vesnici doloženo již od 16. století (např. prospekt Skalné z roku 1540, okres Cheb, a řada dalších) a z terénu jsou známy nejstarší objekty ze 17. a 18. století (kolna-sýpka v areálu renesanční tvrze v Dolní Hraničné z roku 1699, okres Cheb, věžovité špýchary

z Chebska z roku 1714 a 1717 a další). Specifickým znakem v použití hrázděného zdiva v Čechách je skutečnost, že s výjimkou stodol a kolen nikde (na rozdíl např. od Durynska) neproniklo do přízemních domových stěn, jmenovitě do stěn přední světnice, ale jen do pater a štítů; proto se tato konstrukce, jejíž výstavbu požadovala četná nařízení k úspoře dřeva, jeví v českém lidovém stavitelství spíše jako doplňková. Přesto česká izoglosa hrázděného zdiva je součástí izoglosy evropské, která vstupuje do Čech u Rozvadova a pokračuje směrem na Stříbro a Všeruby, kde se otáčí na sever k Manětínu, odkud směřuje na Rakovník a Kladno; zde všude se plynulá hranice již dříve ztratila, a proto je až po Liběchov severně od Mělníka vyznačena spíše teoreticky. Z Mělnicka vede izoglosa hrázděného zdiva nejprve na severozápad přes Dubskou vrchovinu a napříč Českým středohořím až zhruba k Benešovu nad Ploučnicí, odkud mohutným obloukem svírajícím území roubeného domu na Českolipsku pokračuje k východu přes Lužické hory a Liberec do frýdlantského výběžku, kde u Nového Města pod Smrkem opouští zemi a napojuje se na oblast hrázděného domu dolnoslezského. Na území severních a severozápadních Čech, vyděleném touto izoglosou, se hrázděné zdivo objevuje ve štítech a patrech domů v různé intenzitě, ba dokonce jsou i nemalé oblasti, kde je téměř zcela překryto zdivem (např. Poohří) nebo roubením (např. ve východní části Českého středohoří). Ojediněle se hrázděná konstrukce dochovala i jinde (na Mladoboleslavsku, dokonce i na Kutnohorsku, u stodol na Osoblažsku).

Krčková stavba

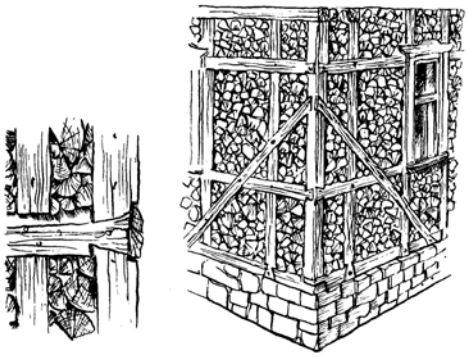
Obr. 1-5

Dřevěný dům se stěnami z krátkých celých či půlených špalíků (krčků) nebo polínek, kladených těsně vedle sebe a spojovaných pilinovápennou maltou. Konstrukci zpevňují vodorovné, 1 – 1,5 m dlouhé trámky, kladené nad sebe ve vzdálenosti 50 – 60 cm. Krčkové stavby se dochovaly z 19. století v horním Pojizeří a na Náchodsku.

Na Náchodsku se prováděla ve dvou základních konstrukčních variantách:

stěny z příčně kladených polínek, nároží vázána střídáním delších podélných trámků a příčně položených kratších polen (nejvíce na Jilemnicku);

pole ve zdvojené trámové konstrukci vyplněna příčně kladenými polínky na způsob hrázděné stěny (Náchodsko).



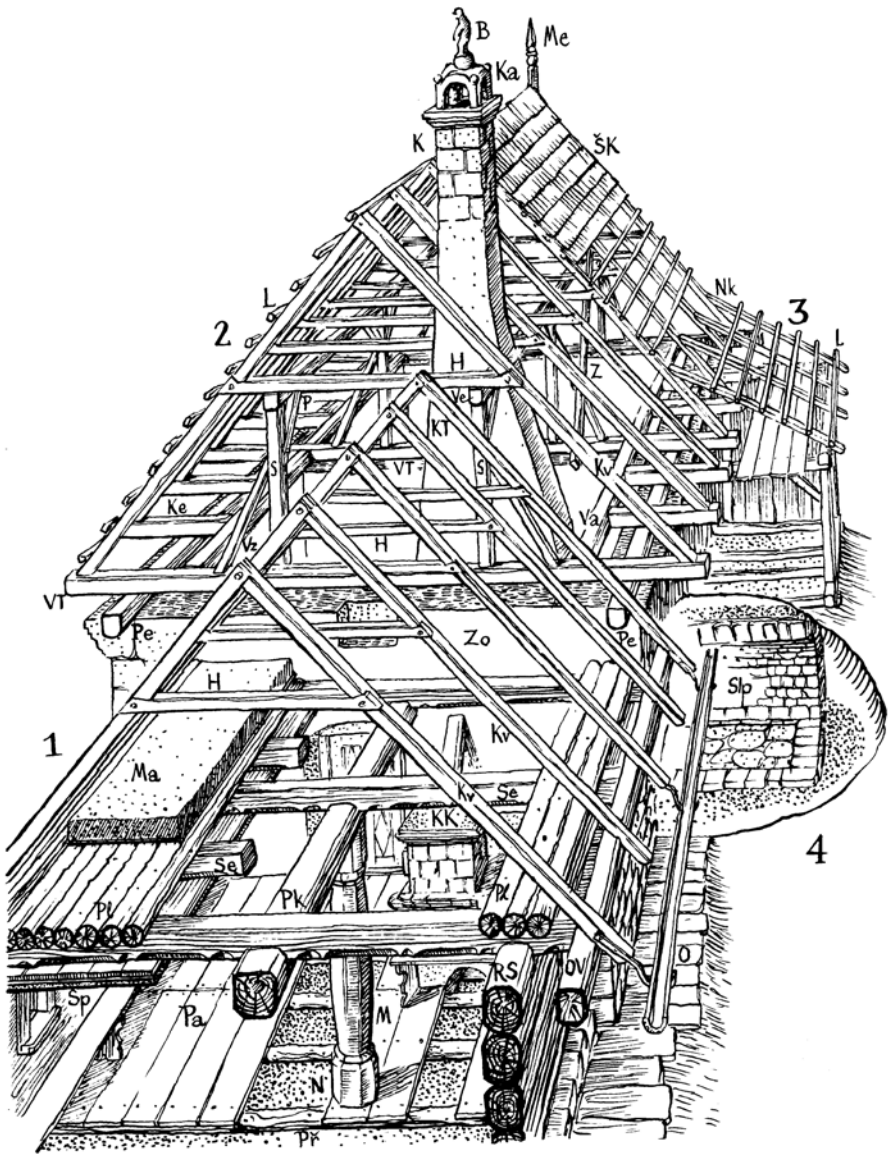
Obr. 1-5 krčková stavba

Z krčků jsou stavěny jen obytné části domu, a to leckde v kombinaci s jiným stavebním materiálem (trámy, pilinové či jílové cihly, kámen). Jinak se krčkové stavby shodují s tamějšími roubenými domy, bývají však vybudovány na důkladnější kamenné podezdívce. Později se omítaly i z vnější strany. Jejich vznik souvisí s rozvojem pilařského průmyslu v 19. století. Krčkové stavby byly obydlím spíše sociálně slabších vrstev.

Krov

Obr. 1-6, 7

Jedná se o střešní konstrukce, u nichž je střešní plášť tvořený střešními latěmi a střešní krytinou nesen šikmými párovými prvky - krokvemi, které se o sebe opírají navzájem. Paty



Obr. 1-6 krov (podle konstrukcí pojizerských chalup)

1 – nejjednodušší plná vazba hambálkové soustavy nad roubenou světnicí, 2 – dvojitá stolice stojatá hambálkové soustavy nad zděnou dostavbou síně a chlévů, 3 – pultová střecha nad bedněnou kolnou, 4 – valeně klenutý sklep krytý zeminou; B – pískovcový „bubák“ na komíně, H – hambálek, K – komín, Ka – korunka, Kk – kachlová kamna, KT komínové těleso, Kv – krokev, M – mnich (podpěrný sloup průvlaku), Ma – mazanice, Me – makovice, L – lať, Nk – náměstek, N – násyp, O – okap, OV – okapová vaznice, P – pásek, Pa – podlaha, Pe – pozednice, Pk – průvlak, Pl – poval, Př – polštář, Sp – strop, RS – roubená stěna, S – sloupek, Se – stropnice, Slp – sklep, ŠK – šindelová krytina, V – výměna, Va, Ve – vaznice, VT – vazný trám (vazák), Vz – vzpěra, Z – zavětrování, Zo - zdivo

těchto krokví jsou pevně zapřeny do vodorovného vazného trámu a tvoří tak spolu trojkloubovou soustavu většinou ve tvaru rovnoramenného trojúhelníka. Prostorová konstrukce krovu vzniká opakováním a řazením modulu tzv. příčné vazby krovu v lineárním směru (střechy sedlové) nebo jeho rotací okolo svislé osy (střechy stanové, resp. helmice věží). Kombinací obou těchto principů získáváme střechy valbové, modifikací základního tvaru příčné vazby pak střechy mansardové.

Prosté krokevní krovy nemají v příčných vazbách žádné další výztužné prvky a používají se proto jen pro střechy o malém rozpětí. Jejich výskyt lze zaznamenat od středověku až do současnosti. Pro krokevní krovy zastřešující prostory větších příčných rozměrů je charakteristické vyztužování příčných vazeb vodorovnými rozpěrami - hambalky, šikmými vzpěrami či táhly a svislými sloupky či věšáky. Tyto prvky omezují volnou vzpěrnou délku jednotlivých trámů tak, aby při žádném z možných zatěžovacích stavů nemohlo dojít k jejich vybočení. Požadovanou tuhost prostorové soustavy v podélném směru zajišťují u jednoduchých krovů zavětrovací latě připevňované k vnitřním hranám krokví, u složitějších krovů se postupně vyvinuly různé druhy stolic podélného vázání. Tyto stolice umožnily úsporné rozdělení příčných vazeb na tzv. plné vazby - nosné, zapojené do prostorového systému podélného vázání - a na zjednodušené nesené vazby mezilehlé s hambalky podporovanými pomocí podélných prvků stolic. Vazné trámy mohou být z úsporných důvodů nahrazeny krátčaty čepovanými do podélných výměn začepovaných mezi vazné trámy v plných vazbách. V jiné úpravě bývají paty krokví opřené přímo do podélných prahů. Příčné vazby krovu, které nemají vazné trámy, nazýváme prázdnými, neboli jalovými vazbami. Pro krokevní krovy je charakteristické užívání tzv. námětků krokví, prvků různé délky, které překrývají přesahující zhlaví vazných trámů, resp. krátčat a umožňují posunout okapovou hranu střechy co nejdále od fasádního líce. Na obvodové zdivo jsou vazné trámy uloženy prostřednictvím jednoduchých či zdvojených pozednic, u roubených a hrázděných staveb bývají krovy organicky zapojeny do konstrukce obvodových stěn.

Krokevní krovy jsou charakteristické zejména pro oblasti severní a střední Evropy. Původ jejich konstrukce je možné spatřovat ve stanech kočovníků ze severských oblastí. Globálně rozšířeným archetypem je okrouhlá chýše zhotovená z tyčí navzájem o sebe opřených ve vrcholu.

V lidovém stavitelství se rozlišují dva základní typy krovů:

1. krov s hřebenovou vaznicí (hlavní částí je trám na hřebenu střechy, rovnoběžný s jejím okapem; hřebenová vaznice spočívá na vidlici krajních sloupů (socha), na sloupcích zapuštěných do vazných trámů, v hnízdech zkřížených krokví nebo na štítových stěnách stavby; další typy hřebenového krovu: krov na kobylu, na stolec, na stolice, na vosla, vláčový)

2. krov krokvový (tvořený určitým počtem proti sobě vzepřených a nahoře do sebe začepovaných trámů; další typy krokvového krovu: hambálkový, vaznicový, krov na větrník)

V českém lidovém stavitelství se rozlišují dva základní typy, a to:

Krov s hřebenovou vaznicí a krov krokvový (tvořený určitým počtem proti sobě vzepřených a nahoře do sebe začepovaných trámů), který je typologicky mladší a technicky vyspělejší. Krov krokvový se mohl uplatňovat u domů s pevnou konstrukcí stěn (např. v Karpatech), zatímco starší konstrukce krovů s hřebenovou vaznicí se spíše dochovala v jižních krajích u staveb s lehčí konstrukcí stěn. V domovém zvykosloví byl krov chráněn před bleskem (pod krov se zasunovaly jívové proutky , kladly se k němu uhlíky z hranice, na níž se pálily svaté oleje, apod.).

Krov hambálkový, krokvový, vaznicový nosná konstrukce střechy z pevných trojúhelníků, jejichž odvěsny jsou krokve. Nejjednodušší je krov krokvový (rozpětí do 5 m), skládající se

z krokví spojených ve vrcholu plátem a u okapu osazených buď do podélných trámů vaznicového věnce srubu (podkrovnice, pozednice), nebo zapuštěných do zhlaví přečnívajících stropnic (první varianta této konstrukce asi vývojově souvisí se starší fází bezestropých srubů, u nichž podkrovní prostor nebyl oddělen od spodního prostoru). Na krokve jsou asi ve vzdálenosti 25 cm přibyty latě nesoucí krytinu. Ve vrcholu mohou být krokve spojeny krátkými hřebenovými kleštinami.

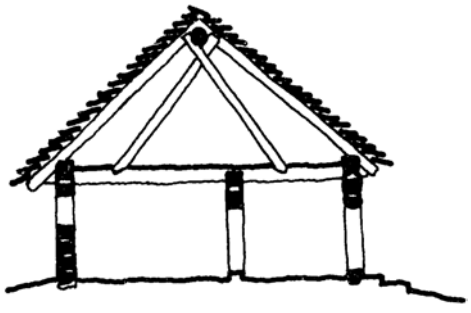
Variantou krokvového krovu je krov „na větrník“, který je zavětrovaný, a to obvykle jen v jedné střešní rovině (Chodsko). U krovu hambálkové (německé) soustavy, který u roubených staveb konstrukčně souvisí se stropem, jsou krokve osazeny v podélných trámech vaznicového věnce a svými konci se opírají o okapovou vaznici, nebo jsou přímo zapuštěny do této vaznice, pokud na ní nespočívají námětky; u zděných staveb jsou krokve zapuštěny do vazných trámů, podložených na obvodových zdech pozednicemi. Každý pár krokví je zhruba v jedné třetině výšky od hřebenu střechy rozepřen hambálkem, spojeným s krokvemi přeplátováním. Tato konstrukce , rozšířená v našem lidovém stavitelství přibližně od konce středověku, se zhotovuje do rozpětí až 10 m. U vyvinutějších krovů bývají krokve začepovány mezi plné vazby (rozmístěné asi na vzdálenost 4 m) do krátčat podélně spojených výměnami. Vazby podporují stolice stojaté nebo ležaté, doložené v terénu i v archivních dokladech už ze 17. století; bývají podepřeny vzpěrami a jejich vaznice se nedotýkají krokví. Hambálková soustava krovu byla ve 2. čtvrtině 19. století zdokonalena M. Ránkem čepováním krokví do vodorovných trámů (prahů) nad pozednicí. U soustavy vaznicové, která je vylepšením hambálkové soustavy, jsou krokve mezi sebou spojeny dvěma kleštinami a osedlány vaznicí; vazný trám je oddělen od krokví spočívajících na pozednicích. Krokve se kladou asi 1 m od sebe a ve vzdálenosti přibližně 4 m je plná (nosná) vazba.

Krov na kobylu v nářečí v jihozápadních Čechách. Krov s hřebenovou vaznicí, podobající se hřbetu zvířete, jehož název přichází na slemeno („kobyla“, „vosel“). Byl rozšířen především na Strakonicku, Horažďovicku, Sušicku, Vimpersku, Klatovsku a Strakonicku.

Krov na stolec v nářečí ve Slezsku. Krov s hřebenovou vaznicí.

Krov na větrník v nářečí na Chodsku. Krokvový krov se zavětrováním obvykle v jedné střešní rovině, které se provádí ještě na staveništi; trámem spojené krokve se najednou zvednou a dole se zapustí do zhlaví příčných (vazných) trámů. Nahoře se krokve čepují s protilehlými krokvemi, které jsou dole rovněž zapuštěny do příčných trámů (horní čep se stahuje dřevěným hřebem). Použití krovu na větrník bylo rozšířeno u sedlových i polovalbových střech na Chodsku.

Krov na vosla v nářečí na Chodsku. Krov s hřebenovou vaznicí zvanou „osel“ či „vosel“, kterou nesou sloupky zadlabané do vazných trámů (leží na pozednicích). Pro vyztužení je sloupek s vazným trámem spojen krátkou vzpěrou (prahový pásek, „rukáv“). Na hřebenové vaznici jsou zavěšeny lemězy, které nesou střešní latě a lehkou krytinu (došek, šindel). Spodní konce lemězů jsou volné a mohou libovolně přesahovat líc vnější budovy. Jde o starý a jednoduchý, na Chodsku téměř až do 40. let 19. století velmi oblíbený krov u valbové i sedlové střechy, jehož předností byla malá spotřeba dříví, obvykle tenčího průřezu. Na Slánsku však výraz „na osla“ značí krov krokvový bez hambálku (s hambálkem je pak „na stolici“).



Obr. 1-7 nůžkový krov

Krov nůžkový - krov s hřebenovou vaznicí, nesenou páry zkřížených krokví, které vytvářejí pod střešním hřebenem hnízda, do nichž je

položena hřebenová vaznice (slemeno); pod zkřížením bývají krokve zpravidla zpevněny hambálky, dole se opírají o stropnice. Název podle tvaru polootevřených nůžek. Krytinu nesou lemězy. Starý typ střešní konstrukce geneticky související se sochovou konstrukcí krovu se dochoval u hliněných staveb na jižním Slovensku (vedle sochové konstrukce). Nůžkový krov byl ještě v 19. století rozšířen také v úzkém pásu jihomoravského pohraničí na Znojemsku a na Mikulovsku a ve Slezsku v oblasti Opavska a Hlučínska. V Čechách se nůžkový krov objevuje i v mladší vrstvě vaznicových krovů kolem roku 1900. V etnografické literatuře se chybně nazývá kleštinový krov.

Krov s hřebenovou vaznicí - střešní konstrukce, jejíž hlavní částí je trám (vaznice) na hřebenu střechy, rovnoběžný s jejím okapem. Hřebenová vaznice (slémě, slemeno) spočívá na vidlici krajních sloupů (socha), na sloupcích (s pásky) zapuštěných do vazných trámů (polosocha), v hnízdech zkřížených krokví (nůžkový krov) nebo na štítových stěnách stavby (např. u alpského nebo skandinávského domu). Vyspělejší krovy s hřebenovou vaznicí, rozšířené v alpské oblasti a v severozápadní a severní Evropě, mají několik vaznic položených mezi vaznici hřebenovou (vrcholovou) a okapovou (tzv. střední vaznice). Na vrcholové vaznici jsou zavěšeny postranní tyče (lemězy), které nesou střešní latě a krytinu. Lemězy nejsou základním konstrukčním prvkem a nemusejí stát proti sobě jako hraněné krokve. Krov s hřebenovou vaznicí je vývojově starší než krov krokvový a ikonogarficky je u nás doložen již ve 13. století. Také v jazykovém materiálu je doložen ze středověku; např. u Klareta (?-1379) proti latinskému tignum stojí výraz krokev, proti tignus leměz; nelze však spolehlivě říci, kdy u venkovských staveb krov s hřebenovou vaznicí vystřídal krov krokvový. Krov s hřebenovou vaznicí se dochoval v jihozápadních Čechách, na Těšínsku, v malém pásu jihomoravského pohraničí na Znojemsku (asi do počátku 20. století) a na jihozápadním Slovensku.

Krov vláčový v nářečí na Plzeňsku. Krov s hřebenovou vaznicí, zvaný též „na vlače“.

Krov vobálovej v nářečí na Chodsku. Krov ve tvaru čtyřbokého jehlanu, který znali chodští tesaři, ale v lidovém stavitelství se neuplatnil.

Lepenicová stavba

Obr. 1-8

Lokální název hrázděné stavby. Stěny tvoří kostra, která se skládá ze tří trámů vodorovně nad sebou položených; spodní trám leží na podezdívce, na vrchní ližině spočívá střecha. V rozích a v místnostech, kde jsou otvory pro okna a dveře, bývají sloupky. Vodorovné a kolmé trámy bývají spojeny dvěma nebo čtyřmi vzpěrami, zabezpečujícími pevnost stěny. Volný prostor mezi trámy je vyplněn různě tlustými kůly, tyčkami, latěmi nebo úzkými prkny, přihrocenými na koncích, které se staví kolmo v nestejné vzdálenosti od sebe. Výplň se ještě horizontálně vyplétá proutím nebo dlouhou spletenou slámou. Stěna se pak ohazuje tlustou vrstvou lepenice (hlína uhnětená se slámou a plevami). Dříve se touto prací zaměstnávali zvláštní dělníci (lepiči). Lepenicové stavby byly rozšířeny především v severozápadních Čechách.

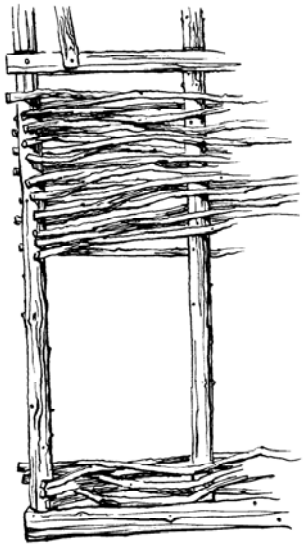


Obr. 1-8 lepenicová stavba

Pletená stavba

Obr. 1-9

Její kostru tvoří neotesané kůly, zapuštěné po celém obvodu stěn do země (jejich výška je dána výškou stěny). V rozích na podélných stěnách je kolová kostra zpevněna tlustšími kuláči nebo tesanými trámy, vrchní konce kůlů i trámů jsou začepovány do vodorovně přeložených trámů, které tvoří horní okraj kostry. Tato konstrukce se proplétá (horizontálně nebo vertikálně) větvemi a proutím. Pletené stěny domů se pak omítají tlustou vrstvou hlíny smíšené se slámou a plevami, u hospodářských staveb(zejména u stodol) zůstávají pletené stěny i neomítnuté (usnadňují větrání prostorů). Otvory pro dveře se vynechávají hned při kladení kostry, okna se vytesávají do hotové stěny.neomítnuté. Vyplétání stěn proutím je jednou z nejstarších stavebních technik. Podle archeologických nálezů bylo kdysi známo všem indoevropským národům. Nejdéle se uchovalo v lidovém stavitelství ve východní části střední Evropy, v jihovýchodní a východní Evropě. U nás se pletené stavby vyskytovaly především na jihovýchodní Moravě u hospodářských staveb a také v Čechách (archeologické doklady např. z Levého Hradce, z Lounska). Východ našeho území po této stránce navazuje na Slovensko, Maďarsko a Ukrajinu. Většinou mladšího původu je vyplétání domových štítů, které se rozšířilo v řadě oblastí (střední a severní Čechy, střední a jižní Morava a jinde) hlavně v 19. století. Elementární formy pletené stavby představují koše s různě řešenou střechou, sloužící k ukládání obilí a kukuřice.



Obr. 1-9 pletená stěna

Podlaha

V lidovém stavitelství hliněná zem, dřevěná podlaha nebo dlážka z plochých kamenů, cihel, dlaždic. Nejstarší formou je podlaha z udusané hlíny smíšené s plevami, která je obecně rozšířena až do počátku 19. století a nejdéle se udržela v reziduálních oblastech Karpat a na přilehlém území (donedávna byla běžná např. na Balkáně). Kulturní pokrok ji nevytlačil z komor, sýpek a mlatů, kde se pečlivě udržovala až do zániku soukromého hospodaření. Povrch se upravoval mazanicí a v „jizbě“ (světnici) se zdobil sypáním jemného písku (jižní Morava a jihozápadní Slovensko), vytvářením ornamentu pramínkem vody (jihovýchodní Morava, Záhoří a jinde) nebo bílením. Pokročilejší formou byly v některých krajích Čech (např. ve středním Polabí) prkenné (palubové) podlahy uložené na polštářích (již na počátku 19. století), v Pojizeří se běžněji vyskytují v první čtvrtině 19. století; z počátku se málo umývaly z obavy před hnilobou. Trámové podlahy ve chlévech, označované ve východních nářečích „mostiny“, „pomoštiny“, „palanky“ apod., leží na trámech zvaných „slzaje“. Dlážděné podlahy se budovaly hlavně v síních, kolem topeniště, ale místy i v komorách (např. na Rosicku-Oslavansku, kde byly dlaždičky již v 1. polovině 19. století), ve sklepech a jinde. Na hliněnou zem nebo na dlážku se v případě potřeby rozprostřela proti chladu sláma (případně pletivo ze slámy), kůra z jehličnatých stromů, suché listí, rákos apod. Prkenné podlahy byly holé, místy (např. v Podkrkonoší) se ve 20. století pokrývaly hadrovými koberci. Linoleum proniklo na venkov až počátkem 30. let 20. století. 2. V nářečí také „strop“.

Požárový řád

Požárové řády byly vydávány za Marie Terezie a Josefa II. Obsahovaly stavební příkazy a zákazy spojené s ochranou před ohněm (např. příkaz stavět zděné budovy, zákaz stavět dřevěné komíny, příkaz dodržovat určité vzdálenosti mezi domy, situovat stodoly, kovárny , pazderny v bezpečné vzdálenosti od příbytků apod.).

Požárové řády byly často opakovány, což svědčí o tom, že nebyly ve všem respektovány nebo že byly obcházeny. Např. 15.2.1816 byl vyhlášen dvorský dekret, který obnovuje zákaz stavět domy ze dřeva. Dekret z 30.3.1816 uvádí, že zákaz stavět ze dřeva se vztahuje také na vedlejší hospodářská stavení a na ploty. Na staveních visel pod střechou pro případ požáru hák nasazený na dlouhém bidle, žebřík a plátěná vědra.

Práh

1. Základní (spodní) vodorovný trám, zvaný také prahový trám (nepřesně poval), dřevěné, hrázděné nebo pletené stěny; je mohutnější, u staveb z kuláčů neotesaný, z vybraného, vysoce kvalitního dřeva (smrk, jedle, dub aj.). Na jeho správném osazení závisí trvanlivost stavby.

2. Spodek dveřního otvoru ze dřeva, z kamene nebo z cihel (podle druhu stavby).

U starých roubených staveb je práh součástí základního prahového trámu ohraničeného zárubní (ostěním) dveří. Prkenný práh tvoří opracované prkno přibité u dveří na spodní trámec, zvaný také práh.

3. V nářečí (jižní Čechy, Poděbradsko) zápraží.

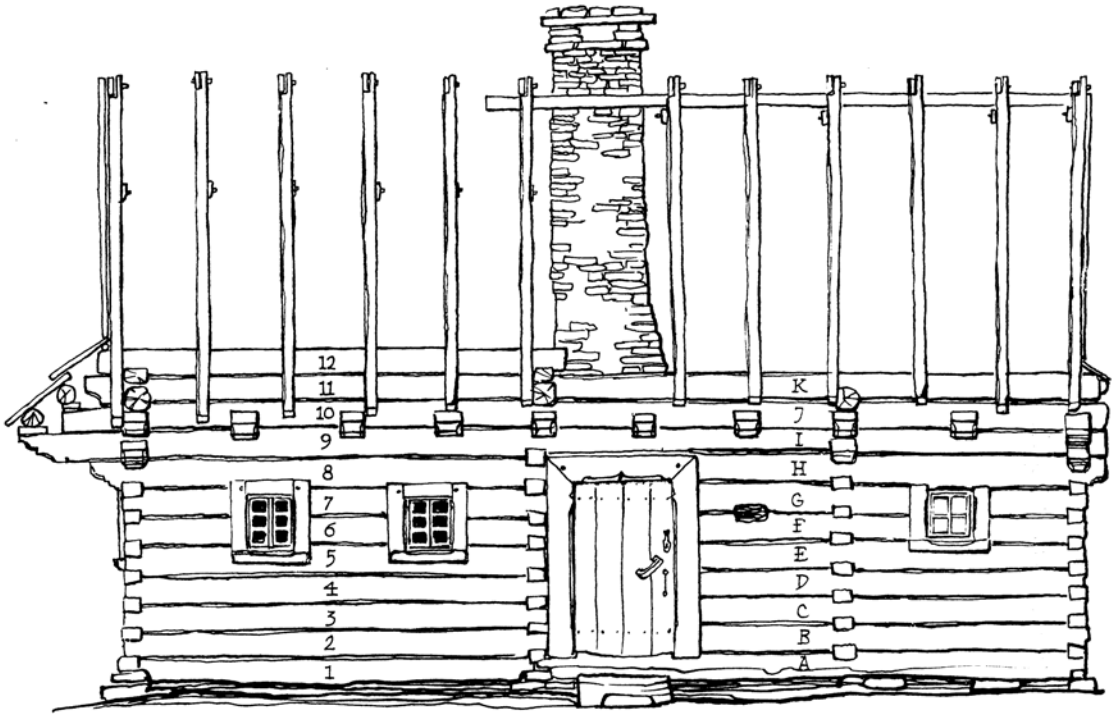
U starých staveb byl práh zejména u hlavního vstupu tak vysoký, že se musel překročit. S tím souvisí úcta prahu prokazovaná. Na ní je založena legenda o vzniku Prahy. Práh jako rozhraní mezi vnějším světem a vnitřkem domu má obyčejový význam (pod prahem sídlil had hospodáříček, na prahu se mu kladla miska s kaší, pod práh se zakopávaly ochranné předměty, např. hromové kameny, mrtvé holubice, vejce, ryba, peníze, železné figurky zvířat, byliny a různé devocionálie, a naopak také předměty , které měly domu, obyvatelům i dobytku škodit, jako např. kosti ze hřbitova; ženich nevěstu přes práh domu přenášel, zemřelý obyvatel se loučil s domem třemi údery rakve o práh, na prahu se sedávalo, pracovalo a besedovalo, nemá se však na něm štípat dřevo, aby nebyl přivolán hrom, z téhož důvodu se za bouřky položí metla a lopata křížem pod práh, popř. pod okap nebo na hnojiště.

Roubená konstrukce

Obr. 1-10

Stěny z trámů vodorovně kladených na sebe a spojených na nároží přeplátováním. Nástup roubené konstrukce , která se nejprve uplatnila v krajích s jehličnatými lesy, znamenal velkou změnu ve stavební technice. Podle archeologických nálezů roubená konstrukce pronikla pozvolna a současně s ní se udržovaly i stavby pletené a stavby v drážkové konstrukci se zapuštěnými sloupky. Nejstarší roubené objekty byly vykopány z doby bronzové v močálových sídlech na území Německa a Švýcarska. Z východní Evropy jsou známy první roubené stavby z horní Volhy ze 4. až 5. století, ze Staré Lagody ze 7. století, z Lotyšska ze 6. století, z Finska z 8. století atd.; v polské opevněné vesnici Biskupin existoval roubený val v době 550 až 400 před naším letopočtem. Na českém území pocházejí první stopy roubené konstrukce z 8. století (Klučov – sonda č. 80, okres Kolín, na obvodu polozemnice se dochovaly žlábky po roubené konstrukci), v dalších stoletích dokladů přibývá: Levý Hradec – dvě tříprostorové obytné stavby se dvěma jizbami a s centrální síní (jizba-síň-jizba) a

dvouprostorový srub (jizba-síň), s přesahy na nárožích, polovina 9. století; kouřim, okres Kolín (hradiště Stará Kouřim, 9. století); Starý Loket u Jenišova – Tašovic, okres Karlovy Vary (zbytek roubené stavby s přesahy 10 až 20 cm na nárožích, 10. století); Praha – Hrad (10. století); Praha – Ungelt (část roubené stavby s přesahy na nárožích, přelom 11. a 12. století); Hradisko u Zlína (s přesahy na nárožích,11. až 12. století) a další. Ve vesnickém prostředí se z období před 14. století zjistily převážně jen části roubené konstrukce se zhlavím na nárožích, ale její existence je doložena archivními doklady a ve středověké ikonografii (např. Velislavova bible, kolem roku 1340). Vzácný ikonografický doklad roubené konstrukce byl objeven při odkrytí velké nástěnné malby z roku 1490 v tzv. Zelené světnici na hradě Žirovnici, kde je roubená stavba situována k potoku do podhradí; charakterizuje ji sedlová, asi došky krytá střecha a symetrické členění průčelní stěny okny; přesahy trámů na nárožích nejsou průkazné (v tradičních dokladech např. u čp. 34 v nedalekém Rynárci).



Obr. 1-10 roubené stěny

Valašsko:

1 - práh, 2, 3, 4 - dřevo, 5 - stěnovica, 6, 7 - somica, 8 - zavírka, 9 – podtramnica, 10 – zavírka, 11 – srubení, 12 – podkrokevnica;

Polabí:

A – unterholc, B – obrholc, C, D, E, F, G, H, I, J, - roubenáči, K - podkrovnice

Aeneas Sylvius Piccolomini píše ve své Kronice české k roku 1434 o stodolách zhotovených z plotů a dřevěných srubů omazaných hlínou. Zajímavé je také svědectví anglického cestovatele Fynese Morisona z let 1591 až 1593 o domech v Praze, sroubených z celých stromů. Z latinského textu pražské kapituly z roku 1366 o dřevěných staveních ve vsi Lažánky u Bechyně není konstrukce průkazná (zřejmě však jde o roubenou konstrukci).

Teprve na konci údobí rozvinutého feudalismu se postupně prosazují hladká nároží, avšak zhlaví se udržela hlavně v Pošumaví. K roubení se používají neopracované kmeny (kuláče), půlené nebo částečně i úplně hraněné trámy, opracované sekerou (širočinou) a od přelomu 16. a 17. století i rámovou pilou. Před používáním pily je nutno počítat s kmeny kácenými jen

sekerou, takže na nároží zůstávají delší a špičatá zhlaví trámů (poslední relikty např. na Šumavě).

Ve středním Polabí se nejpozději od 16. století také roubilo z tlustých fošen (trhanic). Spáry (skuliny) mezi trámy se vyplňují slaměnými rulíky namočenými v hlíně, nabíjejí se mechem a zamazávají hlínou smíšenou s plevami, s nasekanou slámou apod. Později se vymazávka bílila (na Chodsku se také někdy černila), takže kontrastovala s tmavými trámy; v Podkrkonoší i jinde se opatřuje barevnými nátěry. Spáry v roubené stěně se překrývají také lištami, které vytvářejí s přesně hraněnými trámy zcela kompaktní stěnu. Velmi se dbalo na ochranu roubení (konzervace volskou krví, na Liberecku v 19. století napájení stěn sloučeninou lněného oleje a loje, později se používala fermež). Patrně z magických důvodů se roubené stavby začaly zdobit nástěnnou malbou, později se podobaly zděným stavbám, neboť od 2. poloviny 18. století se stále důrazněji obnovovaly zákazy stavět domy ze dřeva.

Srub

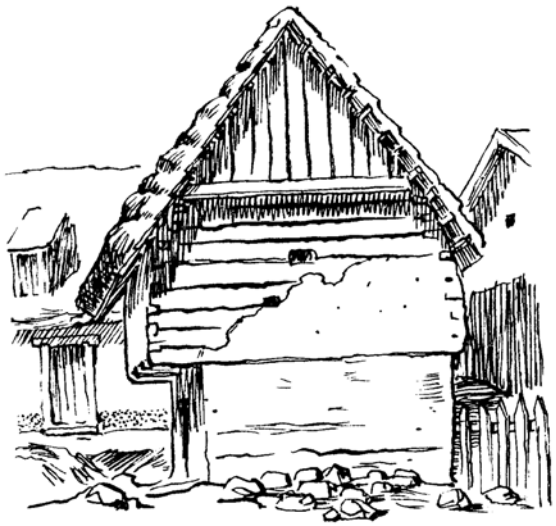
Obr. 1-11, 12

1. Dřevěné stavení sroubené z vodorovně kladených trámů nebo trámů spojovaných v rozích přeplátováním.

2. Téměř obecně používaný název pro samostatnou roubenou, popř. lepenicovou komoru (špýchar), obvykle podsklepenou, s vnějším schodištěm a pavláčkou, s doškovou, popř. šindelovou střechou sedlové, polovalbové nebo valbové formy. V jihozápadních Čechách a jinde se dochovaly sruby s roubenou valenou klenbou, objevující se také ve Slezsku i na Slovensku (roubená klenba bývá z vnější strany omazána, konstrukčně



Obr. 1-11 srub



Obr. 1-12 srub

samostatnou střechu nese krov krokvový nebo krov s hřebenovou vaznicí). Nejstarší známý „srúbek“ s vročením 1595 stál do roku 1961 ve Spálově (okres Nový Jičín) ve statku čp. 13. 3. Na Chodsku i jinde se název srub přenesl také na zděné špýchary. Srub stojí na dvoře obvykle proti obydlí, u špýcharového domu vedle síně a jinde; bývají často zvýšené nebo patrové. Dole je komora k uložení různých věcí, kolna nebo dílna, v patře a v podstřeší sýpka. Sruby umístěné na sloupové kůlně byly rozšířeny v povodí Berounky a na Slánsku, na Poličsku a Opavsku se budovaly nad průjezdem.

Stavební řád

Souhrn předpisů, podle nichž se řídí výstavba domů a obcí. Nejstarší stavební řád je z roku 1548. Prvním moderním svodem stavebních předpisů, vydávaných od poloviny 18. století a doplněných o nová ustanovení, je stavební řád nazvaný Řád stavební pro města království Českého a pro šíré kraje neb dědiny, který vyhlásilo české gubernium roku 1833. Obsahuje celkem 67 paragrafů a je rozdělen do dvou oddílů; v prvním jsou stanoveny všeobecné zásady při výstavbě domů ve městech, druhý oddíl (od paragrafu 46) obsahuje směrnice ke stavbě budov a k jejich opravám v městysi a na vesnici. Stavební řád z roku 1833 nebyl na vesnici v plném rozsahu dodržován a jednotlivé paragrafy se prosazovaly jen pozvolna; nejvíce jím byla ovlivněna topeniště. V roce 1845 vyšel nový stavební řád, který byl rozšířen jen o několik předpisů proti stavebnímu řádu z roku 1833. Další stavební řád byl vydán v roce 1864 pro České království, který v roce 1889 nahradil stavební řád pro obce venkovské. Stavební řád pro Moravu byl vydán roku 1894. Stavební řády obsahují předpisy o dělení pozemků na stavební místa, o povolení ke stavbě, o provádění staveb atd. Nařízení o číslování domů vyšlo za Marie Terezie roku 1771, domovní daň byla zavedena roku 1788.

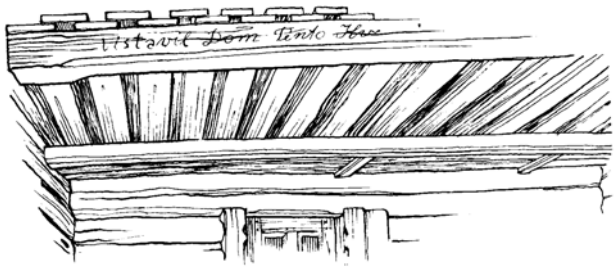
Stolice

Nosná část krovu; kladou se ve vzdálenostech asi 5 m.

Strop

Obr. 1-13

Lidově také „tlo“, „tla“, „poval“, „podlaha“ aj. Pravěká obydlí byla asi bezestropá, takže kouř z ohniště volně unikal do podstřeší; bezestropý prostor se dochoval např. v kolibách, ale ojediněle i v síni roubených chalup, do níž se kouř odvádí z dýmné jizby (západní Karpaty). Pozoruhodné je svědectví národopisného sběratele F. S. Štěpánka (1824-1899), který ještě viděl světnice bez stropu v několika chalupách nedaleko Prahy. Z konstrukčních a izolačních důvodů docházelo patrně s nástupem roubené konstrukce a se zaváděním pece v raném středověku nejprve k zastropení jizby a pak i dalších prostorů, přičemž strop v dýmné jizbě byl vyšší než v síni nebo v komoře (ojediněle dochováno v reziduálních oblastech Karpat).



Obr. 1-13 strop

Jednu z nejstarších forem zastropení vedle roubené valené klenby tvaru obráceného koryta představuje strop povalový, zhotovený z oloupaných, těsně vedle sebe kladených kuláčů (povalů), které u srubu bývají zevně viditelné vyčnívajícím zhlavím. Povaly, často kladené přes nosné trámy , jsou shora zaplněny vrstvou hlíny. V hospodářských prostorách se k zastropení používala drobná neoloupaná kulatina („brlina“, „vrlina“). Místo povalů, tlustých asi 10 až 30 cm, se někdy kladou štípané nebo řezané půlkuláče, zespodu otesané, nebo tlusté štípané desky. Od 19. století se postupně v lidovém stavitelství uplatňuje strop trámový záklopový, složený z příčných, asi 1 až 1,5 m od sebe vzdálených stropních trámů (stropnic), přes něž se kladou prkna (záklopy) na sraz (popř. jsou spáry kryty lištami), nebo vystřídáním

na přesah. Strop zčernalý od loučí se napouštěl volskou krví, před svátky se myl a vytíral, aby byl tmavý a lesklý. Ve 2. polovině 19. století se po zániku krbů v některých oblastech začal bílit a ojediněle se už od 18. století v místnostech bez kouře pestře maloval (např. ornamentální výzdoba na záklopech, strop i stěny včetně zasouvacích okenic a dveří vymalované barokními náboženskými výjevy, alegorickými krajinami a ornamenty); v chudších domácnostech se povalový nebo záklopový strop, zčernalý od výparů z jídel a z kouře z kamen i od svícení, jednoduše překrýval bílým nebo pestře potištěným voskovým papírem. Stropnice, lidově zvané „povaly“, „římsy“, „tragaře“, někde podpíral ve větší světnici, nad níž byla obvykle sýpka, mohutný průvlak („poval“, „rošt“) probíhající středem světnice od dveří k průčelním oknům. Na středové stropnici nebo na průvlaku , místy podepřeném mnichem, bývá vyryto vročení, písmena IHS, ornamentální prvek (nejčastěji růžice) apod. jeden z těchto trámů nebo další trám o něco níže položený sloužil k záznamu počasí, k upevnění háku na zavěšení prasete, k upevnění kladky ke stloukání másla apod. Za stropní trámy se na Květnou neděli zastrkávaly kočičky nebo jívové větévky, které měly chránit dům před neštěstím. Hospodář měl za stropnicemi nebo na latích pod nimi procházejícími uloženo různé drobné nářadí, modlitební a jiné knížky, písemnosti i zvykoslovné předměty; k povalovým stropům se také připevňovala malá polička.
V Karpatech, kde dlouho přežívala dýmná nebo polodýmná jizba, probíhaly podstropním prostorem (0,5-1 m pod stropem) napříč jizbou v rovnoběžném páru v půlmetrové vzdálenosti od sebe nedaleko ohniště a pece tlustší kuláče, tzv. polenice, doložené v české terminologii ze 2. poloviny 14. století a také v tradičním materiálu z Čech v několika vzácných lokalitách středního Povltaví. Sloužily k dokonalejšímu sušení palivového dříví, svazků loučí, lnu, částí oděvů a kdysi asi také ke spaní; současně zpevňují roubení jizby. Ve starších domech býval ve dřevěných stropech otvor, zvaný sopouch, k odvádění kouře a páry (v oblasti patrové roubené architektury v severních Čechách byly zjištěny ve stropě záklopové otvory, kterými se pouštělo teplo z přízemní světnice do místnosti v patře); velké stropní otvory se dochovaly v síních karpatských domů pro žebřík na půdu.

V poslední fázi se dřevěné stropy omítaly, obvykle na palach (na rákos), nebo se budovaly lepenične stropy (na Chodsku „na vobal“); stropní tyče byly obalovány slaměnými pletenci, mezi něž se vtlačovala hlína promíchaná s plevami nebo s pazdeřím („lepenka“). Tyče kladené vrchem přes stropnice mezi ně se zespodu a shora se překryly mazaninou (Chodsko, Polabí, Slánsko, Hont, Novohrad). Na pletených stavbách hospodářského charakteru se ojediněle dochoval pletený strop vedle jednoduchých stropů z tyčoviny, zvaných „lešení“, „holoví“ apod. V lidovém stavitelství se v nemalé míře uplatňují také klenby, a to roubené i zděné. Ve východních Čechách se s názvem strop označovala půda.

Tesařské vazby dřev

Obr. 1-14 až 19

Spojení dvou dřev.

1. k nastavení po délce, podélné (na sraz, tj. dotykem styčných ploch trámů, jejichž pevnost se zajišťuje hmoždinkami, čepováním, apod.,plátováním – plát rovný, zajišťovaný válcovitými nebo hranolovitými kolíky ze dřeva bukového, dubového nebo borového, plát šikmočelný, plát rovný klínočelný, plát šikmý stoupající, plát s ozubem, plát rybinový či na rybinu, složitá vazba na zámek);

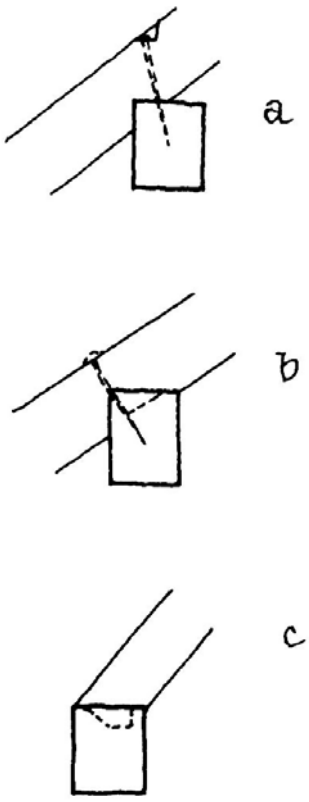
2. šikmé zapuštění k zachycení tlaku šikmo připojené vzpěry (hloubka šikmého zapuštění je nevelká, aby se práh příliš nezeslabil);

3. čepování (rozlišuje se pravoúhlé čepování, např. při spojení sloupku s prahem, a šikmoúhlé, při jiném spojení než 90 stupňů; podle poměru k šířce dřeva a podle polohy se rozlišují čep střední úplný, čep střední jednostranně odsazený, čep střední oboustranně odsazený, čep střední kvadratický, čep postranní úplný, čep postranní jednostranně odsazený, čep křížový, zabraňující vnikání vody do dlabu, čep dvojitý, čep na ostřih, tj. střední koncový čep zpevněný kolíkem, který se používá ke spojení krokví při absenci hřebenové vaznice, a další);

4. osedlání krokví (při křížení šikmých krokví s vaznicí nebo pozednicí, u něhož je krokev seříznuta podle profilu vodorovného trámu a spoj je jištěn hřebem; rozlišuje se osedlání v plné šíři vaznice, osedlání na část šířky vaznice, osedlání s ozubem);

5. kampování (neúplné přeplátování, u něhož trám s kampem zapadá do stejně hlubokého dlabu či hnízda druhého trámu; rozlišují se kamp jednostranný a oboustranný, kamp rybinový a kamp křížový, používané v konstrukcích překladů, stropnic apod.);

6. přeplátování při kolmém spojení trámů u srubu (přeplátování rovné úplné, a to bez zhlaví nebo se zhlavím, přeplátování rovné částečné, bez zhlaví nebo se zhlavím, úplné přeplátování jednostranné rybinové, částečné přeplátování jednostranné rybinové, částečné přeplátování na oboustrannou rybinu). Spojením dvou trámů na sebe vzniká rošt, používaný při velkém rozpětí stavby k zesílení její nosnosti.

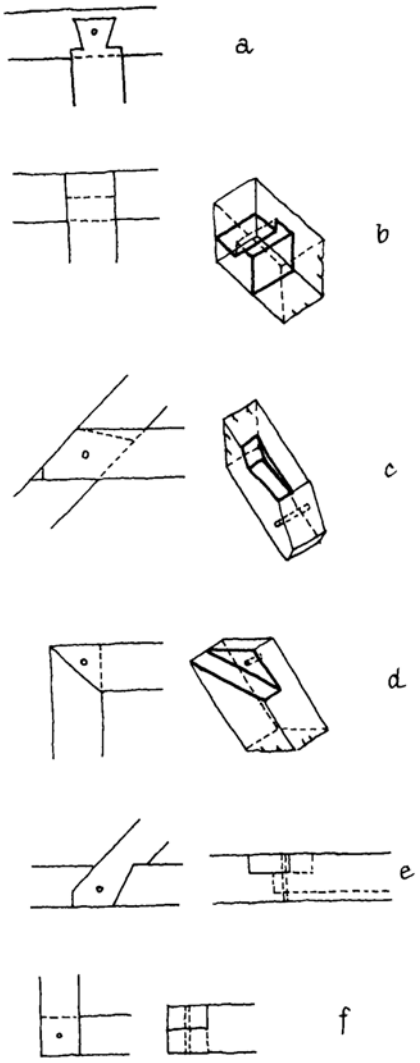


Obr. 1-14 Osedlání krokví

a) osedlání u vaznice;

b) osedlání s ozubem (u pozednic a okapových vaznic);

c) zadrápnutí do prahu



Obr. 1-15 Tesařské spoje

a) úplné přeplátování s celou rybinou, krytím a zapuštěním;

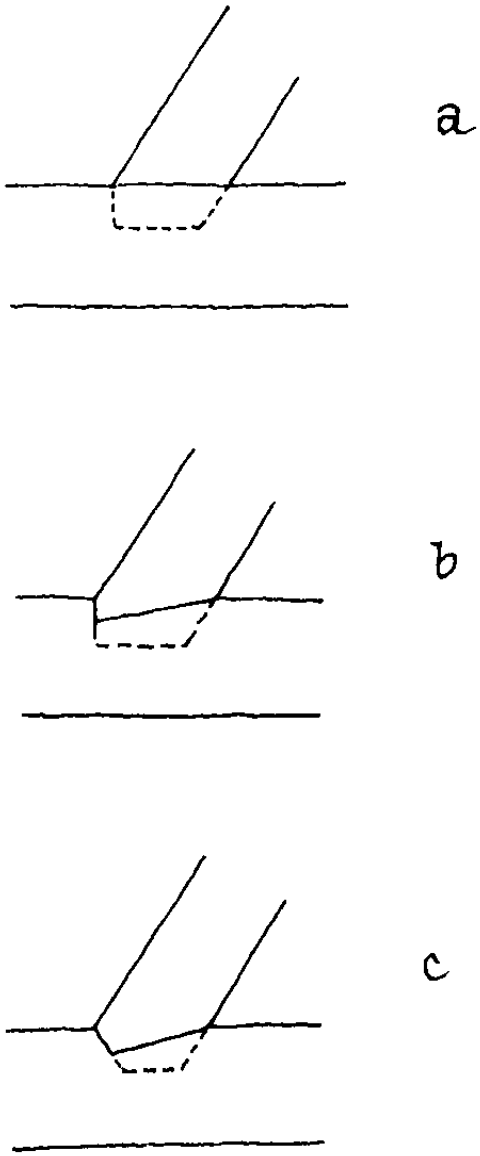
b)koncové přeplátování s ozubem;

c) částečné přeplátování šikmé s rybinou;

d) nárožní přeplátování na pokos;

e) přeplátování šikmé úplné s poloviční rybinou;

f) nárožní přeplátování

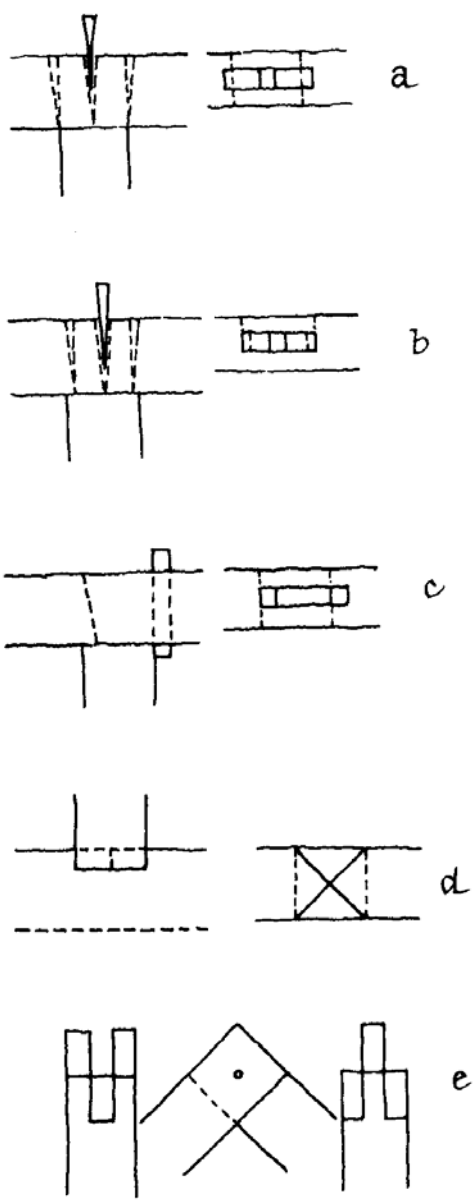


Obr. 1-16 Tesařské spoje

a) šikmý jednoduchý rovnočelý čep;

b) šikmé jednoduché rovnočelné zapuštění;

c) šikmé jednoduché šikmočelné zapuštění s čepem



Obr. 1-17 Tesařské spoje

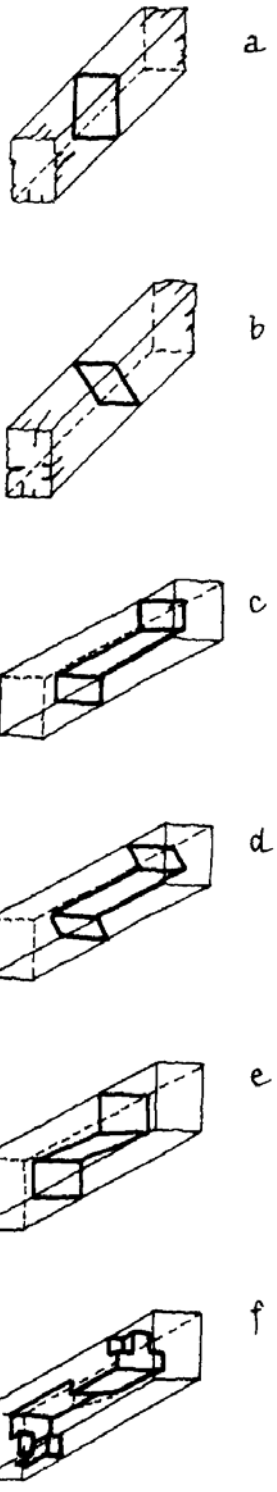
a) pravoúhlý procházející střední čep klínovaný;

b) jednostranně odsazený procházející střední čep klínovaný;

c) čep rybinový procházející, s klínem;

d) pravoúhlý čep křížový;

e) ostřih u krokví



Obr. 1-19 Tesařské spoje

a) sraz rovný;

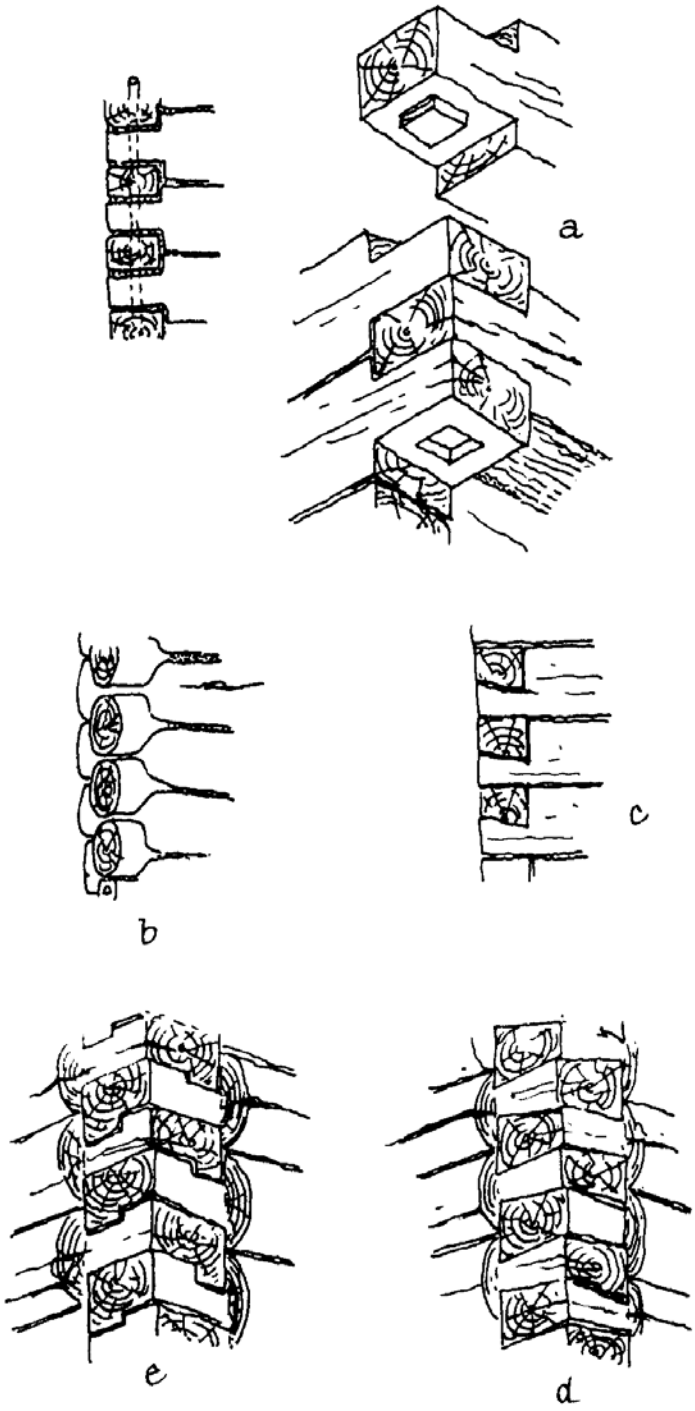
b) sraz šikmý šikmočelý;

c) plát rovný rovnočelý;

d) plát rovný šikmočelý;

e) plát rovný stoupající;

f) francouzský zámek



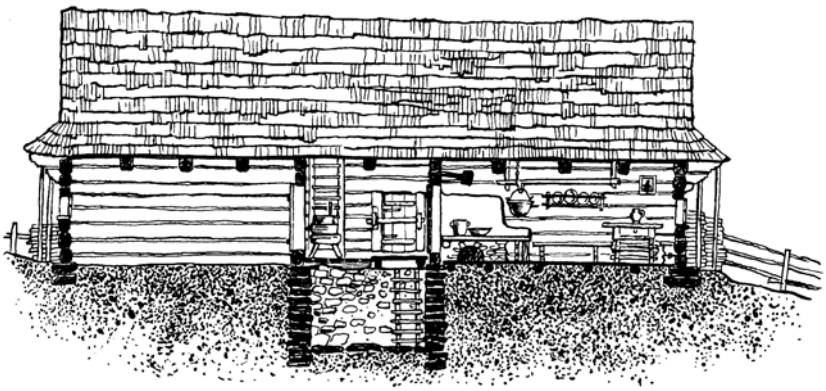
Obr. 1-18 Nárožní spoje roubených stěn

a) přeplátování rovné částečné, bez zhlaví z hraněných trámů;
b) přeplátování rovné částečné, bez zhlaví z kulatých trámů;
c) přeplátování jednostranné úplné rybinové;
d) přeplátování částečné na oboustrannou rybinu
e) přeplátování úplné s ozubem, „na zámek

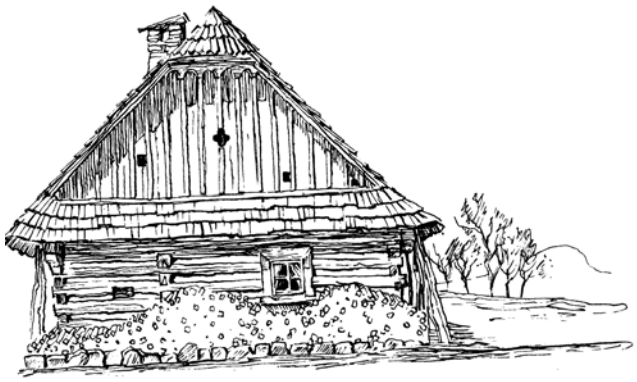
Těšínskoslezský dům

Obr. 1-20, 21

Lokální dobová forma lidového domu ve Slezsku, s jádrem rozšíření na jižním Těšínsku. Přízemní roubený dům, často s podezdívkou, sedlová střecha krytá šindelem, dvojdílný nebo trojdílný komorový, chlévní nebo smíšený půdorys,archaické formy topeniště, zástavba štítová nebo nepravidelná. Osobitými prvky jsou dýmná jizba, polenice, zavěšování kotle nad otevřeným ohništěm. Rozlišujeme těšínskoslezský dům nížinný a karpatský.



Obr. 1-20 Těšínskoslezský dům

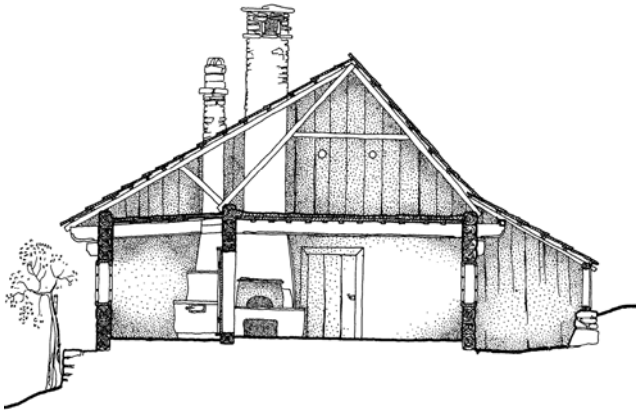


Obr. 1-21 Těšínskoslezský dům

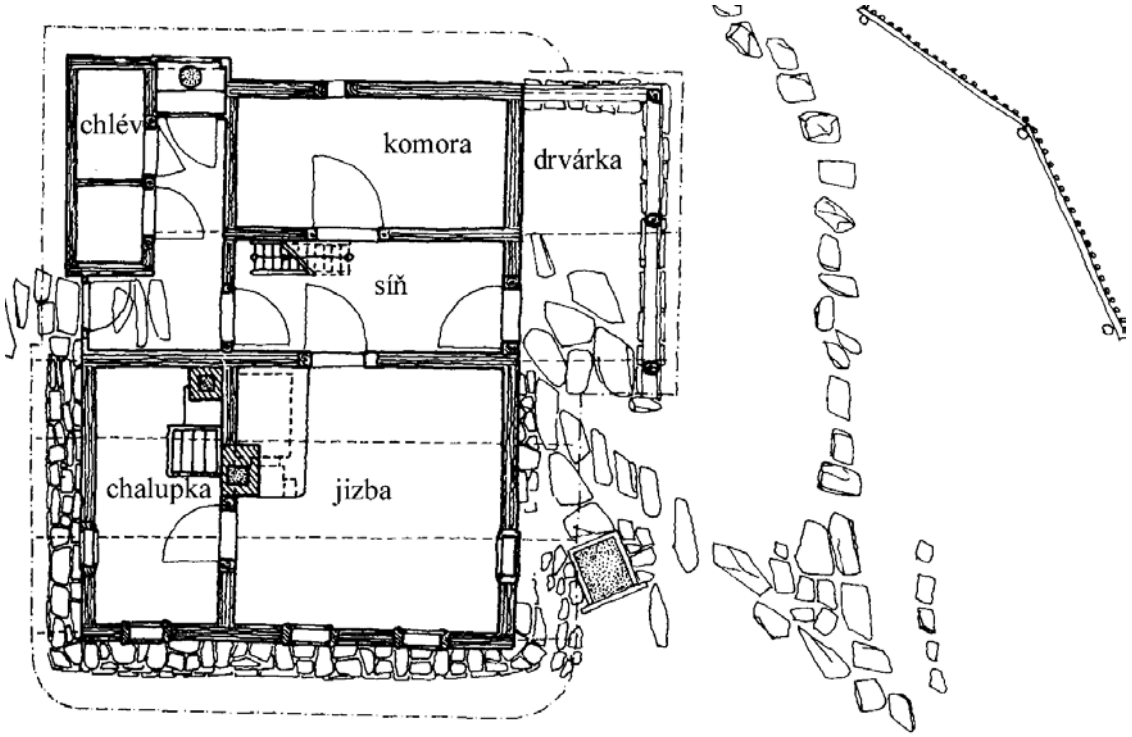
Valašský dům

Obr. 1-22, 23

Lokální dobová forma lidového domu na východní Moravě s jádrem výskytu v okolí Vsetína, Valašského Meziříčí, Valašských Klobouk, Rožnova a Frenštátu pod Radhoštěm. Přízemní roubený dům, do počátku 20. století s dýmnou nebo polodýmnou jizbou, sedlová střecha krytá šindelem,dvojdílný a trojdílný půdorys komorového, u sociálně nejslabších obyvatel i chlévního typu, dřevěný štít s kabřincem a lomenicí, štítová nebo nepravidelná zástavba, dřevěný „podsínek“, archaická forma topeniště (ohniště s pecí v jizbě). K osobitým prvkům valašského domu patří kabřinec



Obr. 1-22 Valašský dům



Obr. 1-23 Valašský dům

s makovicí, v jižní části Valašska časté ohazování stěn „do kožucha“. Valašský dům se řadí ke karpatskému domovému typu.

Zemnice

Obr. 1-24

1. Příbytek vyhloubený zcela nebo zčásti (polozemnice) pod úrovní terénu. Někdy se k nim řadí i obydlí budovaná ve vertikálních svazích (skalní obydlí, jeskynní obydlí). Zemnice se vyskytují hlavně ve sprašovém a rovinatém terénu. Ve střední, východní a jihovýchodní Evropě jsou zemnice rozšířeny již od paleolitu. Pro slovanské zemnice byl typický čtvercový popř. obdélníkový půdorys a kamenná nebo hliněná pec, umístěná v rohu obydlí. Zatímco na většině území byly zemnice v období 13. až 15. století zcela nahrazeny nadzemními objekty (v Čechách jsou ve 13. století a ojediněle i později doloženy zemnice i v městském prostředí), v oblasti dolního a středního Podunají se udržovaly ještě v dalších stoletích; v Bulharsku byly zemnice rozšířeny ve velkém rozsahu ještě ve 2. polovině 19. století v pásmu mezi řekou Dunajem a



Obr. 1-24 Zemnice

severními svahy Staré planiny, na území Jugoslávie se vyskytovaly ve velkém počtu až do počátku 19. století ve Sremu, Báčce, Banátu, ve východním Srbsku, na území u řeky Sávy a ve Slavonii. O existenci zemnic v Rumunsku jsou nejen zprávy od antických geografů, ale také z celého středověku a novověku; v recentních dokladech se tu zemnice dochovaly do počátku 20. století. Historické a etnografické zprávy potvrzují rozšíření zemnic také v maďarském Podunají a Potisí. Na našem území se v recentní formě vyskytovaly zemnice na moravských Kopanicích, a to jako nouzová obydlí nejchudších vrstev obyvatel. Zemnicový charakter měly rovněž pastýřské koliby v oblasti středního a východního Slovenska. Širší zastoupení měly na Slovensku podzemní příbytky jeskynního typu, u nás rekonstruováno časně slovanské zemnicové obydlí ze 6. století u Loun.

2. Malé sklepy budované mimo dům v břehu zahrady.

Literatura:

[1.] Frolec, V.- Vařeka, J.: Lidová architektura, SNTL, Praha 1983

[2.] Historické krovy www.roofs.cz

2 Vývoj právních požadavků na stavby

2.1 1.Úvod

Stavby byly v novodobé historii ovlivněny zákonnými předpisy.

V novodobé historii českého stavebního práva lze rozlišit čtyři základní vývojové etapy. První, nejdelší, od roku 1886 do konce čtyřicátých let tohoto století, druhou trvající pouhých 9 let (od roku 1958), třetí ohraničenou léty 1958 a 1976 a konečně poslední, od roku 1976 dodnes, poznamenanou novelizacemi zákona a základních prováděcích vyhlášek v roce 1992, významná změna nastala v roce 1998.

Již od 30 let nacházíme v literatuře požadavky na úspory energie (např. F. Skrbek Šetříme teplem a palivem 1927).

První požadavky na tepelně technické vlastnosti plášťů budov byly formulovány ve 40. letech 20 století jako doporučené pro osvícené stavitele.

2.2 2 Stavební předpisy do roku 1960

2.2.1 V Čechách byly vydány

a) zákon z 10. 4. 1886 č. 40 z.z., platný pro Prahu, Plzeň a České Budějovice; pražský stavební řád byl rozšířen na Plzeň zákonem č. 16/1887 z.z. a na České Budějovice zákonem č. 71/1887 z.z.
Tento stavební řád byl několikrát novelizován, např. zákonem č. 211/1919 Sb., o stavebních úlevách pro Prahu, který byl zákonem č. 280/1919 Sb. rozšířen i na Plzeň a České Budějovice. Pouze Velké Prahy se týkaly: zákon č. 144/1920 Sb., kterým byl pražský stavební řád rozšířen na celou Velkou Prahu, zákon č. 116/1920 Sb., jímž byl zřízen pro Prahu stavební sbor, který rozhodoval o odvoláních ve věcech stavebních (namísto městského zastupitelstva), a zákon č. 88/1920 Sb., jímž byla zřízena pro Prahu státní regulační komise;

b) zákon ze dne 8. 1. 1889 č. 5 z.z. pro všechny ostatní obce v Čechách (český stavební řád pro venkov), změněný zákonem č. 26/1897 z.z. o stavebních úlevách.

2.2.2 Na Moravě byly vydány

a) pro města Brno a Olomouc, Jihlavu a Znojmo a jejich obce předměstské (které to jsou, stanovilo místodržitelské nařízení č. 64/1903 z.z. a 51/1910) stavební řád ze dne 16. 6. 1894 č. 63 z.z., novelizovaný zákonem č. 277/1919 Sb.; zákonem č. 213/1929 Sb. a zákonem č. 214/1919 Sb. byla rozšířena platnost tohoto stavebního řádu na všechny obce sloučené podle cit.zákona s Brnem a Olomoucí. Statutární města Jihlava a Znojmo byla sice vl.nař. 174/1928 Sb. deklasifikována na obce, ale zůstala podrobena dosavadnímu stavebnímu řádu

b) pro ostatní obce stavební řád ze dne 16. 6. 1894 č. 64 z.z., změněný zákonem ze dne 16.6. 1914 č. 44 z.z.

2.2.3 Ve Slezsku

Ve Slezsku platil stavební řád z 2. 6. 1883 č. 26 z.z.

České a moravské stavební řády si byly velmi blízké.

Důležitým doplňkem stavebních řádů byly dále zákony o stavebním ruchu, od roku 1919 téměř každý rok opakované, které obsahovaly značné úlevy po stránce technické i procesní.

Charakteristika uvedených stavebních řádů hovoří o převážně policejním rázu stavebních předpisů při odvracení škod a nebezpečí hrozících ze stavebních činností, popř. též o jejich úloze při pozitivní podpoře veřejného zájmu; svojí povahou znamenají stavební předpisy omezení práva vlastnického.

Stavební řády z r. 1886 a let následujících založily základní principy veřejného stavebního práva v moderním pojetí, zakotvily jeho základní právní instituty a stanovily pravidla pro povolování staveb, ohlašování stavebních úprav a změn staveb, zásady pro dohled nad prováděním staveb a kolaudací dokončených staveb. Po celou dobu platnosti byl zákon jediným předpisem, který upravoval meritorně tyto otázky a vedle toho ještě řešil technické náležitosti staveb - objektů a jejich částí, stavebních konstrukcí i vybraných stavebních hmot a materiálů - a konečně stanovil i působnost a pravomoc stavebních úřadů a upravil správní trestání za přestupky ve věcech stavebních.

V období první republiky nebyly - přes značné úsilí věnované této otázce - soustavné legislativní práce na novém celostátním stavebním řádu dovedeny do konce a byly přerušeny světovou válkou.

První stavební novela byla provedena v době německé okupace vládním nařízením č. 109/1942 Sb., o změně stavebních řádů, které upravilo některé dílčí otázky - např. omezilo věcnou příslušnost obcí ve stavebních věcech, při současném upřesnění stavebních záležitostí projednávaných obcemi a stanovení působnosti dozorčích úřadů ve stavebních věcech; podrobně pak v rozsáhlé samostatné kapitole byly nově upraveny některé otázky, které dosud upraveny nebyly vůbec, popř. byly upraveny pouze nedostatečně. Šlo zejména o požadavky na silniční ochranná pásma a řešení konfliktů při střetu zájmů výstavby s omezeními vyplývajícími z vymezených ochranných pásem.

V navazujících předpisech byly řešeny otázky územního plánování na úrovni tehdejšího stupně poznání, vycházejícího z pochopení potřeby podřízení úprav menšího území potřebám území širšího a organického vývoje celku. Byly nově vládním nařízením (vl.nař. č. 288/1941 Sb.) založení podmínky pro opatřování plánů polohy obcí a o jeho finanční podpoře, a byla zřízena plánovací komise pro hlavní město Prahu a okolí (vl.nař.č. 48/1940 Sb.), jejíž působnost byla později rozšířena na další obce.

Zároveň byly vydány zvláštní předpisy pro některé druhy staveb: biografy, jatky, pohodnice, stáje zemědělských podniků, plovárny a koupaliště, tělocvičny a hřiště, chaty v inundaci, povrchové stavby na dolech, a stanoveny podmínky pro stavby u dráhy a v blízkosti dálnice.

Konečně stojí za zmínku úprava podmínek pro zřizování reklamních a informačních zařízení (vl.nař.č. 111/1942), bezpochyby pokrokovější než současně platná úprava vyhovující spíše reklamním agenturám než požadavkům bezpečného provozu technických norem při dodávkách a pracích pro veřejné úřady, ústavy, podniky a fondy, dále při určování jakosti a označování zboží a v oboru požární bezpečnosti staveb.

Zákonná úprava z roku 1949 přinesla kvalitativně nový pohled na možnosti záměrného uspořádání zájmového prostoru a založila pojem územní plánování jakožto nástroje pro komplexní řešení území namísto dřívějších partikulárně pojatých urbanistických metod (plány polohy, regulační a zastavovací plány).

Vydáním nových předpisů stavebního práva (zákon č. 280/1949 Sb., o územním plánování a výstavbě obcí a vyhláška ministerstva stavebního průmyslu č. 709/1950 Ú.l., o podrobnějších předpisech pro pozemní stavby) došlo navíc k oddělení technických požadavků ze zákona a k jejich úpravě v prováděcí vyhlášce a dále k podrobnější úpravě stavebního řízení v téže

vyhlášce. Na rozdíl od detailní úpravy technických otázek byla vyhláška ve věci povolování staveb, popř. ohlašování jejich oprav, poměrně stručná. Stanovila však obšírně náležitosti projektu předkládaného stavebníkem k žádosti o stavební povolení, určovala hlediska pro přezkoumávání projektu stavebním úřadem, podmínky pro spojení stavebního řízení s dalšími řízeními a náležitosti rozhodnutí, jímž se vydává stavební povolení. Kromě toho byly ve vyhlášce definovány základní pojmy: novostavba, přístavba, nástavba, stavební změna, udržovací práce, stavební pozemek a staveniště. Způsobu vymezení uvedených pojmů ve vyhlášce odpovídá v zásadě i současné pojetí.

Další osud technické části stavebního řádu je podrobněji zmíněn v úvodu k vyhlášce o obecných technických požadavcích na výstavbu.

Ve druhé polovině 50. Let byly novelizovány předpisy územního plánování a stavebního řádu; formálně došlo k rozdělení zákonné úpravy územního plánování a stavebního řádu a byly postupně vydány tyto základní zákona a jejich prováděcí předpisy:

- zákon č. 84/1970 Sb., o územním plánování, ve znění zákona SNR č. 131/1970 Sb. a zákona ČNR č. 146/1971 Sb. a zákona SNR č. 159/1971 Sb.,;
- zákon č. 87/1958 Sb., o stavebním řádu;
- vyhláška č. 144/1959 Ú.l., kterou se provádí zákon o stavebním řádu, ve znění vyhlášky č. 108/1966 Sb., vyhlášky č. 162/1970 Sb. a zákona SNR č. 131/1970 Sb.;
- vyhláška č. 153/1959 Ú.l., o územním plánování, ve znění zákona SNR č. 131/1970 Sb., vyhlášky č. 162/1970 Sb., vyhlášky č.130/1971 Sb., zákona ČNR č. 146/1971 Sb. a zákona SNR č. 159/1971 Sb.

Ve věci stavebního řízení přinesly příslušné předpisy dvě změny: předně zavedly namísto tradičního pojmu "stavební povolení" nové označení "rozhodnutí o přípustnosti stavby" a v souladu se speciálními předpisy o dokumentaci staveb, které v mezidobí mezi rokem 1950 a 1958 vznikly, začaly rozlišovat podmínky stavebního řízení u staveb občanů a staveb organizací. Tato duality trvala i za platnosti zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu a jeho prováděcích předpisů a skončila až schválením novely stavebního zákona zákonem č. 262/1992 Sb., a vyhlášky č. 378/1992 Sb., která mění a doplňuje vyhlášky č. 85/1976 Sb., o podrobnější úpravě územního řízení a stavebním řádu, ve znění vyhlášky č. 155/1980 Sb. Předpisy z roku 1958 (zákon) resp. 1959 (vyhláška) jsou poměrně podrobné při stanovení podmínek místního šetření, při úpravě otázek, které stavební úřad přezkoumává ve stavebním řízení, stanovení podmínek ze strany stavebního úřadu a jejich závaznosti a stanovení vztahu připomínek ze strany stavebního úřadu ve směru k orgánu posuzujícímu a schvalujícímu dokumentaci stavby po investorské linii, až po vydání rozhodnutí o přípustnosti stavby.

2.3 Stavební předpisy po roce 1976

Jak je z výčtu a názvů předpisů dřívějšího období patrné, neobsahovaly předpisy stavebního řádu technické požadavky na stavby; tento stav trval až do kodexové úpravy z roku 1976, jak je podrobněji popsáno v úvodu k vyhlášce č. 83/1976 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu, ve znění pozdějších předpisů. Období od roku 1960, kdy byla ukončena platnost vyhlášky č. 709/1950 Ú.l., do roku 1976, od kdy platí vyhláška č. 83/1976 Sb., jednoznačně dokumentuje, že stavební právo musí zahrnovat u technické regulativy vyjadřující veřejné požadavky na výstavbu, a to základní požadavky na územně technická a urbanistická řešení staveb a jejich prostředí.

Poslední etapa - od roku 1976 dodnes - zahrnující moderní kodexovou úpravu stavebního práva, je podrobně popsána v další části; pokud to bylo pro snazší pochopení nutné, zaměřil se komentář u příslušných ustanovení zákona i na historické souvislosti.

Poslední novela stavebního zákona zákonem č. 83/1998 Sb.a předpisů souvisejících (Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci č. 131/1998 Sb. Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj, kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona č. 132/1998 Sb., Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj o obecných technických požadavcích na výstavbu č. 137/1998 Sb.) v roce 1998 je prozatím nejrozsáhlejší a měla by být poslední, neboť se současně pracuje na přípravě - věcném záměru - nového stavebního řádu.

Úkolem novely bylo zjednodušit proces územního plánování a stavebního řízení. Při nutnosti zachování koncepce zákona bylo třeba využít všech jeho rezerv a přitom nenarušit jeho soulad s ostatními souvisejícími předpisy.

Stavební zákon je předpisem, který kodexovou formou pamatuje na všechny situace, jež mohou nastat v souvislosti s využíváním území a s povolováním a užíváním staveb. V tomto právním předpise jsou:

- definovány jednotlivé druhy územně plánovací dokumentace a územně plánovacích podkladů,
- upravena pravidla pořizování územně plánovacích podkladů a územně plánovací dokumentace,
- definovány vybrané činnosti ve výstavbě, které mohou vykonávat jen osoby s průkazem odborné způsobilosti (autorizace) a stanoveny požadavky na výrobky pro stavby,
- stanovena procesní pravidla územního, stavebního a kolaudačního řízení,
- upraveny možnosti stavebního úřadu nařídit vlastníku stavby určité opatření, jestliže stavebně technický stav stavby ohrožuje životy a zdraví osob nebo došlo k porušení některé právní povinnosti (údržba stavby, nezbytné úpravy, odstranění stavby, zabezpečovací práce, vyklizení stavby,
- stanoveny podmínky výkonu státního stavební dohledu,
- vymezeny sankce za porušení stavební kázně,
- upraveny podmínky vyvlastnění,
- definovány stavební úřady a vymezeny jejich pravomoci,
- vytvořeny předpoklady ochrany zvláštních zájmů a stanovena pravidla spolupráce orgánů státní správy v řízeních prováděných podle stavebního zákona,
- upraveny některé občanskoprávní vztahy, ke kterým může v souvislosti s povolováním a užíváním staveb a pozemků docházet a řešení soudní by bylo nepřiměřeně zdlouhavé (vstupy na pozemky a stavby, opatření na sousedním pozemku nebo stavbě, řešení občanskoprávních námitek.

Zjednodušení na úseku územního plánování, pokud se týká územně plánovacích podkladů a územně plánovací dokumentace spočívá:

- ve zpřesnění a jasném definování vztahů všech účastníků projednávání územně plánovací dokumentace (dále v textu ÚPD),
- ve stanovení lhůt (doposud neexistujících) a racionálního postupu,

- na místo stávajících devíti definuje tři druhy územně plánovací dokumentace,
- v uplatnění právní domněnky, že dotčené orgány státní správy vyjadřují svůj souhlas s projednávanou ÚPD tím, že ve stanovené lhůtě neodpoví na výzvu k podání stanoviska,
- v tom, že obcím je umožněno pořizovat ÚPD oproti dosavadní situaci, kdy tuto dokumentaci pořizují pouze okresní nebo pověřené obecní úřady.

Tyto úpravy umožňují zrychlit a racionalizovat dosavadní komplikovaný proces pořizování územně plánovací dokumentace. Proti dřívější praxi může novela přinést významné cca 9 měsíční zkrácení procesu pořizování územních plánů obcí. Nutné postupy, dosud upravované pouze prováděcí vyhláškou (např. projednávání konceptu ÚPD), byly přeneseny do textu stavebního zákona.

Územní rozhodnutí je též nástrojem územního plánování. Týká se již konkrétních staveb a pozemků a vydává se ve správním řízení.

V územním řízení se řeší všechny otázky související s umístěním stavby, jejími důsledky a vazbami na okolí. Podmínkami územního rozhodnutí se mimo jiné zabezpečuje eliminace negativních vlivů, které by užíváním a provozem stavby mohly nastat. V procesu povolování stavby (umístění - povolení - kolaudace) se jedná o nejzávažnější právní akt. Zjednodušení na úseku územního řízení spočívá v tom, že jsou určeny stavby a zařízení, které vzhledem k stavební jednoduchosti a minimálním důsledkům na okolí, nevyžadují územní rozhodnutí.

Zásadní změna na úseku územního řízení a řízení o povolení stavby nastala ve vztahu k ostatním státním orgánům, které hájí veřejné zájmy podle zvláštních předpisů. Tyto orgány se vyjadřují k návrhu konkrétní stavby, mohou klást určité podmínky k zabezpečení jimi chráněných zájmů a stavebník i stavební úřad musí tyto požadavky respektovat. Protože stavebník si tato stanoviska, podle kterých musí korigovat svůj stavební záměr, zabezpečuje sám bylo novelou upraveno, že dotčený orgán státní správy se stavbou souhlasí, jestliže v řízení se ve stanovené lhůtě nevyjádří. Tato úprava má vliv nejen na zrychlení průběhu územního a stavebního řízení, ale šetří čas i peníze ve státní správě jako takové.

Ostatní dílčí změny si vyžádala změna v chápání vlastnických práv, a proto bylo nutné okruh účastníků územního řízení o chráněném území, ochranném pásmu a o stavební uzávěře rozšířit i na osoby, jejichž vlastnická nebo jiná práva k pozemkům a stavbám na nich mohou být těmito rozhodnutími přímo dotčena. Podle stávající úpravy je účastníkem těchto řízení pouze navrhovatel. Protože se však tato rozhodnutí dotýkají velkého území a tím velkého počtu vlastníků, navrhuje se oznámení zahájení řízení a oznámení rozhodnutí jeho účastníkům provádět adekvátním způsobem v místě obvyklým, zpravidla vyvěšením na úřední desce obce, jejíhož území se opatření dotýká.

Z hlediska zvýšených nároků na ochranu životního prostředí se nově stanoví, že navrhovatel stavby nebo opatření, které svými vlivy bude překračovat limitní hodnoty, musí současně s návrhem na vydání rozhodnutí o umístění stavby či jiného opatření předložit i návrh na vyhlášení ochranného pásma.

Na úseku povolování staveb je třeba radikální změnu spatřovat v tom, že drobné stavby (jimi jsou např. oplocení, podzemní i nadzemní stavby, které plní doplňkovou funkci ke stavbě hlavní a jejich zastavěná plocha nepřesahuje 16 m^2 a výška 4,5 m popř. hloubka 3 m), stavební úpravy a udržovací práce může stavebník provádět na základě ohlášení, pokud stavební úřad do 30 dní nesdělí, že ohlášená stavba či stavební práce vyžaduje povolení. Podle stávající úpravy není stanovena žádná konkrétní lhůta pro vyjádření stavebního úřadu a stavebník musí vyčkat sdělení stavebního úřadu. Navrženou změnou se mají odstranit veškeré nejistoty stavebníka vůči státní správě a ta si uvolňuje kapacitu pro složitější případy. Z hlediska množství případů stavebních úprav a drobných staveb a udržovacích prací, kterými

se musí stavební úřady zabývat, se jedná o změnu významnou. Přitom vzhledem k technické nenáročnosti těchto staveb, jejich minimálnímu vlivu na okolí a bezvýznamnosti z hlediska záměrů a cílů územního plánování nehrozí tímto legislativním opatřením žádné negativní důsledky vůči veřejným či soukromým zájmům.

Oprávnění k vybraným činnostem ve výstavbě doznalo oproti dřívější úpravě radikálních změn. Omezil se výčet činností pouze na ty, jejichž výsledek může negativně ovlivnit veřejné zájmy ve výstavbě, a proto je mohou vykonávat pouze fyzické osoby, které předepsaným způsobem získaly oprávnění k výkonu těchto činností. Právnické osoby mohou tyto činnosti vykonávat pouze prostřednictvím fyzických osob, které toto oprávnění, tzv. autorizaci, mají. Autorizace se nevyžaduje pro projektování a provádění některých vybraných staveb jednoduchých (stavby pro individuální rekreaci, přípojky na rozvodné sítě, nepodsklepené stavby o jednom nadzemním podlaží a stavby zařízení staveniště, pokud jejich zastavěná plocha nepřesahuje 300 m^2 a výška 15 m), jejich změn a samozřejmě staveb drobných. Zcela nově je zakotvena odpovědnost projektanta za správnost, úplnost a proveditelnost jím navrženého díla a odpovědnost osoby, která vede realizaci stavby, za řádné provedení prací v souladu s ověřenou dokumentací, za dodržování podmínek k zabezpečení života a zdraví osob a bezpečnosti práce. Na rozdíl od současné právní úpravy je výslovně stanovena povinnost projektanta a zhotovitele stavby přizvat ke zpracování dílčích částí další oprávněné osoby, jestliže sám nemá v příslušném oboru potřebnou autorizaci.

Nově byly formulovány požadavky na stavební výrobky tak, aby byla zabezpečena způsobilosti stavby pro navržený účel z hlediska mechanické pevnosti a stability, požární bezpečnosti, hygieny, ochrany zdraví a životního prostředí, bezpečnosti při užívání, ochrany proti hluku a úspory energie a ochrany tepla. Odpovědnost v této věci nese projektant, navrhuje-li použití určitých výrobků a zhotovitel, který konkrétní výrobky pro stavbu použije.

Novela pamatuje na potřebu dodržování obecných technických požadavků na výstavbu výslovným uložením povinnosti stavebníkům a orgánům státní správy dodržovat tyto požadavky při navrhování, umísťování, projektování, povolování, realizaci, kolaudaci, užívání a odstraňování staveb. Na druhé straně se zakotvuje možnost udělit v odůvodněném případě výjimku. Současně se zmocňuje Ministerstvo dopravy a spojů k vydání svých technických požadavků pro stavby letecké, stavby drah a na dráze a stavby pozemních komunikací, Ministerstvo životního prostředí pro stavby vodohospodářské, Ministerstvo zemědělství pro stavby pro zemědělství a pro plnění funkcí lesa a Ministerstvo průmyslu a obchodu pro stavby uranového průmyslu a pro stavby jaderných zařízení.

Se změnou stavebního zákona došlo k úpravě jeho prováděcích vyhlášek, a to vyhlášky o obecných technických požadavcích na výrobky, vyhlášky o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci a vyhlášky o podrobnější úpravě územního řízení a stavebním řádu. Veškeré definice staveb byly z jednotlivých vyhlášek odstraněny a upravují se v zákoně.

V zásadě nejvýznamnější změna je ve vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj o obecných technických požadavcích na výstavbu č. 137/1998 Sb.

Vyhláška o obecných technických požadavcích na výstavbu řeší princip nezávaznosti technických norem, pokud v nově přijatých normách nejsou určitá řešení a postupy označeny jako závazné. Nová vyhláška o obecných technických požadavcích na stavby je nastavena tak, aby v ní byly stanoveny základní požadavky, které musí stavba splňovat (pevnost a stabilita, požární bezpečnost, hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí, úspora energie a tepla, ochrana proti hluku), aniž by byl diktován závazný způsob řešení ke splnění těchto požadavků.

Přehled hlavních předpisů je uveden v tabulce 2-1.

Tabulka 2-1: Přehled stavebních předpisů do roku 1950

předpis	platnost od roku
Stavební předpisy pro obec Pražskou z 7. 9. 1815, guberniální výnos 47051	1815
Stavební řád pro města v Království českém z 17. 5. 1833	1833
Stavební řád z 11. 5. 1864 č. 20 zákonů a nařízení Království českého	1864
Požární řád pro Čechy č. 45 zemských zákonů českých (1875)	1875
Stavební řád pro hlavní město Prahu z 10. 4. 1886 č. 40 zemských zákonů českých	1886
Stavební řád pro Království české z 8. 1: 1889	1889
výnos o úlevách pro domy se zdravými a lacinými byty dělnickými z 8. 7. 1902	1902
výnos o stavebních úlevách z 15. 4. 1919 č. 211 Sbírky zákonů a nařízení	1919
zákon o stavebním ruchu z 8. 4. 1927 č. 44 Sbírky zákonů a nařízení	1927
zákon o stavebním ruchu z 26.3. 1936 č. 65 Sbírky zákonů a nařízení	1936
pokyn č. 408/47 Ú.l.	1947
pokyn č. 1032/47 Ú.l.	1947
Pokyny pro provádění a navrhování pozemních staveb z 16. 3. 1948 č. 676/48 Ú.l.	1948
zákon 280/1949 Sb. o územním plánování a výstavbě obcí	1950 do 1.1.1959
Pokyny pro provádění a navrhování pozemních staveb z 14. 5. 1949 č. 416/49 Ú.l.	1949
vyhláška MSP z 28.12. 1950 č. 709/1950 Ú.l. o podrobnějších předpisech pro pozemní stavby	1951
zákon č. 87/1958 Sb. o stavebním řádu	1. 1. 1959 do 30. 9.1976
vyhláška SVV o zaměnitelných hmotách ve stavebnictví č. 38/1959 Ú. l.)	1959
vyhláška ministra-předsedy Státního výboru pro výstavbu č. 144/1959 Ú. l. , kterou se provádí zákon o stavebním řádu,	do 30. 9. 1976
vyhláška MS o základních podmínkách dodávek stavebních prací č. 231/1959 Ú. l.	1959

směrnice Státní komise pro techniku ze dne 12. srpna 1966 čj. 3501/32/66 zveřejněné jako směrnice č. 9 ve Sbírce směrnic pro národní výbor z r. 1966	1966 do 30. 9. 1976
zákon 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)	1. 10. 1976
vyhláška FMTIR č. 83/1976 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu	1.10.1976 do 30.6.1998
vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu)	1.7.1998

2.4 Harmonizace s evropskými předpisy v oblasti stavebnictví

Základním evropským předpisem v oblasti stavebnictví je směrnice Rady 89/106/EHS o stavebních výrobcích (Construction Products Directive - CPD).

Účelem směrnice je zajistit sjednocení základních požadavků, kladených ve veřejném zájmu na stavební výrobky, a zajistit volný pohyb těchto výrobků v rámci Evropské unie a na území států, které s Unií uzavřely příslušné dohody (státy Evropského hospodářského prostoru a státy, které uzavřely dohodu "PECA" o vzájemném uznávání výsledků posuzování shody). Směrnice stanovuje základní požadavky na stavby, definuje technické specifikace jako dokumenty, jejichž respektováním je možno zajistit splnění požadavků směrnice aplikovaných na stavební výrobky, určuje zásady prokazování shody stavebních výrobků s těmito technickými specifikacemi a zásady používání označení CE na výrobcích nebo obalech.

Stavebními výrobky se rozumí výrobky vyrobené pro dlouhodobé zabudování nebo instalování do staveb. Technickými specifikacemi se ve smyslu směrnice rozumějí (a) evropské normy harmonizované s požadavky směrnice, dále (b) evropská technická schválení pro konkrétní výrobky a (c) národní technické specifikace uznané Evropskou komisí (možnost uznávání národních technických specifikací jako evropských technických specifikací se však v EU v podstatě nevyužívá). Evropská technická schválení vydávají schvalovací orgány notifikované (registrované) u Evropské komise a jsou užívána především v případech, kdy není k dispozici harmonizovaná evropská norma, nebo u nových technických řešení, která se podstatně odchylují od normy.

Technické specifikace vznikají následujícím postupem: V "interpretačních dokumentech" ke směrnici CPD jsou požadavky na stavby rozvedeny v odpovídající požadavky na stavební výrobky nebo části staveb. K dalšímu rozpracování těchto požadavků na jednotlivé skupiny stavebních výrobků dochází v rozhodnutích Komise o postupech prokazování shody pro určitou skupinu výrobků. Rozhodnutí Komise jsou pak podkladem pro udělení mandátů Komise evropským normalizačním orgánům CEN/CENELEC k vypracování harmonizovaných evropských norem (hEN), nebo pro udělení mandátů Evropské organizaci pro technické schvalování EOTA k vypracování řídících pokynů (metodik) pro evropská technická schválení (ETAG). V několika málo případech opravňuje rozhodnutí Komise přímo k vydávání evropských technických schválení ETA bez použití řídících pokynů ETAG

Technickými specifikacemi se pak na základě tohoto postupu stávají buď evropské normy harmonizované se směrnicí (hEN) nebo evropská technická schválení (ETA) vypracovaná pro konkrétní výrobky. Evropské technické specifikace pro stavební výrobky umožňují posuzovat shodu výrobků s požadavky těchto specifikací a aplikovat tak v praxi evropský systém

posuzování shody. Tento systém vzniká v postupných krocích pro jednotlivé skupiny výrobků. Výrobky, na něž se již evropský systém vztahuje, musí nést označení CE a nesmí na ně být kladeny dodatečné požadavky podle národních předpisů (tj. národní předpisy členských zemí pro výrobky musí být přizpůsobeny evropským předpisům).

Pro skupiny výrobků, které zatím nejsou pokryty rozhodnutími Komise, může být využit také národní systém technického osvědčování v jednotlivých členských státech, který však musí být v zásadním souladu se směrnicí CPD. Také v tomto případě musí mít výrobek, schválený v jedné členské zemi, přístup na trh ve všech členských zemích, ale bez označení CE.

Směrnice CPD je předpisem "nového přístupu": To znamená, že předpoklad shody výrobku se základními požadavky směrnice může být naplněn buď splněním požadavků harmonizované evropské normy nebo jiným technickým řešením, pokud je výrobce schopen prokázat splnění požadavků směrnice. Výrobek, který se neřídí výrobkovou normou, ale patří přitom do skupiny výrobků, které podle rozhodnutí komise významně ovlivňují plnění požadavků směrnice CPD, podléhá evropskému technickému schválení, má-li nést označení CE a být uveden na trh v Evropské unii (týká se to samozřejmě výrobků, pro které už existuje evropský systém posuzování shody).

Doposud byly zveřejněny harmonizované evropské normy pro cement, čističky odpadních vod, geotextilie, konstrukční ložiska a stabilní protipožární systémy a připravuje se ke zveřejnění řada dalších. Dále byly vydány řídící pokyny pro evropská technická schválení pro kovové kotvy do betonu, konstrukční zasklení, vnitřní příčky, vnější tepelně izolační systémy, střešní lité hydroizolace, mechanicky kotvené střešní hydroizolace a dřevěné rámové stavební sestavy. Ve smyslu příslušných rozhodnutí komise se připravují další řídící pokyny a normy.

Využívání stavebních výrobků přímo ve stavbách podléhá ještě požadavkům národních stavebních předpisů (tj. předpisů pro stavby), které v Evropě zatím nepodléhají unifikaci. To znamená, že pro použití výrobku na stavbě nestačí, aby splňoval jen technické požadavky na stavební výrobky, ale musí odpovídat také národním stavebním předpisům pro druh staveb, na kterých bude použit. Pro podání technické definice požadavků na stavbu může stavební předpis obsahovat zmocnění, podle kterého jsou tyto požadavky přesně definovány technickou normou (jde pak o funkcionální normu, která blíže vymezuje obsah požadavku právního předpisu – tj. definuje požadovanou funkci nebo způsob jejího měření - ale nestanovuje závazné technické řešení nutné k realizaci této funkce).

2.4.1 Další evropské předpisy

Do oblasti stavebnictví zasahuje řada dalších předpisů ES, jejichž přehled s charakteristikami a odkazem na odpovídající předpisy ČR je uveden v materiálu MPO **Přehled předpisů ES pro výstavbu a stavebnictví**.

Přehled zahrnuje tyto oblasti:

- obecné předpisy,
- konkurenceschopnost stavebnictví,
- stavební výrobky,
- veřejné zakázky,
- ochrana životního prostředí,
- úspory energií,
- nebezpečné látky a přípravky,

- bezpečnost a ochrana zdraví při práci,
- koordinovaná statistika,
- výchova a vzdělávání,
- technická zařízení budov

2.4.2 Směrnice Rady 89/106/EHS o stavebních výrobcích a její prováděcí předpisy

Stav k 15. lednu 2002

Kód Celexu	**Název**
Základní směrnice	
31989L0106	Směrnice Rady 89/106/EHS ze dne 21. prosince 1988 o sbližování právních a správních předpisů členských států týkajících se stavebních výrobků (ve znění směrnice Rady 93/68/EHS)
2.4.2.1.1 Dokumenty Evropské komise a Stálého výboru pro stavebnictví ke směrnici	
31994X0228(01)	Interpretační dokumenty k základním požadavkům směrnice zveřejněné sdělením Komise č. 94/C 62/01 ID č. 1: Mechanická odolnost a stabilita ID č. 2: Požární bezpečnost ID č. 3: Hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí ID č. 4: Bezpečnost při užívání ID č. 5: Ochrana proti hluku ID č. 6: Úspora energie a ochrana tepla
COM(96) 202	Zpráva Komise o směrnici o stavebních výrobcích
Pokyn A: Jmenování schválených orgánů v oblasti směrnice o stavebních výrobcích	CONSTRUCT 95/149 rev. 2
Pokyn B: Definování řízení výroby u výrobce v technických specifikacích pro stavební výrobky	CONSTRUCT 95/135 rev. 2
Pokyn C: Význam termínů sestavy a systémy v oblasti směrnice o stavebních výrobcích	CONSTRUCT 96/175 rev. 2
Pokyn D: Označení CE podle směrnice o stavebních výrobcích	CONSTRUCT 97/220 rev. 5

Pokyn E: Třídy a úrovně ve směrnici o stavebních výrobcích	CONSTRUCT 99/337 rev 1
Pokyn F: Trvanlivost a směrnice o stavebních výrobcích	CONSTRUCT 99/367
Pokyn G: Evropský klasifikační systém pro reakci stavebních výrobků na oheň	CONSTRUCT 99/376
Pokyn H: Harmonizovaný přístup k nebezpečným látkám podléhajícím směrnici o stavebních výrobcích	CONSTRUCT 99/363 rev. 1
Pokyn I: Uplatňování čl. 4 odst. 4 směrnice o stavebních výrobcích	CONSTRUCT 00/395
Pokyn J: Přechodné režimy v rámci směrnice o stavebních výrobcích Diagram postupu pro přechodné režimy	CONSTRUCT 01/477
Pokyn K: Systémy prokazování shody a úloha a úkoly notifikovaných orgánů v oblasti směrnice o stavebních výrobcích	

Evropské technické schvalování	
31994D0023	Rozhodnutí Komise 94/23/ES ze dne 17. ledna 1994 o společných pravidlech postupu pro evropské technické schvalování
31997D0571	Rozhodnutí Komise 97/571/ES ze dne 22. července 1997 o všeobecné úpravě evropského technického schválení pro stavební výrobky
31998X0603(06)	Sdělení Komise 98/C168/06 k provádění směrnice rady 89/106/EHS o stavebních výrobcích, ve znění směrnice Rady 93/68/ES (notifikované orgány pro evropské technické schvalování)
Požárně technické vlastnosti	
31996D0603	Rozhodnutí Komise 96/603/ES ze dne 4. října 1996, kterým se zavádí seznam výrobků patřících do tříd A ‚Bez příspěvku k požáru' stanovených rozhodnutím Komise 94/611/ES ve znění rozhodnutí Komise 2000/605/ES
31998D0457	Rozhodnutí Komise 98/457/ES ze dne 3. července 1998 o zkoušce Samostatně hořící předmět (SBI) uvedené v rozhodnutí Komise 94/611/EHS, kterým se provádí článek 20 směrnice Rady 89/106/EHS o stavebních výrobcích

32000D0147	Rozhodnutí Komise 2000/147/ES ze dne 8. února 2000, kterým se provádí směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o klasifikaci z hlediska reakce stavebních výrobků na oheň Oprava: Úř. věst. č. L 85, 24. 3. 2001, s. 43	
	Návrh rozhodnutí Komise, kterým se mění rozhodnutí Komise 2000/147/ES, kterým se provádí směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o klasifikaci z hlediska reakce stavebních výrobků na oheň (prEN 13823)	
	Návrh rozhodnutí Komise, kterým se mění rozhodnutí Komise 2000/147/ES, kterým se provádí směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o klasifikaci z hlediska reakce stavebních výrobků na oheň (napájecí, ovládací a sdělovací kabely) Oprava: Úř. věst. č. L 219, 14. 8. 2001, s. 30	
	Návrh rozhodnutí Komise, kterým se stanovují stavební výrobky zařazené do tříd reakce na oheň podle rozhodnutí 2000/147/ES, kterým se provádí směrnice Rady 89/106/EHS	
32000D0367	Rozhodnutí Komise 2000/367/ES ze dne 3. května 2000, kterým se provádí směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o klasifikaci z hlediska požární odolnosti stavebních výrobků, staveb a jejich částí Oprava: Úř. věst. č. L 219, 14. 8. 2001, s. 30	
	Návrh rozhodnutí Komise, kterým se mění rozhodnutí Komise 2000/367/ES o požární odolnosti , pokud jde o třídy K pro povrchy stěn a stropů	
32000D0553	Rozhodnutí Komise 2000/553/ES ze dne 6. září 2000, kterým se provádí směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o chování střešních krytin při působení ohně zvenku	
32001D0671	Rozhodnutí Komise 2001/671/ES ze dne 21. srpna 2001, kterým se provádí směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o klasifikaci z hlediska chování střech a střešních krytin při působení ohně zvenku	
Postupy prokazování shody jednotlivých skupin stavebních výrobků		TS
31995D0467	Rozhodnutí Komise 95/467/ES ze dne 24. října 1995, kterým se provádí čl. 20 odst. 2 směrnice o stavebních výrobcích *(komíny, konstrukční ložiska, výrobky ze sádry)*	EN
31996D0580	Rozhodnutí Komise 96/580/ES ze dne 24. června 1996 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o lehké obvodové pláště	EN
31997D0161	Rozhodnutí Komise 97/161/ES ze dne 17. února 1997 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o kovové kotvy do betonu pro upevňování lehkých systémů	ETA

31997D0176	Rozhodnutí Komise 97/176/ES ze dne 17. února 1997 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o konstrukční výrobky ze dřeva a spojovací prvky	EN
31997D0177	Rozhodnutí Komise 97/177/ES ze dne 17. února 1997 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o kovové injektované kotvy do zdiva	ETA
31997D0462	Rozhodnutí Komise 97/462/ES ze dne 27. června 1997 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o desky na bázi dřeva	EN
31997D0463	Rozhodnutí Komise 97/463/ES ze dne 27. června 1997 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o plastové kotvy/hmoždinky do betonu a zdiva	ETA
31997D0556	Rozhodnutí Komise 97/556/ES ze dne 14. července 1997 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o vnější tepelněizolační kompozitní systémy/sestavy s omítkou (ETICS)	ETA
31997D0597	Rozhodnutí Komise 97/557/ES ze dne 14. července 1997 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o výztužnou a předpínací betonářskou ocel	EN
31997D0638	Rozhodnutí Komise 97/638/ES ze dne 19. září 1997 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o spojovací prostředky pro konstrukční dřevo/dřevěné dílce	EN
31997D0808	Rozhodnutí Komise 97/808/ES ze dne 20. listopadu 1997 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o podlahoviny a venkovní povrchy ve znění rozhodnutí Komise 1999/453/ES	EN
31998D0213	Rozhodnutí Komise 98/213/ES ze dne 9. března 1998 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o sestavy vnitřních příček	ETA
31998D0214	Rozhodnutí Komise 98/214/ES ze dne 9. března 1998 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o konstrukční kovové výrobky a doplňky	EN

31998D0279	Rozhodnutí Komise 98/279/ES ze dne 5. prosince 1997 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o sestavy/systémy nenosného ztraceného bednění z dutých tvárnic nebo panelů z izolačních materiálů, popřípadě z betonu	ETA
31998D0436	Rozhodnutí Komise 98/436/ES ze dne 22. června 1998 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o střešní krytiny, střešní světlíky, střešní okna a doplňkové výrobky	EN
31998D0437	Rozhodnutí Komise 98/437/ES ze dne 30. června 1998 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o vnitřní a vnější povrchové úpravy stěn a stropů Oprava: Úř. věst. č. L 278, 15. 10. 1998, s. 51	EN
31998D0599	Rozhodnutí Komise 98/599/ES ze dne 12. října 1998 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o střešní lité hydroizolační sestavy	ETA
31998D0600	Rozhodnutí Komise 98/600/ES ze dne 12. října 1998 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o samonosné průsvitné střešní sestavy (kromě sestav na bázi skla)	ETA
31999D0089	Rozhodnutí Komise 1999/89/ES ze dne 25. ledna 1999 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o prefabrikované schodišťové sestavy	ETA
31999D0090	Rozhodnutí Komise 1999/90/ES ze dne 25. ledna 1999 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o hydroizolace	EN
31999D0091	Rozhodnutí Komise 1999/91/ES ze dne 25. ledna 1999 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o tepelněizolační výrobky	EN
31999D0092	Rozhodnutí Komise 1999/92/ES ze dne 25. ledna 1999 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o lehké nosníky a sloupy z kompozitních materiálů na bázi dřeva	ETA
31999D0093	Rozhodnutí Komise 1999/93/ES ze dne 25. ledna 1999 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o dveře, okna, uzávěry/okenice, rolety, vrata a příslušné stavební kování	EN

31999D0454	Rozhodnutí Komise 1999/454/ES ze dne 22 června 1999 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o výrobky pro požární přepážky, požární těsnění a pro požární ochranu	ETA
31999D0455	Rozhodnutí Komise 1999/455/ES ze dne 22. června 1999 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o dřevěné rámové a roubené prefabrikované stavební sestavy	ETA
32000D0447	Rozhodnutí Komise 2000/447/ES ze dne 13. června 2000 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o prefabrikované nosné sendvičové panely na bázi dřeva a samonosné lehké kompozitní panely	ETA
32000D0606	Rozhodnutí Komise 2000/606/ES ze dne 26. září 2000 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o šest výrobků pro evropské technické schvalování bez řídícího pokynu	ETA
32001D0308	Rozhodnutí Komise 2001/308/ES ze dne 31. ledna 2001 o postupu prokazování shody stavebních výrobků ve smyslu čl. 20 odst. 2 směrnice Rady 89/106/EHS, pokud jde o prefabrikované obkladové prvky vnějších stěn s tepelněizolační vrstvou	ETA
32001D0596	Rozhodnutí Komise 2001/596/ES ze dne 8. ledna 2001, kterým se mění rozhodnutí 95/467/ES, 96/578/ES, 96/580/ES, 97/176/ES, 97/462/ES, 97/556/ES, 97/740/ES, 97/808/ES, 98/213/ES, 98/214/ES, 98/279/ES, 98/436/ES, 98/437/ES, 98/599/ES, 98/600/ES, 98/601/ES, 1999/89/ES, 1999/90/ES, 1999/91/ES, 1999/454/ES, 1999/469/ES, 1999/470/ES, 1999/471/ES, 1999/472/ES, 2000/245/ES, 2000/273/ES a 2000/447/ES o postupu prokazování shody některých stavebních výroků podle článku 20 směrnice Rady 89/106/EHS *(na které se vztahují požadavky z hlediska reakce na oheň)*	

2.5 vývoj požadavků na tepelnou ochranu budov

Do 70. let nebyly konkrétní požadavky na tepelnou ochranu budov stanoveny, konstrukce byly navrhovány z hlediska konstrukční spolehlivosti (statické požadavky).

Od čtvrtiny 20. století se postupně objevovaly požadavky na úspory energie.

Ve 40. letech byly doporučeny hodnoty součinitele prostupu tepla uvedené v tabulce 2-4 vycházející z DIN 4701.

Tabulka 2-4 Nejvyšší přípustné hodnoty součinitele prostupu tepla k pro různé druhy stavebních konstrukcí pro nejnižší vnější teplotu - 20°C (1944)

konstrukce	Nejvyšší hodnota součinitele prostupu tepla k kcal/m^{2}h°C
vnější zdi a obvodové konstrukce	1,2
podlahy a stropy na jedné straně ve styku s vnějškem	1,2
vnitřní zdi a příčky	1,8
dělící příčky mezi dvěma sousedními byty	1,4
podlahy a stropy oddělující vnitřní prostory domu	1,4
ploché střechy	0,95

První samostatná norma určující tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí byla vydána v roce 1962. Tato norma předepisovala pro vnější stěny hodnoty tepelného odporu v závislosti na teplotní oblasti, těmto odpovídají součinitele prostupu tepla k = 1,45 W.m^{-2}.K^{-1} a k = 1,40 W.m^{-2}.K^{-1}, vycházela z tepelně izolačních vlastností zdiva z plných pálených cihel o tloušťce 450 mm. V roce 1964 byla provedena revize z důvodu hygienického požadavku na dosažení vnitřní povrchové teploty nad teplotou rosného bodu a byla doplněna reálnějšími součiniteli tepelné vodivosti materiálů.

V ČSSR na základě usnesení předsednictva vlády č. 182 ze dne 24.8.1978 schválena opatření na snížení spotřeby tepelné energie v obytných a jiných vytápěných budovách a následně byla revidována norma ČSN 73 0540. Bylo nově zavedeno hledisko tepelné pohody během celého roku definované tepelnou stabilitou v zimním období a v letním období. Z toho vyplynul požadavek pro svislé stěny v závislosti na teplotní oblasti byly předepsány součinitele prostupu tepla od 0,89 do 0, 79 W.m^{-2}k.W^{-1} . Požadavky odpovídaly tepelně izolačním vlastnostem obvodové zdi z plných cihel tloušťky 72 cm namísto původních 45 cm.

Další revize tepelně technických požadavků z roku 1992 (Změna 4) předepsala pro obvodové stěny hodnotu součinitele prostupu tepla k_{max} = 0,46 W m^{-2}K^{-1} a tomu odpovídající tepelný odpor R = 2,0 m^2.K.W^{-1}

Důraz na tepelně technické vlastnosti staveb klade zákon o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. požadavky specifikuje vyhláška č. 291/2001 Sb. s platností od 1: ledna 2002.

Přehled vývoje požadavků na tepelný odpor R a součinitel prostupu tepla k konstrukcí je uveden v tabulce 2-5

Tabulka 2-5. Přehled vývoje požadavků na tepelný odpor R a součinitel prostupu tepla k konstrukcí:

období	předpis		požadavky			
			stěny vnější		střecha plochá	
			R	k	R	k
			$m^2.K.W^{-1}$	$W\ m^{-2}K^{-1}$	$m^2.K.W^{-1}$	$W\ m^{-2}K^{-1}$
do 1965	nebylo předepsáno, asi od 40 let 20. století doporučeno		0,52	1,45	0,63	1,25
1965 - 1979	ČSN 73 0540:64 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí		0,52	1,45	0,91	0,93
1979 - 1992	ČSN 73 0540:77 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov		0,95	0,89	1,8	0,51
1992 - 1994	ČSN 73 0540:77 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov Změna 4 (1992)		2,0	0,46	3,0	0,32
od 1994	ČSN 73 0540-2:94 Tepelná ochrana budov. Část 2. Funkční požadavky.	požadovaná	2,0	0,46	3,0	0,32
		doporučená	2,9	0,33	4,3	0,2

Použitá literatura:

[6.] Kalendář stavitelů českých na rok 1911 J. R. Vilímek Praha 1911

[7.] Vilímkův kalendář stavitelů republiky Československé 1921 J. R. Vilímek Praha 1921

[8.] Vilímkův kalendář československých stavitelů na rok 1925 J. R. Vilímek Praha 1925

[9.] Vilímkův kalendář československých stavitelů na rok 1926 J. R. Vilímek Praha 1926

[10.] Příručka kalendáře československých stavitelů 1934 J. R. Vilímek Praha 1934

[11.] Vilímkův stavitelský kalendář na rok 1943 J. R. Vilímek Praha 1943

[12.] Kohout, J. - Tobek, A.: Konstruktivní stavitelství Díl II. Tesařství Knihkupectví Boh. Pyšvejc v Praze 1942

[13.] Kohout, J. - Tobek, A.: Konstruktivní stavitelství Díl I. Zednictví Knihkupectví Boh. Pyšvejc v Praze 1944

[14.] Skrbek, A.: Posuzování konstrukcí pozemních staveb z hlediska tepelné techniky Česká grafická unie, a. s. Praha 1944

[15.] Šatava , V. - Škrdlík, J.: Pórovité betony SNTL Praha 1958

[16.] Ahnert, R. - Krause, K. H.: Typische bakonstruktionen von 1860 bis 1960 Teil I. Gründungen, Wände, Decken, Dachtragwerke VEB Verlag für Bauwessen Berlin 1985

[17.] Ahnert, R. - Krause, K. H.: Typische bakonstruktionen von 1860 bis 1960 Teil II Stützen, Treppen, Erker und Balkone, Fussböden, Dachdeckungen VEB Verlag für Bauwessen Berlin 1985

[18.] Novotný M. - Keim, L. - Šála, J. - Svoboda, Z.: Tepelné izolace a stavební tepelná technika ABF Praha 1994

[19.] Dlesek, V.: Úspory energie při rekonstrukci a modernizaci budov In: Sborník referátů 2 mezinárodní EIPOS koloquium Praha 1993

[20.] Vaverka, J.: Tepelně izolační materiály v České republice - minulost, současnost, budoucnost In: Materiály a technologie pro stavbu ročník 4 3/1998 s 42 - 45

[21.] Ovečka, M.: Územní plánování a stavební řád Novela stavebního zákona Ministerstvo pro místní rozvoj, Věstník, 2 - 98

3 Architektonická koncepce dřevostaveb

3.1 Úvodem

Projektování je proces upřesňování informací o **stavbě**[1]. Projektová dokumentace je obecně základním nositelem informace.Klíčovou roli hraje schopnost projektanta aktuální informace kriticky přijímat , analyzovat, zpracovat a tvůrčím způsobem v souladu s **veřejným zájmem**[2] aplikovat podle specifických nároků klienta. Předpokladem je nezbytná kvalifikace, vědomosti a zkušenosti. S tím souvisí i vysoká míra zodpovědnosti, kterou každý projektant nese. Veřejnoprávní vůči společnosti , smluvní (soukromoprávní) vůči klientovi a disciplinární ve vztahu k profesním komorám. To vše až do výše způsobených škod a majetkových sankcí.

Schopnost dívat se na dosud známé znalosti „novýma očima“, produkovat duševní kapitál , know-how, technologické inovace a to vše umět obchodně zúročit je zároveň důležitou zbraní konkurenčního boje.

Projektování se tak stává pevnou součástí mladého oboru „ekonomie znalosti“ v informační společnosti.

Duševní vlastnictví je postupně rehabilitováno také v České republice a získává si to postavení, které mu náleží i v oblasti honorářů a autorské ochrany.

Ne vše je dosud tak ideální , jak se na první pohled jeví. Specifickou součástí pozemního stavitelství jsou **dřevostavby** (dříve „Popelka“), které se díky řadě objektivních vlivů a dynamickému rozvoje v sousedních evropských státech dostávají na výsluní.

Zejména současná vlna minimalistické architektury vrací do hry ve zvýšené míře dřevo a výrobky z něj, jako konstrukční i jako dekorativní materiál. A to má četná úskalí. Platí, že nedostatky projektu a realizace, které způsobí u zděné stavby relativně snadno odstranitelné vady, mohou být pro stavby s konstrukcemi ze dřeva existenční záležitostí.

Bohužel ne všichni projektanti a zejména architekti, jsou si tohoto faktu vědomi a tak jsme někdy svědky, že i vyjímečně výtvarně zdařilá architektonická díla se zároveň snoubí s odbornými neznalostmi svých tvůrců a tím i konstrukčními nedostatky.

Společným jmenovatelem problémů těchto staveb je, že dřevěné prvky a materiály jsou pod tlakem jisté módnosti a snad i exhibice navrhovány a realizovány v souvislostech, kde obstát nemohou. Nemluvě o porušení ustanovení závazných předpisů, norem a po staletí uznávaných praktických zvyklostí, které pro práci s dřevem platily.

Následující text si klade za cíl upozornit na některá citlivá místa při projektování a realizaci staveb ze dřeva, vyvolat diskusi na toto téma, případně naznačit možnosti řešení.

---

[1] Za „stavbu“ se podle stavebního zákona považují veškerá stavební díla bez zřetele na jejich stavebně technické provedení, účel či dobu trvání.

[2] S pojmem „veřejný zájem“ se můžeme setkat ve stavebním právu často, není však nikde přesně definován. Obvyklý výklad je, že se jedná o zájmy hájené právem, tj. Zákony.

3/ Zákon č. 50/1976, Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů, (stavební zákon)

3.2 Systémové problémy

Česká republika je dlouhá léta pověstná, a to i mezi zahraničními investory, svojí rozsáhlou a málo přehlednou legislativou na úseku stavebního řádu. Bohužel , nezbývá mi, než to na základě vlastní mnohaleté zkušenosti potvrdit.

Těžištěm současného stavebního práva je **stavební zákon**[3], ve znění mnoha pozdějších změn, a tři bezprostředně navazující vyhlášky, **o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci**[4], **vyhláška kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona**[5] a **vyhláška o obecných technických požadavcích na výstavbu**[6]. Stojí za zmínku, že tato vyhláška platí v duchu rakousko-uherské tradice pro celé území republiky vyjma Prahy, která má svojí specifickou obdobu v podobě **vyhlášky hl. m. Prahy**[7], v některých ustanoveních od celostátní vyhlášky odlišné.

Na tuto páteř českého stavebního práva navazuje kostra cca **dvaceti bezprostředně souvisejících zákonů** se kterými se můžeme při projektové činnosti běžně setkat : např. **správní řád**[8], zákon o státní památkové péči, zákon o ochraně přírody a krajiny, vodní zákon, telekomunikační zákon, autorský zákon, zákon o výkonu povolání autorizovaných architektů, inženýrů a techniků činných ve výstavbě.

Celé právní a profesní okolí (předem zdůrazňuji, málo přehledné, značně přebujelé, vnitřně nejednotné, mnohdy rozporné), zahrnuje k datu vydání této publikace **celkem více než 180 zákonů, vyhlášek a nařízení**, které jasnou orientaci nikoho neumožňují a právní jistoty nezaručují.

Situaci v oboru dále komplikují některá silně zakořeněná **zvyková práva a výrazy** a to jak na straně stavebních firem , tak i stavebních úřadů, které jen zvolna přivykají základní zásadě právního státu, že stavebníkovi lze uložit povinnosti pouze v souladu se zákonem a v jeho mezích. Typickým často užívaným a matoucím výrazem je např. „prováděcí projekt“, jako relikt předlistopadového stavebnictví, který v soudobé legislativě nemá oporu a není-li přesně definován (např. ve smlouvě o dílo), je zcela bezobsažný a zavádějící.

Součástí **platné** legislativy v oboru jsou rovněž **České technické normy (ČSN).** Záměrně zdůrazňuji slovo platné. Obecná závaznost norem byla zrušena k 1. 1. 1995, zákonem však byla prodloužena platnost závazných ustanovení některých platných českých technických norem.

Přesto nejsou normy, jak se často i v odborných kruzích traduje, výmyslem „šíleného totalitního plánovače“.

---

[3] Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 135/2001 Sb., o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci

[4] Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 135/2001 Sb., o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci

[5] Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 132/1998, Sb., kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona

[6] Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č.137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu

[7] Vyhláška hl. města Prahy č. 26/1999 Sb. hl. m . Prahy, o obecných technických požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze

[8] Zákon č.71/1967 Sb.,o správním řízení (správní řád)

I nezávazné normy poskytují pro konkrétní řešení tzv. „výhodnou radu“a jsou vždy v případě soudního sporu měřítkem správnosti tohoto řešení. Proto je praktické případ od případu dobře zvážit, zda-li konkrétní technické provedení bude respektovat normy, či nikoliv.

Každá autorizovaná osoba působící v oboru má povinnost tyto předpisy znát, řídit se jimi a klientovi poskytnout kvalifikovaný výklad. Z předchozího výčtu však jasně vyplývá, a praxe to potvrzuje, že je tento požadavek spíše v oblasti zbožných přání zákonodárce a profesních komor.

3.3 Nároky na projektovou dokumentaci

Stavební zákon[9] ve svých ustanoveních činí projektanta osobně zodpovědného za jím zpracovanou projektovou dokumentaci. Odpovídá za správnost, úplnost a proveditelnost projektu. Při svojí činnosti je povinen projektant hájit **veřejný zájem**. Projektant je **autorizovaná osoba**, ve smyslu **zákona**[10], která označuje dokumentaci svým razítkem, vlastnoručním podpisem a datem vyhotovení, zároveň vede o použití razítka deník s předepsanými náležitostmi. Musel prokázat svojí kvalifikaci při autorizační zkoušce a je zapsán v seznamu u příslušné profesní komory.

Obecně je stavební zákon koncipován tak, že ukládá povinnosti stavebníkovi, jako účastníkovi řízení. Na stavebníkovi leží proto břímě zajistit zákonné náležitosti – minimálně projekt, realizaci stavby či dozor nad prováděním stavby prostřednictvím autorizované osoby.

Co se týká hloubky a rozsahu zpracovávané dokumentace , ponechává legislativa po roce 1990 stavebníkovi značnou smluvní volnost a klade tím zvýšené nároky na jeho odborné znalosti.

3.4 Projekt pro stavební řízení

Současně platná **vyhláška**[11] minimalizuje nároky na obsah výkresové části projektové dokumentace pro stavební řízení (projektu). Zahrnuje zejména půdorysy, řezy a pohledy obsahující jednotlivé druhy konstrukcí a částí stavby v měřítku zpravidla 1:100.

Povinně předepsané tedy nejsou samostatné výkresy základů, krovů, skladeb stropů, ani statické výpočty .Vyznačení vnitřních rozvodů a instalací je požadováno vyhláškou pouze schematicky.U rodinných domů, (ve většině případů v souladu s dikcí zákona - staveb jednoduchých), může být dokumentace, po dohodě se stavebním úřadem, ještě více zjednodušena.

Připomínám, že v oblasti dřevostaveb jsou rodinné domy v České republice zatím nejčastěji realizovaným typem stavby.

Předmětem zájmu projektantů, ale bohužel ani stavebních úřadů není dosud povinnost vybavit projekt písemným dokumentem obsahujícím konkrétní hodnoty tepelně technických a energetických vlastností stavebních konstrukcí a stavby a zároveň průkaz splnění těchto

---

[9] Zákon č. 50/1976, Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů, (stavební zákon)

[10] Zákon č.360/1992 Sb.,o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů

[11] Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 132/1998, Sb., kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona

požadavků. Podotýkám, že tato nedílná součást dokumentace je požadována **vyhláškou**[12] od počátku roku 2002, ale až doposud bylo neplnění tohoto požadavku mlčky tolerováno.

V současnosti může být nesplnění této **zákonné podmínky**[13/] oceněno pokutou až ve výši 5 mil. Kč.

Pozoruhodným faktem je, že žádné závazné ustanovení platné legislativy neurčuje, že projekt pro stavební povolení je postačujícím podkladem pro realizaci stavby. To lze dovodit pouze nepřímo.Vzniklý prostor se pokusily vyplnit profesní komory v rámci svých **zákonem**[14] daných pravomocí podzákonnými předpisy (definicí a specifikací obsahu dalšího navazujícího stupně projektové dokumentace. O nich se však přirozeně stavební zákon nezmiňuje).

Obsahem projektové dokumentace pro stavební řízení je definování všech kvalitativních a kvantitativních požadavků na stavbu, včetně konstrukčního uspořádání a detailů. Cílem je pro potřeby stavebníka (investora) jednoznačně formulovat požadavky na parametry stavby.

Tato dokumentace však neobsahuje konstrukční, výkresy dřevěných a ocelových konstrukcí , výrobků PSV a zejména (to je pro projektování dřevostaveb klíčová informace) návrh spojů.

Z toho vyplývá, že uvedená dokumentace nemůže být postačujícím podkladem pro řádnou realizaci dřevostavby bez vypracování **výrobní dokumentace** alespoň v rozsahu stavební části a statiky. Obsah výrobní dokumentace specifikuje **technická norma**[15]. Tato finální dokumentace, má-li splnit **zákonné**[16] náležitosti musí vzniknout za těsné spolupráce (a dohledu) autora projektu a vybraného zhotovitele stavby, respektovat jeho technologické možnosti a zvyklosti.

Osobně doporučuji již projekt pro provedení stavby minimálně konzultovat s realizační firmou. Ze svojí poradenské činnosti, bych mohl uvést některé neúspěšné pokusy kolegů architektů, kteří vypracovali projekt pro provedení stavby ze dřeva včetně detailů bez spolupráce s prováděcí firmou. Projekty měly často fatální nedostatky nejen v konstrukčním řešení ale zejména v oblasti stavební fyziky.

Poměrně časté jsou také snahy klientů, kteří mají k dispozici studii, nebo projekt domu, původně navržen jako zděný o jeho rychlou transformaci na dřevostavbu. Mohu potvrdit - neúspěch je zaručen. Proč, se pokusím vysvětlit v následující kapitole.

3.5 Specifika projektování dřevostaveb

Je dosud málo zdůrazňovanou skutečností, že některé zásady platné v „silikátovém stavitelství“ jsou do oboru navrhování dřevostaveb nepřenositelné. Podceněním tohoto faktu při přípravě mladých odborníků na školách, při projektování a realizaci staveb vede ke zbytečným vadám a poruchám staveb a tím i ke ztrátě prestiže celého oboru. Pro laickou

---

[12] Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách

[13] Zákon č. 406/2000 Sb. ,o hospodaření s energií (energetický zákon)

[14] Zákon č.360/1992 Sb.,o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů

[15] ČSN 73 2810 Dřevěné stavební konstrukce provádění

[16] Zákon č.121/2000 Sb.,o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon)

veřejnost je to potom dalším důkazem, že ze dřeva nelze stavět hodnotné a trvanlivé objekty. Na druhou stranu je nutné si uvědomit, že navrhování a výstavba moderních dřevostaveb je v České republice relativně mladý, polistopadový obor. Pro srovnání, v Rakousku , Německu a Švýcarsku trvalo čtyřicet let, než se podařilo dosáhnout standardní kvality, kterou známe ze zahraničních časopisů a realizací.

Dřevostavby mají mnohem citlivější prahovou hranici pro vlhkostní a tepelný režim, řešení detailů, tepelných mostů a skladeb konstrukcí. Některé architektonické prvky jsou jen velmi obtížně řešitelné tak, aby konstrukce ze dřeva byla plně funkční , trvanlivá a zároveň ekonomická. Je rozumnější jí v souladu se zahraničními zkušenostmi nahradit lokálně jinými materiály, například ocelí.

Zavedeným pojmem pro souhrn zásad, zkušeností a postupů , které jsou nezbytné pro zachování spolehlivosti a dlouhé životnosti dřevostavby je takzvaná **konstrukční ochrana dřevěných konstrukcí.**

Tím se má na mysli ochrana konstrukce, dílců a prvků stavby v celém „životním“ cyklu od projektové přípravy, přes výrobu, dopravu ,skladování ,montáž, užívání a údržbu. (Toto řešení má prioritu před chemickou ochranou, kterou aplikujeme pouze v těch případech, kdy nemáme jistotu, že konstrukční ochrana dílčí části konstrukce bude postačující, nebo nám to ukládá závazný předpis).

Hlavní zásada je minimalizace vlhkosti a s tím související následující doporučení:

1. **Situování a orientace stavby na pozemku, její tvarová optimalizace.**

   Dřevostavby realizovat pouze na slunečných, provětrávaných plochách, nezastíněných například lesem. Volit kompaktní nečlenité tvary hmoty domu se správným způsobem zastřešení všech prvků. Vyhýbat se pokud možno plochým střechám a ustoupeným podlažím. Jednotlivé části chránit před kontaktem se zeminou a zdivem, zejména u svažitých pozemků. Zvážit odtokové poměry a terén vyspádovat důsledně vždy směrem od stavby. (Splnění tohoto ustanovení se zdá samozřejmostí, ale u řady realizací s následnými problémy zjišťujeme opak.).

2. **Výběr dřeva, vhodných a z hlediska užití bezpečných materiálů, jejich dimenzování a návrh spojů**

   Důležité je předepisovat kvalitu a druh dřeva vždy v souladu s **technickou normou[17].** Materiál na stavbě před zabudováním zkontrolovat. Minimalizovat podíl čelních (řezných ploch orientovaných k obloze, chránit je zastřešením, nebo alespoň zkosením). Prvky s většími průřezy doporučuji vyrábět z vrstveného (lepeného) dřeva, eliminovat tím výsušné trhliny. Hrany prvků před nátěrem zaoblit, lépe přilne nátěr. Všechny povětrnosti vystavené části chránit alespoň ohoblováním. U vnějších spojů a styků zajistit snadný odtok vody a rychlé vysychání. Dovolí-li to statik, nenavrhovat těsné spoje, mezi prvky vkládat nenasákavé distanční podložky. Důsledně všude aplikovat okapnice, vyhýbat se vodorovným plochám bez spádu. U spojů nosných konstrukčních částí trvat na ověření statikem a vypracování výrobní dokumentace, faktické provedení kontrolovat na stavbě.

3. **Izolace prvků před vlhkostí , ochrana před houbou a hmyzem, požární ochrana.**

   Cílem je, aby všechny části stavby byly trvale v suchém prostředí. Nejlepší izolací proti vlhkosti je suchý proudící vzduch. To se nám však nepodaří dosáhnout všude.

   Důležité je zejména zabránit přímému dotyku nosných dřevěných prvků se zdivem a betonem.

[17] ČSN 73 1701 Navrhování dřevěných stavebních konstrukcí

U dřevostaveb je citlivým detailem odizolování ošetřeného dřevěného základového prahu pro montáž stěn od obvykle betonového základu a bezvadná návaznost na vodorovnou izolaci proti zemní vlhkosti. (Zároveň se většinou řeší také izolace proti radonu.) Dále správný návrh izolace v prostorách s vyšší vlhkostí – koupelny a WC. V neposlední řadě samozřejmě návrh a provedení střešního pláště.

Ochrana proti plísni a hnilobám se obvykle navrhuje kromě výše uvedených zásad chemická. Proti hmyzu je možná rovněž chemická, ale také mechanická, důslednou ochranou všech dutin síťkami. Banální požadavek, který se na stavbách příliš nedodržuje.

Požární ochrana by si zasloužila více prostoru, ale zmíním alespoň ty nejdůležitější problémy specifické pro dřevostavby. Pro objekty ze dřeva je typické, že **požárně nebezpečný prostor dle vyhlášky**[18] často přesahuje minimální odstupové vzdálenosti od hranice sousedního pozemku dle vyhlášky, zejména v případě rodinných domů. Obvykle se řeší výjimkou, ale je s tím třeba počítat již při zpracování studie. U dřevostaveb je rovněž náročnější návrh konstrukcí oddělujících samostatné požární úseky, zejména stropů u bytových domů a chráněných prostupů instalačních rozvodů. S tím souvisí problematika správné materiálové skladby a případně aplikace retardérů hoření. (Rigidnost našich požárních předpisů, platných také pro dřevostavby, by při konfrontaci s legislativou zemí EU jistě stála za samostatnou diskusi).

4. **Regulace klimatických podmínek v interiéru**

   Jednou z nejdůležitějších rolí konstrukční ochrany dřevostaveb je zajištění správných klimatických podmínek interiéru stavby a jejich regulace s ohledem na vnitřní provoz a parametry vnějšího prostředí. Jedná se o vlhkost , teplotu , tlak a cirkulaci vzduchu.

   Klíčovým problémem je správný návrh skladby obvodového pláště, zejména eliminace všech tepelných mostů a tepelných vazeb. Každá ze skládaných konstrukcí opláštění má v případě staveb ze dřeva dán do vínku automaticky velmi vysoký tepelný odpor, a proto i předpoklad výrazně menších tepelných ztrát (ve srovnání s objekty se standardními jednovrstvými zděnými konstrukcemi). Z tohoto hlediska nabývá na důležitosti především bezchybné vyřešení citlivých konstrukčních detailů u paty domu, návaznosti okenních a dveřních rámů na ostění , přechod stropní konstrukce patra do obvodového pláště, připojení balkonu, nebo terasy na objekt, řešení střešního pláště u okapů, střešních oken, vikýřů a hřebene střechy.

   Základním principem správné skladby je zajistit klesající difúzní odpor materiálů skládané konstrukce směrem k exteriéru a zamezení průchodu vodních par konstrukcí, vedoucí při kondenzaci k akumulaci vlhkosti v plášti, tvorbě plísní, degradaci výkonu tepelné izolace, k objemovým změnám dřevěných nosných prvků a následně i k ohrožení stability objektu.

   Ke cti profese projektanta jistě nepatří sdělení pracovníků specializovaného centra zaměřeného na energetickou náročnost budov, že z několika set jimi prověřovaných projektů vyhovělo všem požadavkům platné legislativy necelé jedno procento.

3.6 Nejčastější prohřešky při návrhu a projektování dřevostaveb

Při výpočtovém ověření skladeb konstrukcí v rámci projektové přípravy staveb, nejsou do vzorců dosazované výpočtové, reálně na konkrétní stavbě dosažitelné parametry materiálů, se zahrnutím vlivu všech tepelných vazeb a mostů, ale jejich normové hodnoty převzaté

[18] Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č.137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu

z tabulek, stanovené za ideálních podmínek ve zkušebnách. Této chyby se v rozporu se **závazným ustanovením normy**[19] podle mých zkušeností bohužel dopouštějí i renomované inženýrské kanceláře specializované na oblast stavební fyziky.

Výše uvedená připomínka se týká nejen navrhování tepelných izolací, ale i parozábran, kde důsledek perforace kotevními prostředky podhledu, nedostatečné ošetření spojů, nebo chybně provedené návaznosti fólie na prostupy a okenní rámy může mít až řádový vliv na hodnotu faktoru difúzního odporu. V tomto případě platí, že než špatně provedená parozábrana, která soustřeďuje kumulovaný tlak vodní páry na defektní místa je mnohdy lepší konstrukce bez parozábrany.

Při návrhu difúzní (pojistné hydroizolační) fólie je často opomíjen fakt, že se tato izolace nabízí na trhu v zásadě ve dvou provedeních, jako kontaktní tzn. může se dotýkat tepelné izolace, a nekontaktní (levnější varianta), která musí mít mezi tepelnou izolací odvětrávanou vzduchovou mezeru s příslušnou dimenzí. Toto rovněž vede k poruchám konstrukcí.

Většina pojistných fólií je zároveň velmi citlivá na degradaci vlivem UV záření. Umístění v konstrukci v poloze vystavené vlivu slunečního záření vede k jejich nefunkčnosti a tím i promáčení tepelné izolace srážkami.

Samostatnou kapitolou je uplatňování **zákonem**[20] stanovených kritérií na ověření požadovaných vlastností výrobků zabudovaných do každé stavby. **Stavební zákon**[21/]ukládá, že výrobky jež mají rozhodující význam pro výslednou kvalitu stavby, musí být ověřeny podle zvláštního předpisu. Tím je **zákon**[22] platný od roku 1997, jeho prováděcí předpisy a nejnověji **nařízení vlády**[23]**,** které v části základních požadavků specifikuje nároky na stavby v oblasti mechanické stability a odolnosti, požární bezpečnosti, hygieny, ochrany zdraví a životního prostředí, bezpečnosti užívání, ochrany proti hluku, úspor energie a ochrany tepla. V závěrečné části zdůrazňuje, že tyto požadavky musí být při běžné údržbě plněny po dobu ekonomicky přiměřené životnosti za předpokladu působení běžně předvídatelných vlivů na stavby. Průkazem je **prohlášení o shodě** rozhodujících výrobků a materiálů zabudovaných do stavby podle **zákona**[24] a jeho prováděcích předpisů. Pro ilustraci u dřevostavby rodinného domu se jedná o cca 60 –70 položek.

Přestože mají stavební úřady již několik let povinnost tyto doklady při kolaudaci kontrolovat, ještě se mi nestalo, že by k tomu došlo. Patří k domácímu koloritu, že některé stavební firmy se snaží nahradit podmínky zákona čestným prohlášením, že všechny požadované doklady jsou uloženy v sídle firmy k nahlédnutí. Při této příležitosti upozorňuji na fakt, že podle **zákona**[25] nesmí architekt navrhnout a zhotovitel do stavby zabudovat výrobek nebo materiál bez prohlášení, respektive osvědčení o prohlášení o shodě, pokud svým určením odpovídá stanovenému výrobku na nějž se ze zákona vztahuje povinnost ověřování shody.

To klade zvýšené nároky na znalosti projektanta a jeho ochotu přijímat nové informace zejména o materiálech a jejich vlastnostech. S vědomostmi nabytými při vysokoškolském

---

[19] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

[20] Zákon č. 22/1997 Sb.,O technických požadavcích na výrobky … (ve znění pozdějších předpisů)

[21] Zákon č. 50/1976, Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů, (stavební zákon)

[22] Zákon č. 22/1997 Sb.,O technických požadavcích na výrobky…(ve znění pozdějších předpisů)

[23] Nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

[24] Zákon č. 22/1997 Sb.,O technických požadavcích na výrobky…(ve znění pozdějších předpisů)

[25] Zákon č. 50/1976, Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů, (stavební zákon)

studiu již nikdo nevystačí. Princip celoživotního průběžného vzdělávání je nezvratným faktem pro ty , kteří si chtějí udržet kontakt s novinkami v oboru a být konkurenceschopní.

A v oblasti dřevostaveb je toho skutečně hodně. Za posledních 10 let se zcela změnila použitelná výrobková báze. Jsou to například nové nosné elementy : dřevoštěpkové desky, vrstvené dřevěné desky, fóliované překližky, výrobky ze zahuštěného a modifikovaného dřeva, prvky vyztužené uhlíkovými lamelami. Nenosné, obkladové konstrukce byly obohaceny o sádrovláknité desky. Špatnou zprávu mám však pro všechny předčasně experimentující kolegy architekty. Žádný z výše uvedených materiálů nemá podle mých informací v České republice osvědčení pro použití jako fasádní obklad v exponované poloze vystavené povětrnosti, a to se všemi důsledky z toho plynoucími. Nejvíce problematickým místem je ošetření řezných hran a eliminace objemové roztažnosti v místě kotvení do podkladní konstrukce. Nejvhodnější formu úspěšné realizace dřevostaveb je konzultovat s odborníky na dřevěné konstrukce již architektonickou studii. Vyvarujeme se tím výskytu neřešitelných, nebo nespolehlivých detailů a provedení jednotlivých konstrukcí a návazně celé stavby. Konec konců dialogem s odborníky z realizačních firem již ve fázi návrhu objektů mohou vzniknout v oboru dřevostaveb zcela neobvyklá architektonická díla, která se budou vyznačovat vysokou funkční spolehlivostí a trvanlivostí. Jedině tak lze potlačit dosud trvající nedůvěru českého občana a řady státních institucí ke konstrukcím a stavbám ze dřeva.

3.7 Úloha škol a odborných časopisů

Rozdělením republiky jsme pozbyli jediné akademické pracoviště, zabývající se dlouhodobě a systematicky problematikou dřevostaveb. Tím míním Drevárskú fakultu Technické univerzity ve Zvolenu, kde učí řada schopných pedagogů.

Struktura výuky studentů fakult architektury v České republice je dosud negativně ovlivněna oddělením od inženýrského zázemí mateřských stavebních fakult v sedmdesátých letech minulého století. Technickým oborům a zejména problematice stavební fyziky je věnováno ve výuce stále méně času. O tom svědčí nejenom kritické připomínky z řad vyučujících, které jsem z pražské techniky zaznamenal, ale i množství vad , které jsou součástí staveb projektovaných zejména některými mladšími absolventy fakult architektury.

Musím, byť s rozpaky konstatovat, že určitou rehabilitaci komplexní kvality výkonu profese spatřuji v nově koncipovaném oboru architektura při fakultě stavební ČVUT, kde zejména někteří absolventi doktorandského směru studia dosahují zajímavých výsledků jak v oblasti výtvarného návrhu, tak i v technických disciplínách a jsou dobře vybaveni na samostatný výkon profese. Výhrady ze strany Komory architektů vůči takto koncipovanému studiu, zejména co se týká menšího objemu ateliérové výuky nepovažuji za podstatné. Důležitá bude schopnost absolventů uplatnit a prosadit se v praxi. A to ukáže čas.

Smutná je současná úloha médií a většiny odborných časopisů v oboru. V oblasti dřevostaveb jsou někdy publikovány pozoruhodné nesmysly. Recenze staveb v takzvaných výtvarných revue se omezuje pouze na kritiku výtvarného a dispozičního řešení. Konstrukční řešení, energetická náročnost objektu, tepelně technický standard, šetrnost k životnímu prostředí, nároky na provoz a údržbu obvykle nejsou zmíněny, natož kriticky zhodnoceny. Recenze většinou píší vzděláním kunsthistorici, u nichž nelze znalost technických aspektů stavby očekávat. Nechat lektorovat text nezávislým znalcem dosud u drtivé většiny časopisů není zvykem.

Je to obdobná situace, jako kdyby v automobilovém průmyslu byly posuzovány pouze estetické vlastnosti karoserie, ale o vlastnosti motoru a funkčnost vnitřního vybavení a zejména pak bezpečnosti nového modelu se nikdo nezajímal.

Tvorba architektonických děl je přece od nepaměti vždy výslednicí správného výtvarného, konstrukčního i dispozičního řešení. A architekt není jen tvůrce designu stavby, ale musí unést zodpovědnost i za konstrukční detail.

4 Nosné konstrukce dřevostaveb

4.1 Konstrukční systémy budov na bázi dřeva

Konstrukční systémy budov na bázi dřeva se zpravidla odvozují od hlavních svislých a vodorovných nosných konstrukcí, respektive konstrukčních prvků. Vyznačují se zejména různým stupněm prefabrikace a návazně staveništní pracnosti. Konstrukční systémy mohou být v podstatě členěny na:

- skeletové,
- stěnové (deskové, panelové),
- prostorové.

Nosné konstrukce dřevostaveb mohou být provedeny jako:

- srubové,
- trámové,
- příhradové (hrázděné),
- sloupkové (žebrové),
- skeletové s jednoduchými stropními nosníky,
- skeletové s kleštinovými (zdvojenými) stropními nosníky,
- skeletové se stropními trámy,
- panelové se stropními trámy,

tyto můžeme dále členit na:

- systém z malých panelů v šířkovém modulu odpovídajícím použitým konstrukčním deskám, 1,2 nebo 1,25 m,
- systém středně velkých panelů z důvodu manipulace a přepravy v šířkách od 2,4 do 3 m,
- systém celostěnových panelů v šířkách odpovídajících technologickému zařízení na jejich výrobu tj. obvykle do 12 m, i větší,
- celopanelové, jedná se o variantu, kdy nosné konstrukce stěn, ale i stropu a střešního pláště tvoří velkoplošné panely,
- z prostorových buněk.

K historicky nejstarším konstrukčním systémům v rámci tohoto členění patří systémy srubové, trámové a hrázděné. I když i tyto konstrukční systémy prodělávají v posledních letech určitou renesanci. V poválečných letech minulého století se u nás, s ohledem na dostupnou technologii, rozvíjela výroba zejména konstrukčních systémů z malých panelů a výroba prostorových buněk. Rozvoj výroby konstrukčních systémů z celostěnových panelů se datuje na území naší republiky zakoupením technologie pro výrobu a výstavbu známých rodinných domků OKAL. Rozvoj výroby a dodávky staveb z prostorových buněk se v minulém století odvíjel zejména od dodávek administrativních a ubytovacích objektů pro rozvíjející se těžební průmysl na Sibiři. Konstrukce sloupkové a skeletové mají dlouhou tradici jak v řemeslném, tak i průmyslovém provedení. V posledních zhruba deseti letech si na našem trhu našel místo ve výstavbě rodinných domků i počínaje 19. stoletím nejrozšířenější

sloupkový systém v USA a Kanadě, který známe pod názvem *Two by Four,* charakterizovaný profilem základního dřevěného prvku 2“x 4“, což je cca 5 x 10 cm. Kromě názvu *Two by Four* se lze setkat i s názvy *Stik Framing, Plotform Framing,* nebo *Platform Frame Systém.*

4.1.1 Srubové a trámové stavby

Z odkorněných kuláčů, dvoustraně, nebo čtyřstranně hraněných, případně profilovaných trámů se vytvářejí masivní stěny. Jednotlivé trámy se kladou na sebe vodorovně a spojují se mezi sebou dřevěnými kolíky, vloženými péry nebo na pera a drážky vyfrézované v ložných plochách jednotlivých trámů. Pro srubové stavby je charakteristické provedení nároží budovy. Jednotlivé masivní prvky stěny se v rozích překládají a spojují na přeplátování. Zhlaví trámů pak v rozích přesahují obrys stěny o 1 až 2 násobek výšky trámu. Nebo jsou na nárožích spojeny na rybinový spoj bez přesahu. Vnitřní nosné stěny jsou pak tvořeny shodnými kuláči nebo trámy a do obvodových stěn jsou napojeny přeplátováním s nebo bez přesahu zhlaví.

U varianty spojení stěn v rozích bez přesahu zhlaví trámů jsou pak poslední dva trámy tvořící nadedveřní a nadokenní překlady osazeny do vzájemně kolmých obvodových stěn na přeplátování s přesahem. Tím jsou stěny stabilizovány proti vybočení. Svislé ostění otvorů je vymezeno sloupky do nichž jsou meziokenní trámy vnějších stěn a mezidveřní trámy vnitřních stěn osazeny začepováním do drážky. Nosnou konstrukci stropů tvoří převážně viditelné stropní trámy osedlané do příček a obvodových stěn na jednostranné přeplátování s přesahem v šířce římsy. Trámy jsou z vrchní strany opatřeny záklopem z prken s překrytím stykových spár. Krokve vaznicového, nebo hambalkového krovu jsou osedlány na pozednice uložené ne stropní trámy v rovině stěny, doplněné námětkovými krokvemi, které upravují sklon střechy až k okapu římsy.

U konstrukcí trámových stěn se nepoužívá přeplátování. Vodorovné trámy stěn jsou ukončeny kolmým řezem, nebo čepem a vkládají se do drážek svislých sloupků. Konstrukce trámových stěn se tak skládá z vodorovných trámů a svislých sloupků.

Spáry mezi vodorovnými prvky se dříve utěsňovaly jílem se slaměnou řezankou a mechem. V novodobých srubových konstrukcích se utěsňují konopným provazem a tepelnou izolací z lněných, nebo konopných vláken, případně izolací z ovčí vlny. Někdy se také používají elastické pásky z měkkých pěno plastických hmot.

V obou dvou případech tloušťka stěny z masivního dřeva nepřesahuje obvykle 200 mm, což je pro celoročně užívané bytové objekty, respektive budovy s požadovaným stavem vnitřního prostředí z hlediska tepelně technických nároků na obálkové konstrukce málo. V řadě Alpských zemí ale i v České republice prochází srubové stavby určitou renesancí. Pro dosažení požadovaného tepelného odporu jsou roubené stěny doplněny z vnitřní strany tepelnou izolací a dřevěným obkladem z prken tl. 20 až 30 mm. Důležité je zabezpečit u těchto staveb potřebnou vzduchotěsnost obálkové konstrukce. Jednotlivé trámy novodobých srubů jsou opracovány strojně a spojují se obvykle ne dvojité pero a drážku se skosením krajních ploch pro zamezení zatékání srážkové vody do spojů. Používají se také zdvojené srubové stěny vyplněné tepelnou izolací. Masivní vnitřní vrstva o tl. minimálně 65 mm posunuje tyto konstrukce již do staveb vhodných pro přerušované vytápění.

Nevýhodou těchto staveb je značně vyšší staveništní pracnost a nároky na řemeslnou zručnost. Větší spotřeba dřeva a vysoké nároky na jeho kvalitu. Větší vlhkost masivních profilů. Potřeba jejich dlouhodobého vysychání a následkem toho nutnost umožnění sedání stavby před jejím dokončením. Pro eliminaci výsušných trhlin v jednotlivých trámech, nebo kuláčích jsou známy i technologie, kdy se kuláče, nebo trámy před dalším opracováním rozřežou a znovu slepí do původního profilu. Umožňují to polyuretanová lepidla, kterými je

možno lepit i mokré neopracované dřevo. Srubové stavby mají také určitá prostorová a dispoziční omezení daná nároky na zabezpečení prostorové tuhosti stavby.



Obr. 4-1 Novodobá srubová stavba rodinného domku

4.1.2 Příhradové, hrázděné stavby

Nosnou konstrukci stěn tvoří tesařsky vázaná kostra s hraněného dříví vyplněná různými druhy vyzdívek. Pro tuto nosnou kostru je nutno použít staticky dimenzované hranoly profilu 100/160 až 160/180 mm. Kostra musí být prostorově vyztužena úhlopříčně orientovanými dřevěnými vzpěrami a stěnovými a okenními rozpěrami. Jednotlivé sloupky jsou dole začepovány do masivního prahu a nahoře jsou začepovány do stěnového vazného trámu. Kostra jednopodlažních nebo dvoupodlažních hrázděných budov zahrnuje i vázaný strop a sklonitou střechu. Klasické řešení tohoto konstrukčního systému již nevyhovuje dnešním požadavkům stavebně technologickým, ani tepelně technickým. Pokud je tento konstrukční systém používán v dnešní době, je to zpravidla z důvodu jeho výrazového a estetického působení. Stěnové sloupky pak procházejí na celou výšku stavby a kompletizované panely obvodových stěn a střešního pláště jsou osazeny mimo rovinu nosných tyčových prvků systému. Tvoří tak dokonalé tepelně izolační a vzduchotěsné obálkové konstrukce.



Obr. 4-2 Moderní hrázděná konstrukce štítu s nenosnou tepelněizolační štítovou stěnou mimo rovinu nosné konstrukce

4.1.3 Sloupkové, žebrové konstrukční systémy

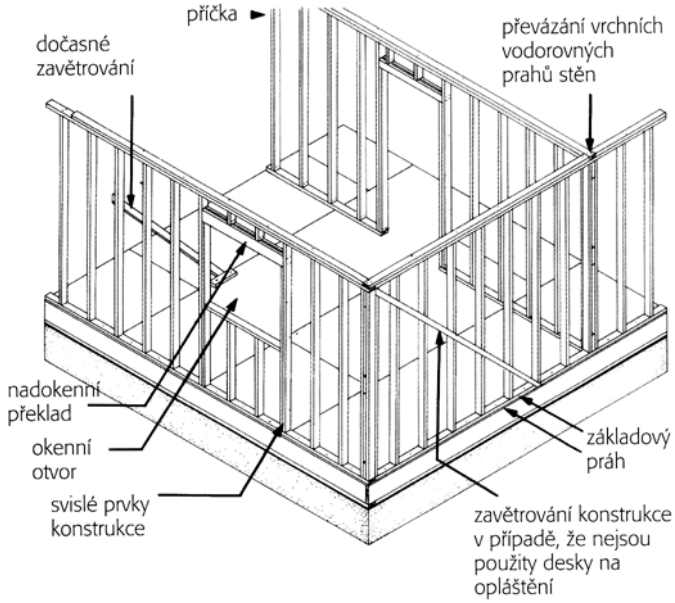
Nosná kostra obvodových a vnitřních stěn je zhotovena z hraněných profilů, kde šířka profilu, (tloušťka nosné kostry) je 2 až 3 násobkem tloušťky těchto profilů. Pro vodorovné nosné konstrukce stropu a střechy se pak používají profily kde výška profilu je 4 až 5 násobkem jeho šířky. Ze stejných profilů se pak zhotovují nadedveřní a nadokenní překlady podle rozpětí jako jednoduché, nebo zdvojené. Pro větší rozpětí překladů a průvlaků lze použít masivnější průřezy z lepeného dřeva. Pokud u větších rozponů nevyhovuje ze statického hlediska šířka uložení překladu na otlačení, lze podporu z běžného profilu sloupku zdvojit. Stejně se zdvojuji, ztrojují atd. i sloupky pod průvlaky tak aby jako sdružený sbíjený průřez vyhovovaly na vzpěr. Nosné kostry se zhotovují podle výrobně montážní dokumentace přímo na stavbě sbíjením pomocí hřebíků v horizontální poloze u 1. NP na základové desce. V dalších podlažích pak na podlaze dalšího podlaží.

Ztužení stěn v rovině stěny zabezpečují konstrukční desky připevněné na nosnou kostru zpravidla v horizontální poloze hřebíky, nebo sponkami. Důležitou zásadou je, že styky desek nesmí probíhat v rozích otvorů pro okna, nebo dveře. Za tím účelem se předem zhotovují i výkresy rozložení těchto konstrukčních desek na nosné kostře. Tloušťka konstrukčních desek a osové vzdálenosti spojovacích prvků pro připevnění konstrukčních desek k nosnému rámu jsou voleny tak aby tyto desky zabezpečovaly i spolupůsobení s dřevěným roštěm a zkrácením vzpěrné délky se podílely na přenášení svislého zatížení. Opláštění dřevěné kostry obvodových stěn z vnější strany zabezpečuje i ochranu dřevěné konstrukce proti povětrnostním vlivům vnějšího prostředí po dobu montáže stavby. Horizontální ztužení v úrovni zhlaví stěn se provádí v celém půdorysu každého podlaží ze shodného profilu jako jsou sloupky, respektive horní vlys příslušné kostry stěny. Tento profil je do zhlaví stěny připevněn hřebíky tak že vytváří v rozích obvodových stěn a v místech napojení příček přeplátování jednotlivých konstrukcí. Ztužující profil zajišťuje i zesílení zhlaví stěn pro

osazení stropu. V místech větších otvorů je zpravidla podepřen krátkými vzpěrami uloženými na překladech otvorových výplní.

Stropní konstrukce je tvořena stropnicemi z rostlého dřeva, případně u větších rozponů skrytými ocelovými, nebo viditelnými průvlaky z lepeného lamelového dřeva a stropnicemi, které mají za úkol bezpečně přenést svislé zatížení. Pomocí konstrukčních desek větších tlouštěk uložených a připevněných ke stropnicím pomocí hřebíků se pak vytváří relativně tuhá deska s žebry, zajišťující prostorovou tuhost objektu. Stropnice jsou ve svislé poloze zabezpečeny proti klopení a vybočení mezilehlými výztuhami. Tyto výztuhy nad podporami zajišťují navíc funkci zábrany proti šíření požáru ve stropní dutině a akustické bariéry omezující šíření hluku bočními cestami. Celý systém je pak doplněn konstrukcí střechy, která může být pultová, nebo sedlová ve všech známých konstrukčních variantách. Prvky střešní konstrukce jsou pak přímo osedlány a připevněny na ztužující věnec posledního nadzemního podlaží.

Nevýhodou těchto konstrukčních systému je větší staveništní pracnost. Výhodou pak je že nepotřebují žádnou výrobní základnu. Používají stále stejný sortiment hlavních nosných dřevěných prvků, který umožňuje i snadné včlenění nových moderních konstrukcí, jako jsou například lehké lepené nosníky tvaru **I** se stojinou z desek OSB, apod. Může využívat místní zdroje surovin a pracovní síly. Klade minimální nároky na vybavení montážními prostředky (kladivo, pila, metr a tužka), i když pro zrychlení montáže se již běžně používají pneumatické sbíječky, akumulační šroubováky, přenosné zkracovací a úhlové pily. Celý systém je značně flexibilní, čitelný a kontrolovatelný a umožňuje stavbu jedno a vícepodlažních budov prakticky na zakázku. Po celou dobu montáže je velmi přehledný, umožňuje snadné provádění dodatečných změn, snadné a přehledné provádění rozvodů všech instalací ve svislých i vodorovných konstrukcích. Nevyžaduje součinnost zdvíhacích mechanizmů a umožňuje proto i realizaci staveb na těžko přístupných místech.



Obr. 4-3 Svislý řez sloupkovou konstrukcí Two by Four

4.1.4 Stavby ze skeletových konstrukčních systémů

Skelet je prostorový nosný systém, vytvářený za svislých a vodorovných nosných tyčových prvků. Kompletuje se nenosnými obvodovými plášti a dělícími konstrukcemi stropu a příček. Konstrukce dřevěných skeletů může mít několik variant, lišících se provedením uzlů vodorovných a svislých nosných prvků. Tyto varianty představuje :

- skelet skládající se z jednoduchých trámů ukládaných na sloupy,
- skelet skládající se ze zdvojených trámů osazených na probíhajících sloupech,
- skelet s hlavními trámy vytvářející rám ve vodorovné rovině, se sekundárními trámky mezi ním a podporou ve styčníku hlavních trámů.

Obdobně jako u vodorovných částí konstrukcí skeletů je možný i sloup zdvojený. Toto řešení se však obvykle v konstrukcích budov nepoužívá. Řešení skeletových konstrukcí bylo umožněno novými technologiemi výroby nosných tyčových prvků z lepeného lamelového dřeva a novými způsoby spojování.

Ve variantě *skeletu z jednoduchých trámů*, ukládaných na zhlaví sloupků je řešeno jejich spojení obvykle prostřednictvím svorníků s hmoždinkami. Tuhost budovy se zajišťuje buď prostřednictvím ztužidel v rovinách svislých stěn, nebo ztužidlovým působením plášťových dílců v těchto rovinách. Při dostatečném tuhém spojení tyčových prvků se dá počítat i s rámovým působením konstrukce skeletu v jeho rovině.

V této konstrukční variantě se obvykle navrhují jen jednopodlažní objekty. Střecha je většinou plochá, obvodový plášť a příčky jsou nenosné.

Konstrukční koncepce *skeletu se zdvojenými trámy* řeší technický problém styku vodorovných a svislých tyčových prvků jednoduchým vhodným způsobem. Vodorovné trámy jsou oboustranně k sloupkům z boku připevněny svorníky s hmoždinkami. Sloup pak může procházet přes několik podlaží.

Ve třetí variantě koncepce skeletu *sloup s trámy vytvářejícími rám* se pro uzel sloup – trám používají úložné uhelníky a kapsy. Nosné trámy se ukládají na úložné uhelníky a prostřednictvím kovových trnů nebo svorníků se přichycují. Ke sloupům, které mohou probíhat do dalších podlaží, se uvedeným způsobem připevňují trámy z příčného i podélného směru. Ty pak tvoří nosný podklad (průvlak) pro sekundární trámky střešní nebo stropní konstrukce. Tyto trámky opět za použití specielního přípojného kování mohou být i ve stejné rovině s průvlaky.

Sloupy skeletové kostry se obvykle osazují bezprostředně na základovou konstrukci přičemž je velmi důležité jejich zabezpečení ve vztahu k zemní vlhkosti. Pokud stojí volně a jsou vystaveny povětrnostním vlivům osazují se na ocelové patky. Skeletové konstrukční systémy se vyznačují půdorysnou dispoziční volností. Jsou proto vhodné zejména pro občanské stavby. Jejich nevýhodou je že se zpravidla zhotovují z lepených lamelových prvků a oproti ostatním systémům je náročnější i provádění konstrukčních spojů. Skeletové konstrukční systémy jsou také náročnější na zabezpečení jejich prostorové tuhosti. U dřevěných skeletových konstrukcí velmi záleží na provedení stropních konstrukcí z hlediska jejich tuhosti. Tuhost stropních konstrukcí se obvykle zabezpečuje šachovnicově střídavým uložením stropnic v polích mezi průvlaky, nebo šachovnicovým uspořádáním podlahových konstrukčních desek. Možným způsobem zabezpečení prostorové tuhosti je i zděné nebo železobetonové jádro.



Obr. 4-4 Nástavba rodinného domku moderní skeletovou konstrukcí ze dřeva (zatížení od nových vodorovných konstrukcí nejsou přenášena do konstrukcí původní stavby)

4.1.5 Panelové konstrukční systémy

Základním konstrukčním prvkem panelových systémů budov je nosný panel obvodového pláště a panel vnitřních nosných a dělících stěn. Při vytváření konstrukce budovy může být kombinován s rámovým stropem a všemi známými konstrukčními systémy střech. Od prostých nosníků pultových střech, přes příhradové nosníky střech s malým sklonem až po vaznicové, nebo hambalkové konstrukce krovů. Panelové konstrukční systémy se vyrábějí v různých velikostech a v různých stupních prefabrikace, kompletace dílců. Jednotlivé panely ve stavbě plní zároveň funkci nosnou i ohraničující nebo dělící. V návaznosti na to pro realizaci stavby pak ale obvykle potřebujeme velký sortiment panelů lišících se svou skladbou a provedením podle funkce, kterou budou v příslušné stavbě plnit. Panelové konstrukční systémy se vyznačují značným, až vysokým stupněm předvýroby s menší, až nízkou staveništní pracností.

Hlavním konstrukčním prvkem stěnových panelových systémů je dřevěná nosná kostra. Její provedení zhruba odpovídá kostře obvodových a vnitřních stěn popsaného sloupkového konstrukčního systému a zhotovuje se sbíjením svislých sloupků s vodorovnými vlysy ve výrobním závodě na specializovaných pracovních stolech vymezujících rovinnost, pravoúhlost a zpravidla i polohu jednotlivých konstrukčních prvků. Konstrukce nosné kostry se oproti popsaným sloupkovým, žebrovým konstrukčním systémům zpravidla liší v tom, že namísto zdvojování a sdružování jednotného konstrukčního profilu používá u různých zatížení optimalizované profily např. nosných sloupků apod. Snižuje a optimalizuje se tím spotřeba masivního dřeva, ale narůstá druhovost sortimentu konstrukčních prutových prvků. Nosná kostra se z jedné strany oplášťuje vhodnými konstrukčními deskami, čímž se stabilizují její rozměry a tvar pro další manipulaci. Po otočení v mechanických, nebo automatických obracečích se na dalším pracovním stole provedou v konstrukci rozvody všech instalací. Pro rozvody elektroinstalace se někdy do konstrukce osadí pouze elastické hadice. Konstrukce se

v poloze naležato vyplní předepsanou tepelnou, nebo akustickou izolací podle určení její funkce ve stavbě a uzavře se i z druhé strany připevněním vhodných konstrukčních desek podle shodných zásad jako u sloupkových konstrukčních systémů. Oboustranné konstrukční opláštění se u panelových konstrukcí používá z důvodů zabezpečení dostatečné tuhosti stěn při manipulaci na závěsech zdvíhacích montážních prostředků.

Z výroby pak mohou být dodávány panely obvodových stěn a příček v této podobě s tím že finalizace z obou stran do definitivní skladby obvodové stěny nebo příčky se provádí na stavbě až po hrubé montáži objektu. Tak zvané kompletizované panely jsou však do konečné podoby zhotoveny ve výrobním závodě včetně osazených oken a dveří, někdy i s oplechováním vnějších a dokončením vnitřních parapetů.

Panely malých rozměrů v modulu 1,2 m se na stavbě osazují zpravidla na spodní práh a shora se svážou dřevěným profilem, horním rámem, plnícím funkci věnce tak aby došlo k přeplátování všech styků, včetně styků v rozích a v místě napojení nosných příček. Tím se také malé panely stabilizují polohově v obou směrech svislé roviny stěny.

Nevýhodou tohoto systému je vyšší staveništní pracnost a velký počet spár a styků, které je nutno spolehlivě těsnit pro zajištění stanovených tepelně technických parametrů proti infiltraci vnitřního a exfiltraci vnějšího vzduchu na závětrné a návětrné straně.

Při použití celostěnových panelů se tyto panely zpravidla osazují přímo na konstrukci základové desky, nebo na hrubou podlahu stropní konstrukce v příslušném nadzemním podlaží. V rozích se pak spojují silnými vruty do předvrtaných otvorů, nebo šrouby do protilehlých patek se závitem. Při použití celostěnových panelů se počet spár minimalizuje pouze na spáry v rozích, které jsou spolehlivě těsněny stažením styku vruty nebo šrouby do těsnění přesahů parozábrany. Při použití těchto panelů zcela kompletizovaných se maximálně snižuje pracnost montáže. Zvyšují se však nároky na dopravu a manipulaci s dílci ve výrobě i na stavbě. Dílce musí být dopravovány ve specielních návěsech ve svislé poloze.

Vnější a vnitřní stěny z panelů lze kombinovat ve stavbě s trámovým stropem a všemi běžnými nosnými konstrukcemi střech. Stropy mohou být také vyrobeny a dodány na stavbu jako panelové. Jedná se obvykle o deskovou konstrukci v délce odpovídající šířce objektu případně i s přesahy v římsách. Nosnou část panelu pak tvoří stropnice, trámy spojené vzpěrami a oplášťované z obou stran konstrukčními deskami. V panelech je již zabudována příslušná akustická izolace. Stropní panely se na stavbě doplňují o pružnou a roznášecí vrstvu podlahové konstrukce a příslušnou podlahovinu, nášlapnou vrstvu. V některých případech se mohou také ze spodní strany dokončit zavěšeným stropním podhledem pro dosažení vyššího akustického komfortu.

U celopanelových konstrukčních systémů jsou předem vyrobeny a dodány na stavbu i panely střešního pláště. Statickou funkci panelů plní žebra, krokve minimálně na spodní straně vyztužené konstrukčními deskami. V panelech je zabudována tepelná izolace. Z vrchní strany jsou chráněny pojistnou hydroizolací, difúzní folií, kontralatěmi a laťováním při použití skládané krytiny, nebo střešním záklopem z vodovzdorných konstrukčních desek na odvětrané mezeře při použití krytin živičných. Panely střešního pláště jsou obvykle uloženy na masivní hřebenové vaznici z lepeného lamelového dřeva, případně i na středních vaznicích a pozednici. Všechny panelové konstrukční systémy musí být podle zákona certifikovány a systém řízení jakosti výroby podléhá dozoru prováděnému autorizovanou osobou.



Obr. 4-5 Kompletizované velkoplošné dílce – montáž dodávky rodinného domku

4.1.6 Konstrukční systémy z prostorových buněk

Konstrukční řešení prostorových buněk je podmíněno:

- účelem objektu,
- dispozičním řešením objektu,
- podlažností,
- dopravou a montáží,
- výrobní technologií.

O uplatnění technologie výstavby z prostorových prvků je třeba rozhodovat na podkladě ekonomické analýzy. Nejmenší staveništní pracnost, vysoká pořizovací cena, vysoké náklady na přepravu. Z hlediska technických možností, zejména požárních předpisů se uplatňují celodřevěná řešení obvykle v jednopodlažní a dvoupodlažní výstavbě. U vícepodlažních objektů se používají obvykle buňkové systémy s ocelovou nosnou kostrou a výplňovými panely na bázi dřeva s obklady z nehořlavých konstrukčních materiálů.

V prostorovém konstrukčním prvku, buňce se průmyslově vyrábí nejen prostorová struktura, ale i plášťové konstrukce (stěny, stropy, podlahy), a jsou zde již ve výrobě zabudovány instalační systémy a dokončeny povrchy.

Prostorové stavebnicové buňky se vyrábějí v provedení:

- uzavřeném,
- dvoustranně otevřeném,
- trojstranně otevřeném.

Při výrobě buněk jsou v zásadě možné dva způsoby:

- nejprve se zhotoví nosná prostorová konstrukce buňky (obvykle ocelová svařovaná, nebo šroubovaná), která se v dalším výrobním procesu stavebně kompletuje konstrukcemi podlah, stěn, stropů, nebo střešního pláště a vystrojuje dalším vybavením podle účelu použití,
- všechny obálkové konstrukce a vnitřní stěny se nejprve nezávisle zhotoví a až následně se zkompletují v prostorový prvek.

První způsob výroby prostorových buněk se zejména uplatňuje u buněk s ocelovou prostorovou nosnou kostrou a je vhodnější pro sestavování větších objektů v horizontální i vertikální rovině. Počet podlaží je zpravidla limitován požárními předpisy. Tento typ konstrukce prostorového prvku se také nejčastěji používá pro účelové buňky často přemísťované. Buňky se osazují buď na základové pasy nebo pouze na srovnaný upravený terén, například železobetonovými silničními panely. Při samostatné expozici se ani nekotví.

Druhý způsob výroby prostorových buněk je obvyklý pro sestavy jednopodlažních celodřevěných objektů.

Pro podlahy, stěny, stropy a střešní pláště lze využít prakticky všechny předcházející konstrukční systémy, kromě skeletových, které musí být navrženy podle všech platných stavebně fyzikálních kritérií.

Vlastní konstrukční provedení buněk se může řídit několika principy.

Uzavřené prostorové buňky na bázi dřeva se buď vytvářejí tak, že se spojují z celostěnových dílců pomocí běžných spojovacích prostředků (úhelníků, styčníkových plechů, svorníků apod.). Prostorové ztužení je zajištěno příslušným nadimenzováním jak vodorovných, tak svislých dílců buňky a jejich spojů z hlediska prostorové tuhosti. Druhou alternativou je že se nejprve zhotovuje tuhá kovová nosná prostorová konstrukce buňky a její kompletační dílce mají pak pouze výplňovou funkci. U této varianty je nutno vzájemné napojení kovové konstrukce a výplňových dílců řešit tak aby se eliminovaly tepelné mosty této ocelové konstrukce. Jedná li se o dvou, nebo trojstranně otevřené buňky, je nutno kombinovat stěnové působení dílců s účinností ohybově tuhého rámu, který může být orientován ve směru rozteče, nebo rozponu prostorové buňky. U jiných konstrukčních principů buněk se využívá kombinace vodorovných panelů s ocelovými sloupky, vyztužují se rohy, apod.

Ve vztahu k potřebným kombinacím při sestavování buněk do objektů bývá pravidlem že délka prostorových buněk bývá násobkem její šířky v poměru 1 : 2 až 1 : 5. Délka je dále závislá na konstrukčních možnostech použitých materiálů, na stupni výrobní, mimostaveništní dokončenosti buňky a její hmotnosti. Při celodřevěné konstrukci prostorových buněk bývají jejich délky v rozmezí 4,8 až 7,5 m a s nosnou ocelovou kostrou 6.0 až 10,0 m.

Šířka prostorových buněk je jednoznačně omezena přepravními možnostmi Do šířky prostorových buněk 2,5 m nejsou v podstatě žádné dopravní problémy. Při železniční přepravě je přepravitelná i šířka do 3,0 m.

Výška prostorových buněk je determinována hygienickými a stavebními předpisy pro minimální světlé výšky místností 2,6 až 3,3 m podle účelu budov v oblasti bytové a občanské výstavby. Ta pak spolu s konstrukční výškou vodorovných konstrukcí určuje celkovou konstrukční výšku prostorové buňky, která se ale může dostat do rozporu s přepravními předpisy. Běžný přepravní profil pro silnice má výšku 4,0 m od vozovky, pro železnice je to zhruba stejná výška od kolejnice, ale pouze pro šířku nákladu 2,5 m. Využití plného šířkového průjezdního profilu železnice 3,0 m je možné jen při maximální výšce přepravovaného

nákladu 3,5 m od kolejnic. Průjezdní profil se od této výšky do maximální výšky 4,65 m zužuje až na 1,38 m.

Problém velké výšky a zároveň i nehospodárné přepravy objemově rozměrných buněk s relativně nízkou hmotností se obvykle řeší skládacími buňkami, jejichž stěny jsou při přepravě sklopeny k podlahové, nebo stropní konstrukci buňky.



Obr. 4-6 Montáž rodinného domu z prostorových buněk.

Použitá literatura:

[22.] Bílek, V., Kuklík, P.: Dřevěné domy pro bydlení – Stavební kniha 2002, EXPO DATA spol. s r.o.,ČKAIT, Svaz podnikatelů ve stavebnictví ČR, STAVEBNÍ CENTRUM – EDEN 3000

[23.] Hujňák, J.: Dřevěné stavební konstrukce a dílce, SNTL 1986

5 Konstrukce plášťů dřevostaveb

Informace uvedené v této kapitole vychází z dostupných firemních materiálů firem, které dodávají v současné době na náš trh konstrukce a objekty na bázi dřeva a z kontrolních výpočtů tepelně technických vlastností obálkových konstrukcí se započtením degradace tepelně izolační vrstvy konstrukčními prvky ze dřeva při dosazení výpočtových hodnot běžně používaných konstrukčních materiálů a tepelných izolací podle platné ČSN 73 0540-3.

5.1 Obvodové stěny

5.1.1 Srubové stavby

Nejedná se sice o významný podíl těchto staveb na našem trhu, ale vzhledem k jejich renesanci i v sousedních, zejména Alpských zemích lze předpokládat, že i u nás bude narůstat zájem investorů, kteří se zajímají o stavby jak z tradičních, tak i z nových ekologických materiálů.

V posledních letech se již objevily v různých oblastech ČR jejich architektonicky zdařilé realizace. Na tomto místě je však třeba upozornit že obvodové stěny z klasické roubené konstrukce o tloušťce trámů roubené konstrukce 140 až 160 mm nesplňují v žádném případě ani požadovaný tepelný odpor podle platné ČSN, a nelze je tedy považovat za vhodné pro bytové stavby. Vyskytují se také realizace s dodatečnou tepelnou izolací z minerálních nebo skelných vláken z vnitřní strany roubené obvodové stěny v provedení 80 mm tepelné izolace a vnitřní přizdívka z příčkového zdiva, nebo plynosilikátových příčkovek, alternativně pak v provedení 100 mm tepelné izolace a vnitřním obkladem z palubek tl. 20 mm. V obou případech je vypočtená hodnota tepelného odporu obvodové stěny vyšší než platnou ČSN požadovaná hodnota pro vnější stěny $\mathbf{R_N = 2{,}0\ m^2.K.W^{-1}}$. Nedosahuje však hodnoty tepelného odporu touto ČSN doporučené $\mathbf{R_N = 2{,}9\ m^2.K.W^{-1}}$. V obou případech je pak nezbytně nutné aby pod vnitřním obkladem, respektive přizdívkou byla instalována kvalitně provedená vrstva parozábrany. Bez této parozábrany díky poměrně vysoké hodnotě difúzního odporu vnější roubené vrstvy překračuje vypočtené množství zkondenzované vodní páry několikanásobně hodnotu uvedenou v platné ČSN jako za určitých okolností přípustnou. Vzhledem k tomu že se jedná o znovu se rozvíjející obor stavební činnosti, vhodný zejména pro malé stavební firmy, lze předpokládat rostoucí zájem dodavatelů, ale i spotřebitelů o tento typ staveb.

5.1.2 Stavby ze sloupkových konstrukcí

Obvodové stěny tohoto konstrukčního systému se na našem trhu objevují prakticky ve dvou konstrukčních a materiálových variantách a jejich kombinacích. V některých pramenech se hovoří o evropské a americké verzi. Americká verze odvozená od systému *Two by Four* vychází ze základní dimenze tyčových prvků nosné kostry stěnové konstrukce 2“ x 4“, to je z profilu cca 50 x 100 mm ve variantě neopracovaných (řezaných) konstrukčních prvků, nebo z profilu 45 x 90 mm u čtyřstranně opracovaných hoblovaných konstrukčních prvků.
V současné době se tato dimenze používá už jen pro konstrukce vnitřních nosných stěn.
Z důvodu dosažení požadovaných hodnot tepelného odporu platnou ČSN se převážně pro konstrukci obvodových stěn používají profily vycházející z dimenze 2“ x 6“. To je u hoblovaných prvků s dimenze 45 x 140 mm a u řezaných prvků z dimenze 50 x 150 mm. Některé firmy s ohledem na dodatečné zateplování obvodových nosných stěn používají dimenzi 50 x 120 mm. U sloupkových konstrukcí vycházejících z americké verze se pak obvykle používá ke ztužení konstrukce v rovině stěny konstrukčních desek z velkých

orientovaných třísek OSB 3 určených do vlhkého prostředí v tloušťce 9 mm, připevněných ke konstrukci nosného rámu s osovou vzdáleností sloupků 400 mm z vnější strany.

Evropská verze vychází z profilu sloupků, respektive tyčových konstrukčních prvků nosného rámu 60 x 100, 120 a 150 mm. K zajištění stability konstrukce v rovině stěny se obvykle používá cementotřískových desek tl. 12 mm.

Konstrukce obvodových stěn je pak podle jednotlivých dodavatelů dokončena z vnější strany zateplovacím systémem z polystyrénu, nebo z desek z minerálních vláken a příslušnou omítkou. Po provedení instalací a vyplnění prostoru mezi konstrukčními prvky nosného rámu tepelnou izolací z minerálních nebo skelných vláken je z vnitřní strany provedena vrstva parozábrany, a z požárního hlediska je vnitřní povrch obvodových stěn dokončen sádrokartonovými deskami tl. 12,5 nebo 15 mm. Případně je konstrukce obvodových stěn z vnější strany obložena tepelně izolačními deskami z minerálních nebo skelných vláken osazených mezi vodorovné latě a zakryta difúzní kontaktní fólií. Fasádní obklad z palubek, nebo bednění na peření je pak proveden na svislý odvětraný rošt.

U staveb ze sloupkových konstrukcí se na našem trhu tedy používají obvykle obvodové stěny v následujících alternativách provedení, (skladba stěn od vnitřního povrchu).

skladba stěny 1

- sádrokartonové desky -12,5 mm
- parozábrana
- nosná konstrukce vyplněná tepelnou izolací ze skelných nebo minerálních vláken - 140 mm
- konstrukční desky OSB 3 - 9 mm
- vodorovný rošt z latí s tepelnou izolací ze skelných nebo minerálních vláken - 40 mm
- kontaktní difúzní fólie
- svislý rošt z prken s odvětranou vzduchovou mezerou - 20 mm
- fasádní obklad z palubek, nebo z prken cca - 20 mm

Tepelný odpor takovéto konstrukce vypočtený za podmínek uvedených v úvodním odstavci činí podle tipu použité tepelné izolace cca: $\mathbf{R = 3{,}1\ m^2.K.W^{-1}}$

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry splňuje podmínku: $\mathbf{G_k < G_v}$

Celoroční množství zkondenzované vodní páry činí: $\mathbf{G_k = 0{,}012} < 0{,}5\ kg.m^{-2}.\ Rok^{-1}$

Ke kondenzaci vodní páry dochází do teploty vnějšího vzduchu $\mathbf{t_e = -5\ ^oC}$

skladba stěny 2

- sádrokartonové desky -12,5 mm
- parozábrana
- nosná konstrukce vyplněná tepelnou izolací ze skelných nebo minerálních vláken - 140 mm
- konstrukční desky OSB 3 - 9 mm
- zateplovací systém z minerálních vláken - 60 mm a omítkou

Tepelný odpor takovéto konstrukce vypočtený za podmínek uvedených v úvodním odstavci činí podle tipu použité tepelné izolace cca: $\mathbf{R = 3{,}3\ m^2.K.W^{-1}}$

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry splňuje podmínku: $\mathbf{G_k < G_v}$

Celoroční množství zkondenzované vodní páry činí: $\mathbf{G_k = 0{,}007} < 0{,}5\ kg.m^{-2}.\ Rok^{-1}$

Ke kondenzaci vodní páry dochází do teploty vnějšího vzduchu $\mathbf{t_e = -\ 8\ ^oC}$

skladba stěny 3

- sádrokartonové desky -15 mm
- parozábrana
- nosná konstrukce vyplněná tepelnou izolací ze skelných nebo minerálních vláken – 120 mm
- cementotřískové konstrukční desky - 12 mm
- zateplovací systém z polystyrénu - 50 mm a omítky

Tepelný odpor takovéto konstrukce vypočtený za podmínek uvedených v úvodním odstavci činí podle tipu použité tepelné izolace cca: $\mathbf{R = 3{,}6\ m^2.K.W^{-1}}$

Ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce prakticky nedochází.

Tepelný odpor všech uvedených konstrukcí obvodových stěn sloupkových konstrukcí je vyšší než hodnota tepelného odporu platnou ČSN doporučená. Důležité je si při navrhování a provádění těchto konstrukcí uvědomit, že příznivé hodnoty difúze a kondenzace vodní páry vycházejí při dosazení výpočtových hodnot součinitele difúze vodní páry příslušného materiálu, který je pro vytvoření vrstvy parozábrany použit. Kontrolním výpočtem při 50% snížení účinnosti lze zjistit že vypočtená hodnota celoročního množství zkondenzované vodní páry bude činit cca: $\mathbf{G_k = 0{,}1} < 0{,}5\ kg.m^{-2}.\ rok^{-1}$ a ke kondenzaci vodní páry bude docházet až do teploty vnějšího vzduchu $\mathbf{t_e = +\ 2\ °C}$.

Důležité je také věnovat pozornost použitým konstrukčním deskám OSB které tvoří ztužení konstrukce rámu obvodové stěny na vnější straně v poloze pod dodatečným zateplením stěny.

V současné době jsou na náš trh dodávány tyto desky od čtyř významných evropských výrobců. V technické dokumentaci jsou u každého výrobce obvykle uvedeny dvě hodnoty faktoru difúzního odporu **μ,** buď pro celý sortiment desek, nebo pro každou tloušťku desky samostatně. Tato skutečnost je dána zjištěním že difúzní odpor těchto desek při vyšší hmotnostní vlhkosti se snižuje. Někteří výrobci desek OSB pro posuzování konstrukcí z těchto desek z hlediska tepelně technických vlastností a difúze vodní páry přesto uvádí ve svých podkladech následující doporučení:

Pro vrstvy, které leží ve směru difúze vrstvy ohrožené kondenzací, se zpravidla dosadí nižší hodnota. Pro vrstvy, které leží za zónami kondenzace, se dosadí vyšší hodnota.

Hodnoty faktoru difúzního odporu **μ** se u dovážených desek pohybují v rozmezí cca 210 až 550, podle jednotlivých výrobců a sortimentu. Nevyvážené dimenzování konstrukcí s těmito deskami z hlediska statiky může při volbě zbytečně velké tloušťky konstrukčních desek negativně ovlivňovat množství zkondenzované vodní páry v konstrukci.

U uvedených obvodových stěn sloupkových konstrukčních systémů se stále častěji objevuje i varianta s dodatečným zateplením ze strany interiéru. Před vrstvou parozábrany směrem do interiéru je na nosné sloupky konstrukčního rámu obvodové stěny připevněn vodorovný rošt z latí tl. 40 mm, který je vyplněn tepelnou izolací z minerálních, nebo skelných vláken. Vnitrní povrch je pak dokončen sádrokartonovými deskami.

V tomto provedení dosahují obvodové stěny hodnotu tepelného odporu až **R = 4,3 m^2.K.W^{-1}**.

5.1.3 Stavby z celostěnových panelů

Uvedený konstrukční systém je na našem trhu nejrozšířenější. Obvodové stěny jsou obvykle dodávány ve dvou variantách úrovně finalizace, dokončení povrchů.

V nekompletizované formě jsou na stavbu dodávány celostěnové panely v provedení oboustranně opláštěovaný nosný rám ze dřeva s tepelněizolační výplní z minerálních, nebo skelných vláken. Po sestavení panelů do hrubé stavby, tj. po osazení stropní konstrukce a zastřešení stavby se provede osazení oken a dveří a rozvody všech instalací. Panely obvodových stěn se pak z vnitřní strany dokončí vrstvou parozábrany a vnitřním obkladem ze sádrokartonových desek. Vnější povrch nekompletizovaných panelů se pak dokončuje zateplovacím systémem z pěnového polystyrénu s příslušnou omítkou.

V této formě technologie výstavby a prefabrikace se realizují i stavby z malých panelů modulu 1,2 m a stavby ze středně velkých panelů.

Kompletizované panely se dodávají s dokončenými vnitřními a vnějšími povrchy a po sestavení obvodových stěn se osazuje stropní konstrukce, obvykle také z velkoplošných panelů a pokračuje se zastřešením stavby.

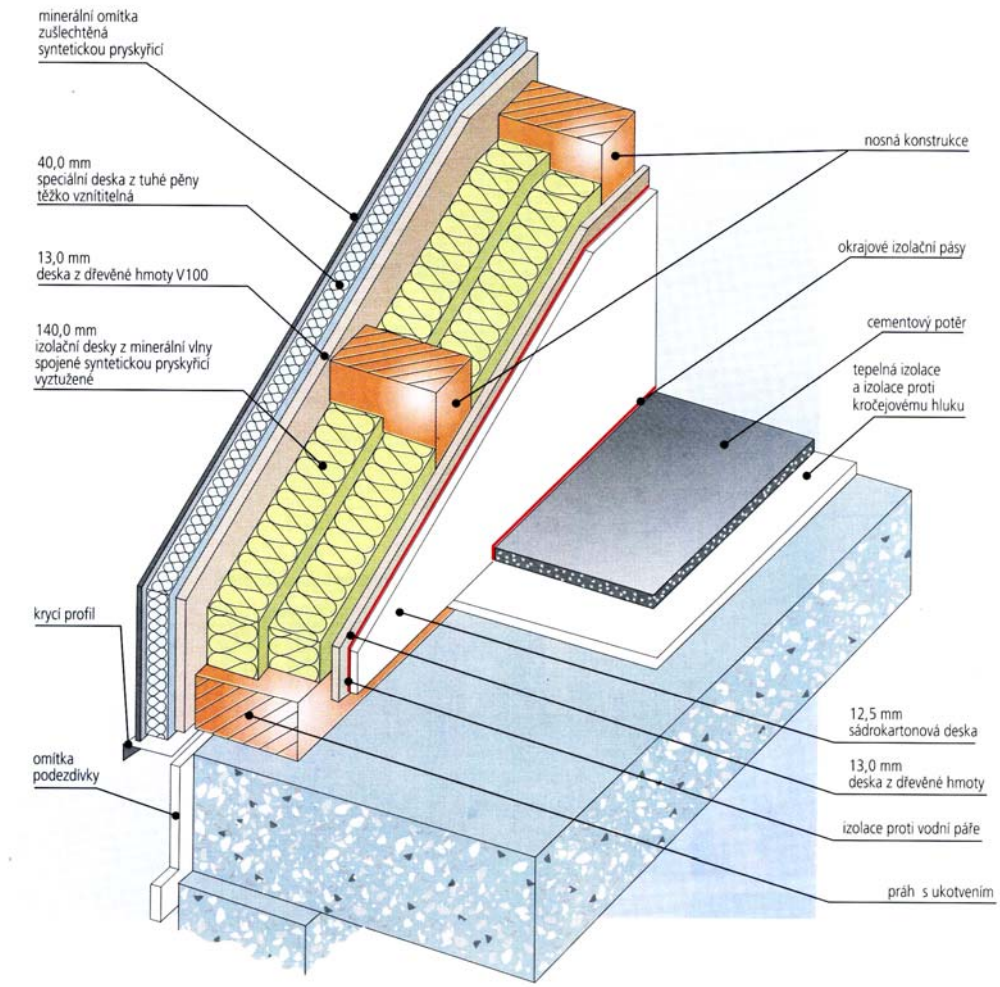
Skladba obvodových stěn se u jednotlivých dodavatelů liší obvykle v tloušťce konstrukčního rámu (120, alt. 140 mm)s tepelnou izolací a v tloušťce dodatečného zateplení z vnější strany (30 až 60 mm). Pro ztužení konstrukčního rámu obvodových stěn se obvykle používají vodovzdorné třískové desky pojené fenolformaldehydovým lepidlem (dále jen DTD) tl. 13 mm, připevněné oboustranně na nosný konstrukční rám.

U staveb z panelových konstrukčních systémů se na našem trhu tedy používají obvykle obvodové stěny v následujících alternativách provedení, (skladba stěn od vnitřního povrchu):

- sádrokartonové desky – 12,5 mm
- parozábrana
- DTD – 13 mm
- nosná konstrukce vyplněná tepelnou izolací ze skelných nebo minerálních vláken – 120, 140 mm
- DTD – 13 mm
- zateplovací systém z polystyrénu – 30, 40, 50 až 60 mm a omítky

Tepelný odpor takovéto konstrukce vypočtený za podmínek uvedených v úvodním odstavci činí podle tipu a tloušťky použité tepelné izolace a dodatečného zateplení cca: **R = 3,9** až **4,5 m^2.K.W^{-1}**

Ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce při správné volbě materiálu a kvalitním provedení vrstvy parozábrany prakticky nedochází.



Obr. 5-1 Typická skladba celostěnových kompletizovaných panelů.

5.1.4 Střešní plášť

Střešní plášť většiny uvedených konstrukčních systémů je obvykle tvořen nosnou konstrukcí z vaznicové, nebo hambalkové soustavy. Jednotlivá pole mezi krokvemi a hambalky jsou vyplněna tepelnou izolací. Ze spodní strany krovu je vrstva parozábrany a obklad ze sádrokartonových desek. Z vrchní strany je izolace a konstrukce krovu chráněna pojistnou hydroizolací, nad kterou je provedena odvětraná mezera vymezená kontralatěmi ve směru krokví, Na kontralatích je pak buď provedeno laťování a skládaná střešní krytina, nebo střešní základ s živičnou krytinou.

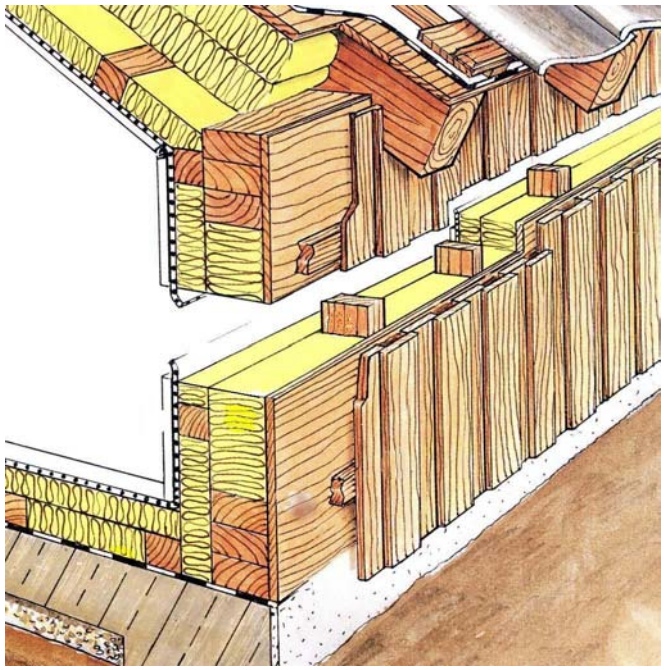
U srubových a sloupkových konstrukčních systémů, ale i u některých panelových staveb jsou pro krokve používány běžné profily převzaté z konstrukcí krovů silikátových staveb 10/12, 10/14 až 12/16 cm. Zde si musíme uvědomit, že při započítání degradace tepelně izolační vrstvy střešního pláště krokvemi je vypočtený tepelný odpor střešního pláště s tloušťkou tepelné izolace na výšku krokví 140 mm $\mathbf{R = 2{,}44\ m^2.K.W^{-1}} < 2{,}5\ m^2.K.W^{-1}$.

Při tloušťce tepelně izolační vrstvy 160 mm pak $\mathbf{R = 2{,}77\ m^2.K.W^{-1}} < 3{,}65\ m^2.K.W^{-1}$.

V prvém případě nesplňuje tepelný odpor střešního pláště ani požadovanou hodnotu pro šikmé střechy se sklonem od 5 ° do 45 ° podle platné ČSN. V druhém případe je tepelný odpor střešního pláště nižší než je hodnota uvedenou normou doporučená.

Nejmenší tloušťka tepelně izolační vrstvy degradované dřevěnými konstrukčními prvky z hlediska doporučeného tepelného odporu střešního pláště je **220 mm**. Při této tloušťce tepelně izolační vrstvy kdy je tepelná izolace vkládána do prostoru mezi krokvemi je tepelný odpor stanovený výpočtem podle platné ČSN: $\mathbf{R = 3{,}78\ m^2.K.W^{-1}} > 3{,}65\ m^2.K.W^{-1}$.

Toho lze dosáhnou zpravidla další vrstvou tepelné izolace vložené mezi latě zavěšené vodorovně pod krokvemi. Doporučeného tepelného odporu střešního pláště lze také dosáhnout použitím lepených nosníků ve tvaru **I** se stojinou z desek OSB výšky 250 mm jako krokví.



Obr. 5-2 Skladba střešního pláště s dodatečnou tepelnou izolací pod krokvemi.´



Obr. 5-3 Sestava pultových střech z lepených nosníků tvaru **I**.

Stavby z konstrukčních systémů z obvodovým pláštěm, obálkovými konstrukcemi s tepelným odporem minimálně **R = 3,8 $m^2.K.W^{-1}$** při použití oken s tepelně izolačním skly se součinitelem tepelné vodivosti **k = 1,1 $W.m^{-2}.K^{-1}$** jsou v současné době dodávány se systémy vytápění pomocí tepelných čerpadel, nebo rekuperace.

Lze je tedy považovat za energeticky úsporné dřevostavby.

Energeticky úsporné stavby se hodnotí podle spotřeby energie na vytápění vztažené na m^2 vytápěné plochy a rok a uvádí se v zahraniční literatuře v jednotkách **kWh/m^2.a.** V některých systémech třídění se uvádí spotřeba topného oleje za rok.

Kritéria pro zařazení do jednotlivých kategorií energeticky úsporných staveb jsou uvedena na **Obr. 5-2 a 5-3** v příloze této kapitoly

Hodnocením energetické náročnosti budov se zabývá i revize **ČSN 73 0540-2 „Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky“** z 11/2002. Kritéria a metodiku pro hodnocení energetické náročnosti budov včetně vzorového příkladu uvádí hlava 9 a přílohy B a C této normy.

Stupeň energetické náročnosti budov

Úroveň energetické náročnosti budov se klasifikuje pomocí stupně energetické náročnosti budov ***SEN*** v %, který se stanoví ze vztahu:

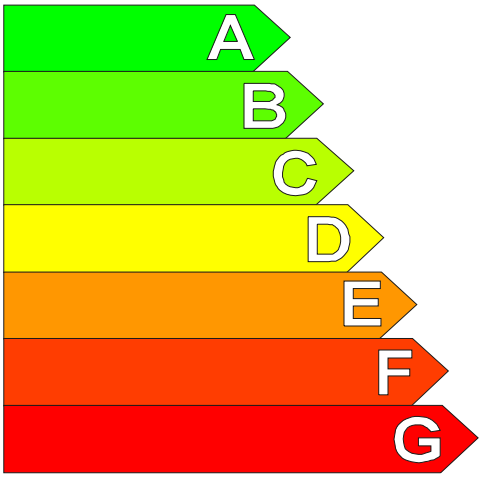
$$SEN = 100 \times e_V / e_{V,N}$$

Grafické znázornění v obr. 5-4.

Klasifikace energetické náročnosti budov

Stupeň energetické náročnosti budov *SEN* [%]	Klasifikace energetické náročnosti budov	Slovní vyjádření klasifikace budovy
≤ 40	A	Mimořádně úsporná
≤ 60	B	Velmi úsporná
≤ 80	C	Úsporná
≤ 100	**D**	**Vyhovující**
≤ 120	E	Nevyhovující
≤ 150	F	Výrazně nevyhovující
> 150	G	Mimořádně nevyhovující

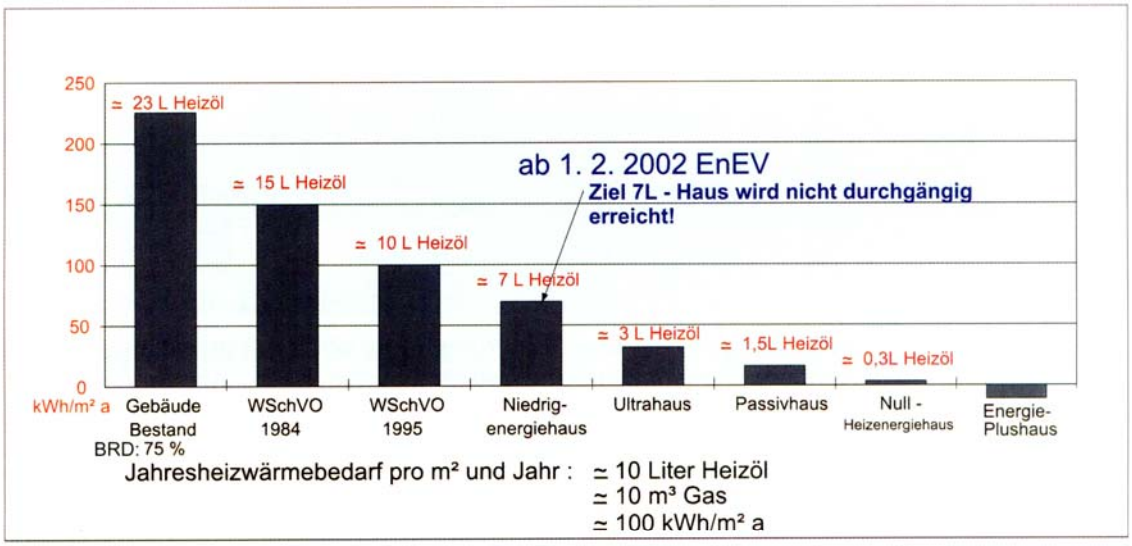
ENERGETICKÝ ŠTÍTEK BUDOVY

Klasifikace energetické náročnosti	Stupeň energetické náročnosti budovy ***SEN***	
Mimořádně úsporná budova		**Zjištěná hodnota**
	SEN ≤ 40 % SEN ≤ 60 % SEN ≤ 80 % **SEN ≤ 100 %** SEN ≤ 120 SEN ≤ 150 SEN > 150	75 % **Požadavek ČSN 73 0540-2**
Nehospodárná budova		
Budova splňuje požadavek ČSN 73 0540-2		

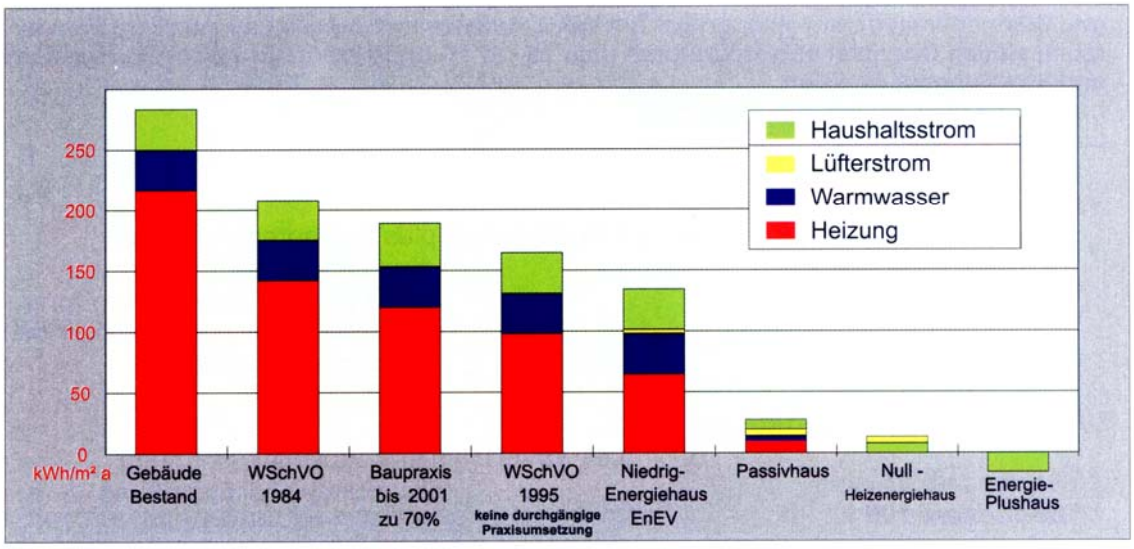
Obr. 5-4 Energetický štítek

Energiekennwerte

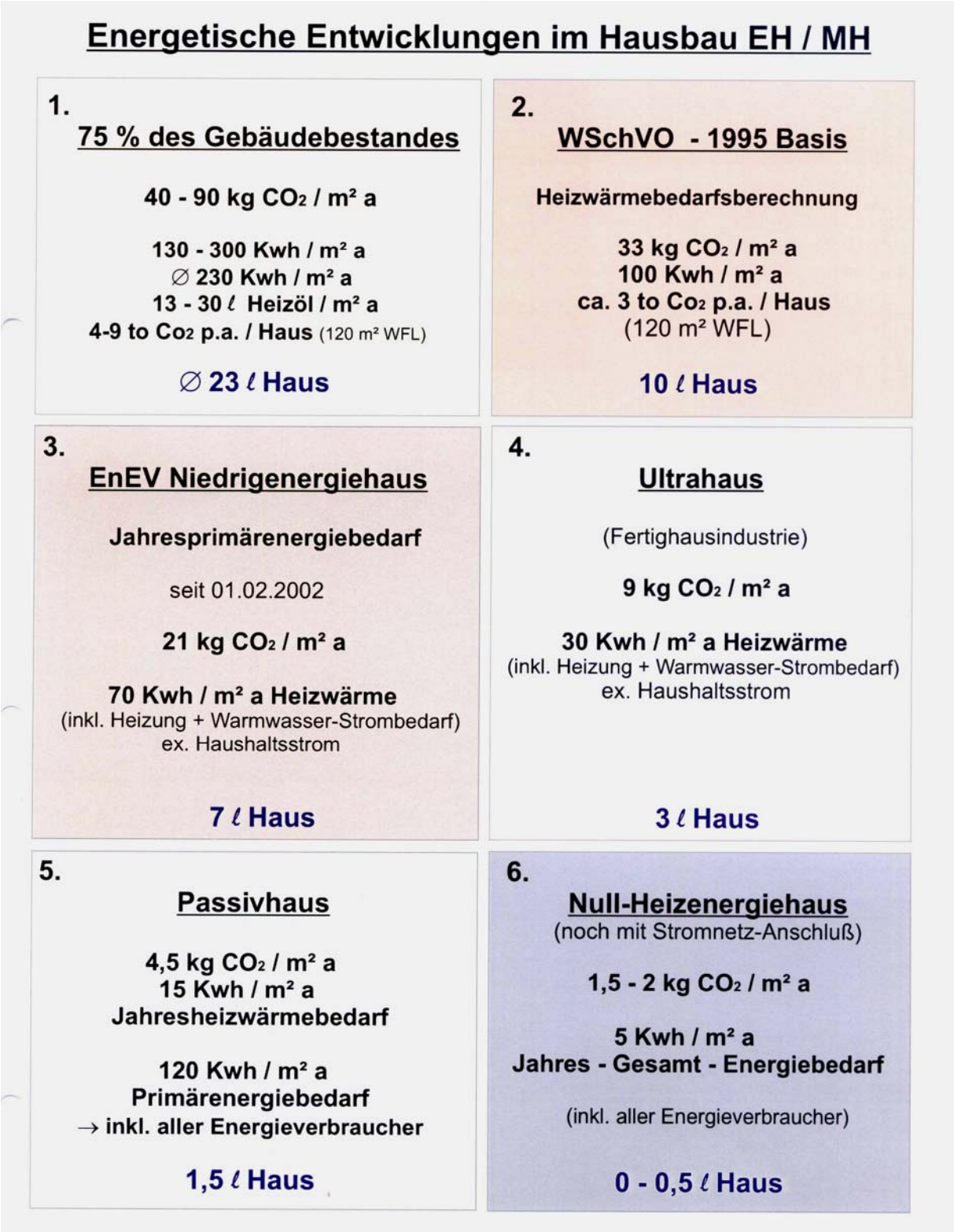
Jährlicher Heizenergiebedarf unterschiedlicher Baustandards in kWh (m² a)



Vergleich von Energiekennwerten für Wohngebäude



Obr. 5-5 Příklad hodnocení spotřeby energie v SRN



Obr. 5-6 Příklad hodnocení spotřeby energie v SRN

Použitá literatura

[24.] Firemní prospekty a technická dokumentace

[25.] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov - Část 1 až 4 05/1994

[26.] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky 11/2002

[27.] Projektové podklady VARIOTEC Sandwich - Elemen

6 Tepelně technické požadavky na konstrukce

6.1 Energetické hodnocení budov a související normy v ČR

V současné době se na budovy a stavební objekty v ČR vztahuje vyhláška č. 291/2001 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se podrobně stanovují tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov, přičemž splnění těchto vlastností je považováno za dodržení obecných technických požadavků na výstavbu. Tato vyhláška dále závazně stanovuje měrnou spotřebu tepla budovy a deklaruje i písemný dokument – energetický průkaz budovy.

Smyslem uvedeného právního předpisu je zajištění požadovaného tepelného stavu v budovách a nízké spotřeby tepla na vytápění. Vyhláška tak mimo jiné uvádí, že tepelně technické požadavky na konstrukce jsou splněny tehdy,

a) mají-li konstrukce minimálně takový tepelný odpor, že na jejich vnitřním povrchu nedochází ke kondenzaci vodní páry
b) u konstrukcí nedochází k vnitřní kondenzaci vodní páry nebo jen v množství, které neohrožuje funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti

Splnění těchto požadavků se pak hodnotí v souladu s výsledky výpočtů nebo měření v laboratořích či podle příslušných českých technických norem – např. ČSN 73 0540, ČSN EN 832, ČSN 06 0210.

Tradiční česká technická norma ČSN 73 0540 (vydávána od roku 1962), obecně stanovující funkční požadavky pro navrhování a ověřování budov s požadovaným stavem vnitřního prostředí, platí v současné době ve znění „Tepelná ochrana budov“ z května 1994 a revize části 2 – Funkční požadavky (Požadavky) z listopadu 2002, související jednak s neustále se zvyšující náročností na energeticky vhodný návrh a realizaci staveb a dále s postupnou harmonizací norem dle EU.

ČSN 73 0540:94 Tepelná ochrana budov vymezuje mimo jiné podmínky pro šíření tepla a vlhkosti konstrukcí. Jedná se tak o parametr tepelného odporu konstrukce, vycházející z podmínek umístění a provozování stavby a dále bilanci zkondenzovaného množství vodní páry uvnitř konstrukce[26]. Zde se praví, že

a) bez kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce musí být navrženy stěny, stropy a střechy, u kterých by zkondenzovaná vodní pára ohrozila jejich požadovanou funkci (ohrožením požadované funkce je obvykle podstatné zkrácení předpokládané životnosti konstrukce, snížení povrchové teploty konstrukce, vedoucí ke vzniku plísní, objemové změny a výrazné zvýšení hmotnosti konstrukce mimo rámec rezerv statického výpočtu, zvýšení hmotnostní vlhkosti materiálu na úroveň, způsobující jeho degradaci)

[26] Z výše uvedeného (odkazy vyhlášky 291/2001 Sb. a ČSN 73 0540:94) mimo jiné vyplývá, že stavební konstrukce, obsahující materiály, jež mohou podléhat například hnilobné zkáze nebo vyvolávat plesnivění (týká se například konstrukčních prvků ze stavebního dřeva a stavebních materiálů na bázi dřeva resp. jiného organického původu), nesmí být v žádném případě vystaveny destruktivním účinkům zkondenzované vodní páry, tzn. uvnitř těchto konstrukcí musí být v daných podmínkách umístění a provozování stavby zajištěno vždy nulové množství zkondenzované vodní páry. Ke kondenzaci vodní páry by pak nemělo docházet ani v těch částech konstrukcí, kde jsou obsaženy materiály, jejichž funkce může být zkondenzovanou vodní párou negativně ovlivněna (týká se například nasákavých stavebních izolací). Vnitřní povrchy stavebních konstrukcí obytných, občanských, jakož i převážné většiny průmyslových a zemědělských staveb by měly být kondenzace vodní páry zcela ušetřeny.

b) s omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce mohou být navrženy stropy, stěny a střechy, u kterých je splněna podmínka, že zkondenzovaná vodní pára neohrozí požadovanou funkci konstrukce, roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry je ve prospěch vypařené a není překročen obecně stanovený limit celoročně zkondenzované vodní páry v konstrukci

6.2 Obecně o dřevu a lehkých konstrukcích plášťů a dělících stěn

Dřevostavby – stavební objekty, kde ke konstrukčním účelům v pláštích a dělících stěnách slouží převážně dřevo, se vyznačují relativní lehkostí těchto konstrukcí. Dřevo se tradičně užívá jak pro stavbu obvodových plášťů a vnitřních stěn (sloupky, pilíře, výplně, obklady), tak pro konstrukci lehkých střešních plášťů a krovů (trámy, krokve). Dřevo je velmi oblíbeným a osvědčeným stavebním materiálem v oblastech s výraznou klimatickou expozicí (horská území, severní Evropa), díky svým výjimečným vlastnostem je však rozšířeno i v ostatních lokalitách, dokonce je dnes používáno na stavby vzorových nízkoenergetických budov.

Samo dřevo, jakožto přírodní materiál s objemovou hmotností [ρ] cca 400 kg/m^3 a praktickým součinitelem tepelné vodivosti [λ] – dle směru tepelného toku vůči vláknům – od cca 0,2 do cca 0,4 Wm^{-1}K^{-1}, lze označit za látku s poměrně dobrými tepelně izolačními schopnostmi. Obdobně je možné posuzovat i výrobky na bázi dřeva – například konstrukční desky z dřevotřísky nebo aglomerovaného dřevitého odpadu, jejichž objemová hmotnost [ρ] se pohybuje kolem 800 kg/m^3, dosahují srovnatelných parametrů tepelné vodivosti jako dřevo měkké při tepelném toku kolmo k vláknům. Měkké dřevovláknité desky pak mají díky objemové hmotnosti [ρ] jen o málo převyšující 200 kg/m^3 a součiniteli tepelné vodivosti [λ] menším než 0,05 Wm^{-1}K^{-1} dokonce charakter vysoce tepelně izolačních stavebních hmot. Stavební desky z dřevěné vlny a cementu (heraklit) se tradičně používají k tepelným izolacím železobetonových věnců a překladů, popřípadě se kombinují s účinnějšími tepelně izolačními materiály či slouží k výrobě kompletizovaných stavebních dílců.

Přírodní dřevo je stavební hmotou svým způsobem výjimečnou – univerzální, s vlastnostmi blízkými tepelným izolacím, ovšem významem převážně konstrukčním. Hlavním využitím v dřevostavbách je totiž tvorba nosného a podpůrného systému stěn a zastřešení. Vedle masivních konstrukcí (roubené stěny) tak slouží dřevěné sloupy a trámy k podpoře lehkého opláštění – sendvičů a krabic z konstrukčních desek pro vnější a vnitřní obklad a tepelně izolačních výplní.

Je vhodné zde připomenout, že látky a materiály, vyznačující se tepelně izolačními schopnostmi – tepelné izolanty, nemohou současně působit v roli tepelných akumulátorů. Znamená to, že se snadno ohřívají a také snadno vychládají, neudržují dlouhodobě stálou teplotu, pokud na ně nepůsobí trvalý zdroj tepla a více přenášejí teplotní výkyvy ve srovnání s hmotnými a tepelně vodivými stavebními hmotami (keramika, kámen, beton, kovy).

Masivní dřevěné konstrukce s plošnou hmotností větší než 100 kg/m^2 (například roubené stěny o tloušťce nejméně 250 mm) mají charakter těžkých konstrukcí, u nichž lze předpokládat jistý tepelně akumulační účinek. Naproti tomu slabší stěny z dřevěného masivu a oboustranně plášťované konstrukce sendvičového typu (lehké obvodové pláště a šikminy a stěny v zateplených podkrovích), kde plošná hmotnost vrstvy na vnitřním líci činí méně než 100 kg/m^2, jsou již považovány za lehké a tedy bez výrazných tepelně akumulačních schopností. U nich je proto třeba počítat se zvýšenými požadavky na tepelný odpor.

Přírodní dřevo, jakožto konstrukční materiál, se ve srovnání například s tradičním cihelným zdivem, ocelí nebo betonem, chová jako tepelný izolant, což znamená, že dřevěné prvky v hmotných dělících konstrukcích nevytváří obvyklé tepelné mosty, vyznačující se rizikem

kondenzace vodní páry na vnitřním líci, dřevěné části stavebních konstrukcí však nedosahují tepelného odporu v takové výši, aby mohly být srovnávány s tepelně izolačními výplněmi. Je proto třeba věnovat péči detailům všech vícevrstvých konstrukcí, kde se dřevo používá.

Další veličinou, dokumentující vedle tepelné vodivosti povahu dřeva, je faktor difúzního odporu – schopnost propouštět vodní páru. Ten je v kolmém směru tepelného toku vůči vláknům relativně vyšší – ve srovnání se zdícími materiály a betony, jakož i některými tepelnými izolacemi, převážně vlákněnými. Obecně je třeba brát v úvahu, že dřevo se chová parobrzdně, zejména, pokud se v širší míře neprojevuje tzv. spárová difúze (provětrávání vodní páry ve spárách mezi konstrukčními prvky). Negativní význam zadržení vodní páry ve stavebním materiálu je zřejmý – vlhkost může mít neblahý dopad na životnost, tvar či funkci stavebního prvku respektive celé konstrukce.

6.3 Problémy v řešení lehkých konstrukcí plášťů a dělících stěn

Lehké konstrukce obvodových a střešních plášťů a dělících stěn v dřevostavbách jsou zpravidla řešeny ve skladbách nosných sloupků či trámů, opláštěných interiérovým (z hlediska prostředí – vnitřním) obkladem z konstrukčních desek (například sádrokarton), tepelně izolační výplně z minerálních nebo skelných vláken, alternativně pěnoplastu (pěnový polystyrén, polyuretan) a exteriérového (z hlediska prostředí – vnějšího) obložení s příslušnou povrchovou úpravou (nátěr, omítka) u svislých stěn a krytinou nebo vrchním pláštěm v případě střechy. Konstrukce dále obsahují parozábranné fólie a pojistné hydroizolace. Konstrukce mohou být provětrávané – v úrovni mezi tepelnou izolací a pojistnou hydroizolací respektive vnějším obkladem, vrchním pláštěm či krytinou (obvodový plášť s provětrávanou fasádou, dvouplášťová provětrávaná střecha). Výhodou provětrávaných konstrukcí je minimální riziko kondenzace vodní páry.

Jak shora uvedeno, u lehkých obalových konstrukcí, mezi které pláště a stěny dřevostaveb patří, je snížená tepelná akumulace na vnitřní straně konstrukce vyvažována zvýšeným požadavkem na tepelný odpor konstrukce (například doporučená hodnota tepelného odporu pro lehký obvodový plášť obytné stavby, nacházející se I. teplotní oblasti, činí 3,090 m^2KW^{-1}, zatímco pro běžnou zděnou konstrukci ve stejných podmínkách je to 2,690 m^2KW^{-1}.

Konstrukce, tvořené vedle opláštění nosnou kostrou na jedné straně a výplněmi na straně druhé, lze charakterizovat jako nestejnorodé – tepelně technické parametry v místě trámů, sloupků a krokví se zásadně liší od parametrů, vztahujících se k výplním mezi nimi (tepelný a difúzní odpor konstrukce v místě dřevěného profilu versus tepelný a difúzní odpor v místě minerálně plstěné tepelně izolační výplně). Znamená to například, že pokud se posuzují tyto konstrukce z hlediska tepelného odporu v převládající pozici tepelně izolačních výplní, je třeba sledovat i průběhy teplot a tlaků vodní páry v místech opěrných a nosných prvků, jež se vůči výplním chovají jako parobrzdně tepelné mosty, tj. je zde reálné riziko kondenzace vodní páry v konstrukci. Kondenzace vodní páry by přitom v těch konstrukcích, respektive jejich částech, kde může kondenzovaná vlhkost negativně ovlivnit životnost nebo funkci konstrukce či její části, měla být zcela vyloučena. Důležitou roli zde proto sehrávají parozábrany, jež je vhodné provádět i v provětrávaných konstrukcích, tak, aby jejich tepelně vodivější části, nedosahující takové tepelné resistence, která by byla zárukou jejich účinné ochrany před kondenzací vodní páry za daných klimatických a provozních podmínek, byly toho jevu bezpečně ušetřeny.

Pokud je konstrukce v principu chráněna před kondenzací vodní páry parozábranou při jejím vnitřním líci, je výsledek takové ochrany závislý na účinnosti parozábrany, tj. jejích parotěsných schopnostech (výše faktoru difúzního odporu) a na způsobu provedení. Je velmi důležité, aby byla parozábrana provedena spojitě, tzn. ve spojích řádně utěsněna (prolep nebo

přelep – používá se butylkaučuk a fóliové samolepící pásky) a pokud možno i nepoškozena. Například pouhé překládání parotěsných fólií (bez patřičného prolepení nebo přelepení vhodným těsnícím materiálem) nebo perforace při prostupujících instalacích a kotvách může vést k výraznému snížení jejich účinnosti. K vysoce hodnotným parozábranám pak patří fólie s reflexní vrstvou (hliníková fólie nebo film na vnitřní straně) – vyznačují se vysokým faktorem difúzního odporu a šetří energii, neboť vrací značnou část sálavé složky tepla směrem do interiéru.

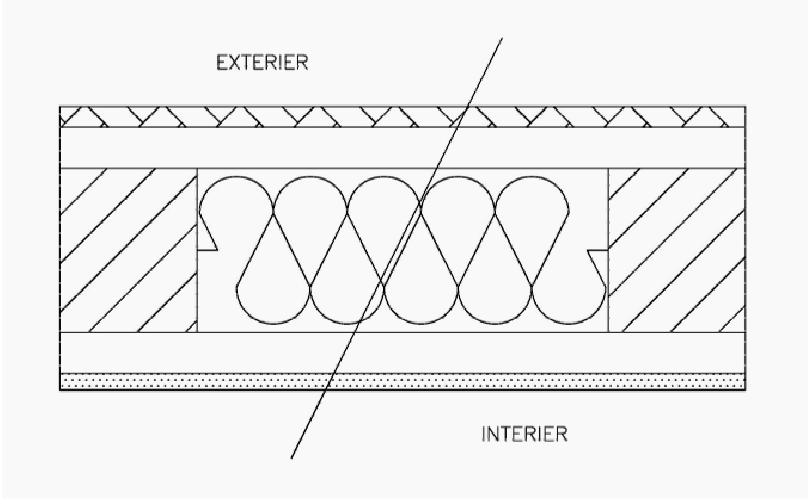
Ideální ochranou lehké obalové konstrukce před nežádoucí kondenzací vodní páry je pak spolu s účinným zateplením kombinace parozábrany a odvětrání. Pouze u takového řešení, kde je spolu se správným zateplením řádně provedena parozábranná vrstva před nosnými prvky a tepelnou izolací a dále plně fungující větrací systém (správná dimenze a průchodnost větrací vzduchové mezery, jakož i nasávacího a výfukového otvoru – štěrbiny), odvětrávající vzduchovou vrstvu mezi tepelnou izolací a vnějším pláštěm či krytinou, lze s jistotou předpokládat, že k nebezpečné kondenzaci vodní páry v konstrukci nebude za uvažovaných podmínek vůbec docházet.

6.4 Příklady řešení lehkých konstrukcí plášťů a dělících stěn

Níže uvedené příklady dokumentují některé způsoby řešení a tepelně technického chování lehkých konstrukcí obvodových a střešních plášťů, uplatňovaných mimo jiné u dřevostaveb.

Modelové konstrukce jsou posouzeny podle ČSN 73 0540: 94 Tepelná ochrana budov Část 2 – Funkční požadavky.

6.4.1 Příklad 1 – nevětraná obvodová stěna bez parozábrany



Obr. 6-1

Skladba (od interiéru):

- Sádrokarton 12,5 mm
- Vzduchová dutina 30 mm
- Minerální plsť (dřevěný sloupek) 120 mm
- Vzduchová dutina 30 mm
- Třískocement 14 mm

Tepelně technická charakteristika – v místě tepelné izolace:

- Tepelný odpor R = 3,515 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,090 m^2KW^{-1})
- Kondenzace vodní páry v konstrukci (vnější vzduchová dutina, část minerální plsti) ve větším než přípustném množství (cca 8,4 kg $m^{-2}.rok^{-1}$) s následkem pasivní bilance

Tepelně technická charakteristika – v místě sloupku:

- Tepelný odpor R = 1,182 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,090 m^2KW^{-1}
- Kondenzace vodní páry v konstrukci (dřevěný sloupek) ve větším než přípustném množství (cca 0,2 kg $m^{-2}.rok^{-1}$)

Závěr:

Konstrukce sice splňuje v převládající pozici tepelně izolační výplně podmínku doporučené nejnižší hodnoty tepelného odporu, je však značně riziková z hlediska vlhkostní bilance – ke kondenzaci vodní páry může docházet jak v nasákavé tepelné izolaci (snížení účinnosti), tak v dřevěných sloupcích (hniloba). Z hlediska ČSN 73 0540:94 Tepelná ochrana budov je tedy konstrukce nevyhovující. Doporučuje se celoplošně instalovat parozábranu.

Název úlohy : NEVĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA BEZ PAROZÁBRANY - V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	23.0 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.70
Redukce na orientaci	Red :	0.20
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Obvodová stěna

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	Miner. plsť	0.1200	0.0400	1150.0	75.0	1.1
4	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
5	Třískocement	0.0140	0.2400	1580.0	1300.0	78.8

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	3.515 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.271 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.299 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	19.78 C
Difuzní odpor	Rd :	7.478 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	32.4
Fázový posun (léto)	Psi :	3.2

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	19.8	19.2	17.3	-12.1	-14.0	-14.6					
pd [kPa]:	1.49	1.38	1.35	1.23	1.20	0.14					
pd" [kPa]:	2.30	2.23	1.97	0.22	0.18	0.17					

Při teplotě Te dochází ke kondenzaci v konstrukci.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti:

Te [C]	Fie [%]	I,stř [W/m2]	RdA [E-9 m/s]	RdB [E-9 m/s]	gd1=Gk [.E+9 kg/m2.s]	gd2=Gv	K/V
-15.0	84.0	---	1.423	5.861	874.59	7.21	K
-14.6	84.0	70	1.458	5.861	869.07	8.40	K
-10.0	83.0	---	1.458	5.861	799.96	11.00	K
-9.6	83.0	70	1.458	5.861	792.25	12.78	K
-5.0	81.9	---	1.458	5.861	692.74	16.71	K
-4.6	81.9	70	1.458	5.861	681.71	19.32	K
0.0	80.5	---	1.458	5.861	548.29	24.80	K
0.4	80.5	70	1.458	5.861	534.82	28.10	K
0.9	80.5	140	1.458	5.861	521.01	31.50	K
5.0	78.7	---	1.458	5.861	367.46	36.39	K
5.9	78.7	140	1.618	5.861	332.89	45.46	K
6.8	78.7	300	1.618	5.861	293.25	56.40	K
10.0	76.2	---	1.618	5.861	147.28	54.11	K
11.8	76.2	300	1.618	5.861	50.46	80.83	V
15.0	72.8	---	1.618	5.861	-143.28	82.36	V
16.8	72.8	300	1.618	5.861	-271.03	117.62	V
17.6	72.8	430	1.618	5.861	-330.44	134.02	V
20.0	67.5	---	1.618	5.861	-525.22	130.36	V
24.0	67.5	430	1.618	5.861	-913.44	237.52	V
25.0	58.5	---	1.618	5.861	-1021.79	220.73	V
29.0	58.5	430	1.618	5.861	-1521.86	358.76	V

Celoroční bilance vlhkosti (bez vlivu Slunce) :

```
Množství zkondenzované páry    Gk =      8.418 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =      4.543 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =     -3.875 kg/m2,rok
                            ***************************
```

Celoroční bilance vlhkosti (s vlivem Slunce) :

```
Množství zkondenzované páry    Gk =      8.338 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =      4.905 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =     -3.433 kg/m2,rok
                  ****************************
```

Název úlohy : NEVĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA BEZ PAROZÁBRANY - V MÍSTĚ SLOUPKU
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	23.0 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.70
Redukce na orientaci	Red :	0.20
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Obvodová stěna

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	Dřev. sloupek	0.1200	0.1800	2510.0	400.0	157.0
4	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
5	Třískocement	0.0140	0.2400	1580.0	1300.0	78.8

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	1.182 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.741 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.815 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	17.67 C
Difuzní odpor	Rd :	106.862 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	28.0
Fázový posun (léto)	Psi :	7.9

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	17.7	16.2	10.8	-7.0	-12.3	-13.8					
pd [kPa]:	1.49	1.48	1.48	0.21	0.21	0.14					
pd" [kPa]:	2.02	1.84	1.30	0.34	0.21	0.18					

Průběh teplot a tlaků:

Při teplotě Te dochází ke kondenzaci v konstrukci.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti:

Te [C]	Fie [%]	I,stř [W/m2]	RdA [E-9 m/s]	RdB [E-9 m/s]	gd1=Gk [.E+9 kg/m2.s]	gd2=Gv	K/V
-15.0	84.0	---	0.757	65.853	256.74	9.96	K
-14.6	84.0	70	0.757	67.485	242.96	10.13	K
-10.0	83.0	---	0.757	76.188	88.78	10.92	K
-9.6	83.0	70	0.757	78.255	73.82	11.10	K
-5.0	81.9	---	14.682	92.180	6.93	11.51	V
-4.6	81.9	70	14.682	92.180	5.99	11.66	V
0.0	80.5	---	14.682	92.180	-4.62	11.58	V
0.4	80.5	70	14.682	92.180	-5.66	11.74	V
0.9	80.5	140	14.682	92.180	-6.71	11.91	V
5.0	78.7	---	14.682	92.180	-17.39	11.50	V
5.9	78.7	140	14.682	92.180	-19.69	11.87	V
6.8	78.7	300	14.682	92.180	-22.37	12.29	V
10.0	76.2	---	14.682	92.180	-31.47	11.04	V
11.8	76.2	300	14.682	92.180	-36.97	11.91	V
15.0	72.8	---	14.682	92.180	-47.00	10.21	V
16.8	72.8	300	14.682	92.180	-53.06	11.17	V
17.6	72.8	430	14.682	92.180	-55.75	11.60	V
20.0	67.5	---	14.682	92.180	-64.09	9.28	V
24.0	67.5	430	14.682	92.180	-79.03	11.66	V
25.0	58.5	---	14.682	92.180	-82.87	9.30	V
29.0	58.5	430	14.682	92.180	-99.27	11.91	V

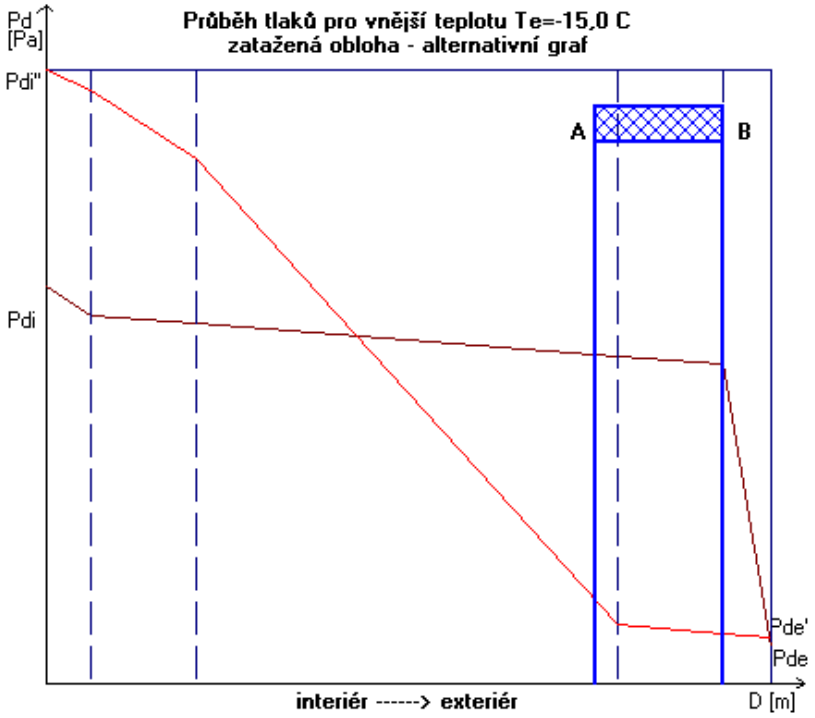
Celoroční bilance vlhkosti (bez vlivu Slunce) :

```
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.227 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =      1.183 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =      0.956 kg/m2,rok
                            **************************
```

Celoroční bilance vlhkosti (s vlivem Slunce) :

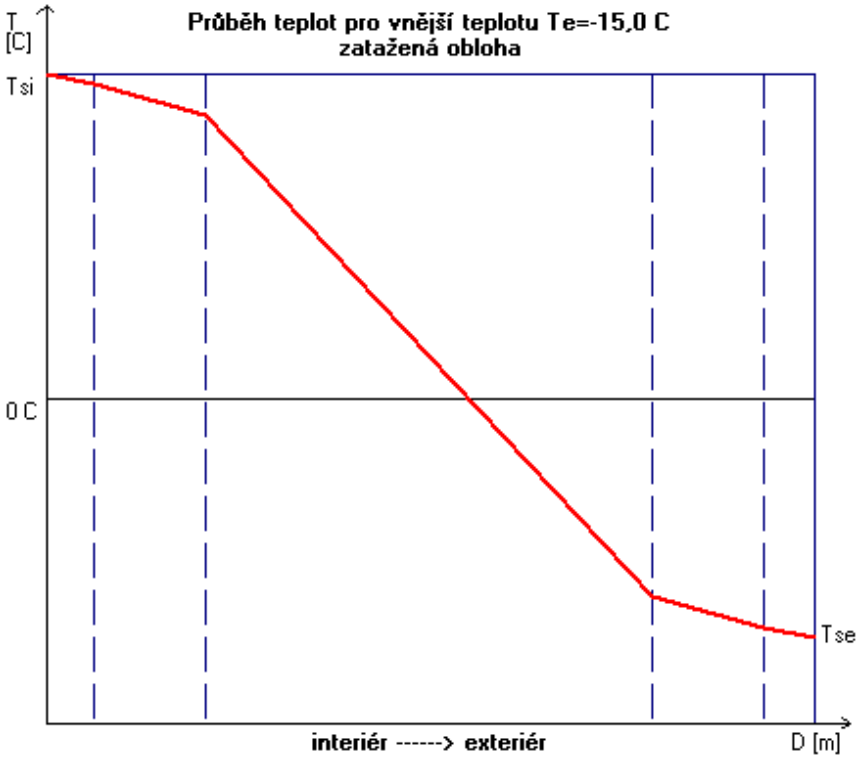
```
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.225 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =      1.201 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =      0.976 kg/m2,rok
                            **************************
```

graf průběhu tlaků vodní páry



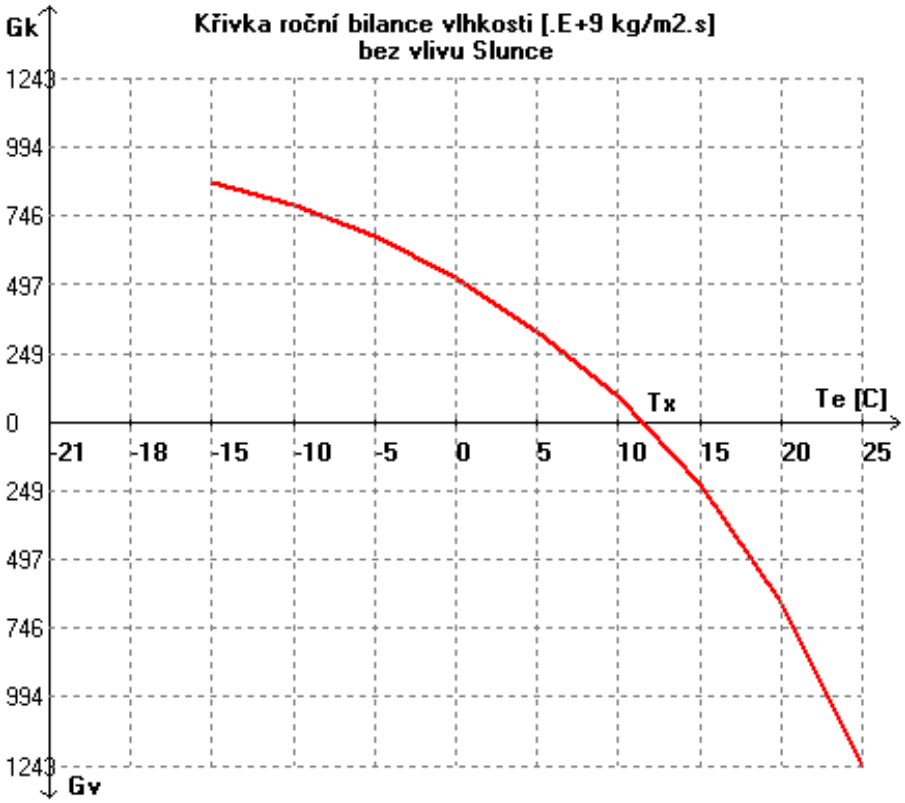
A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot

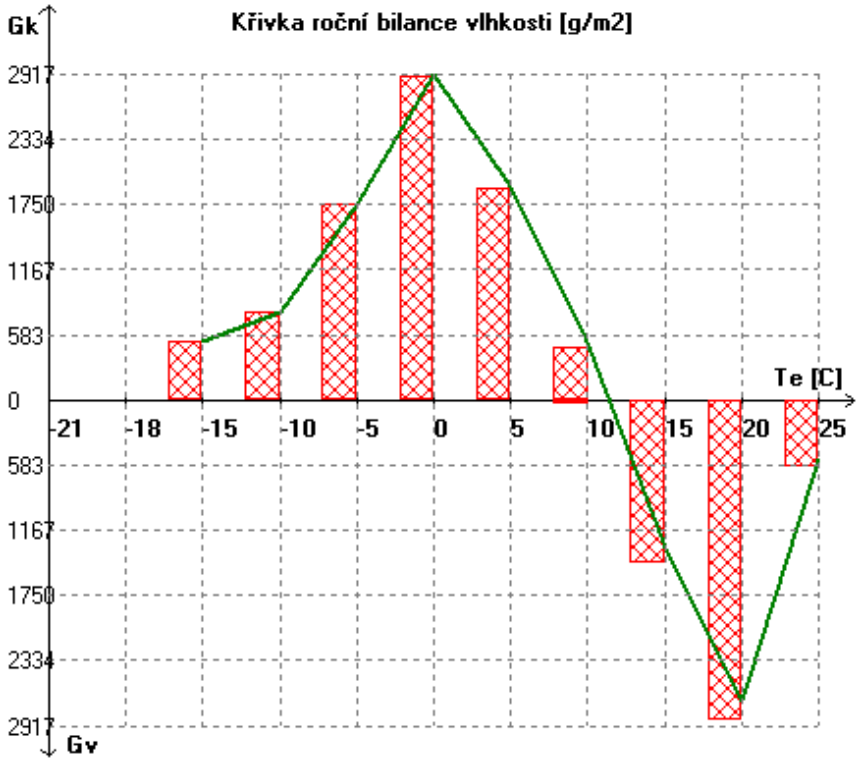


NEVĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA BEZ PAROZÁBRANY – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE

graf roční bilance vlhkosti

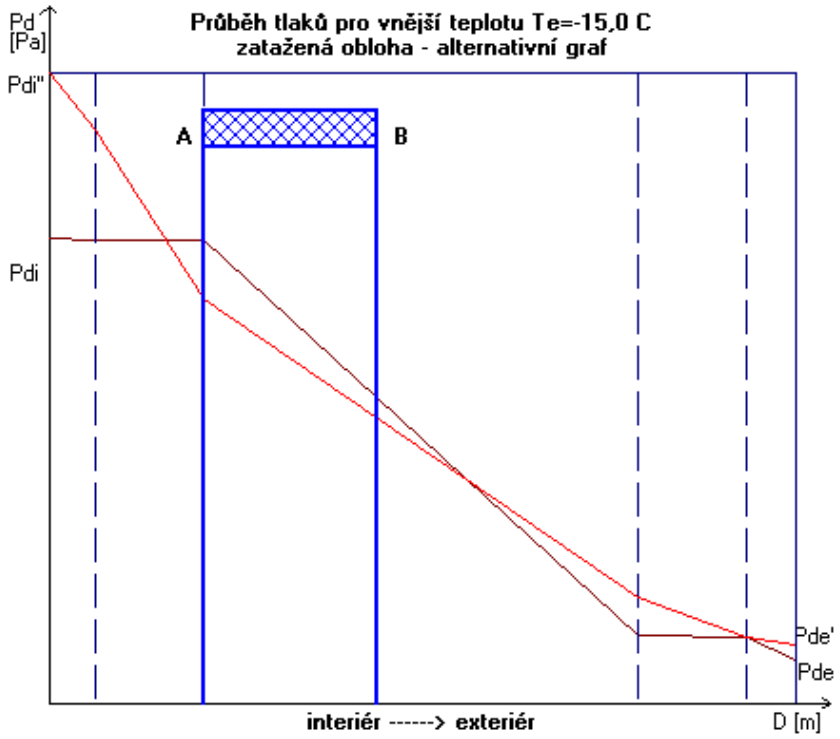


graf roční bilance vlhkosti



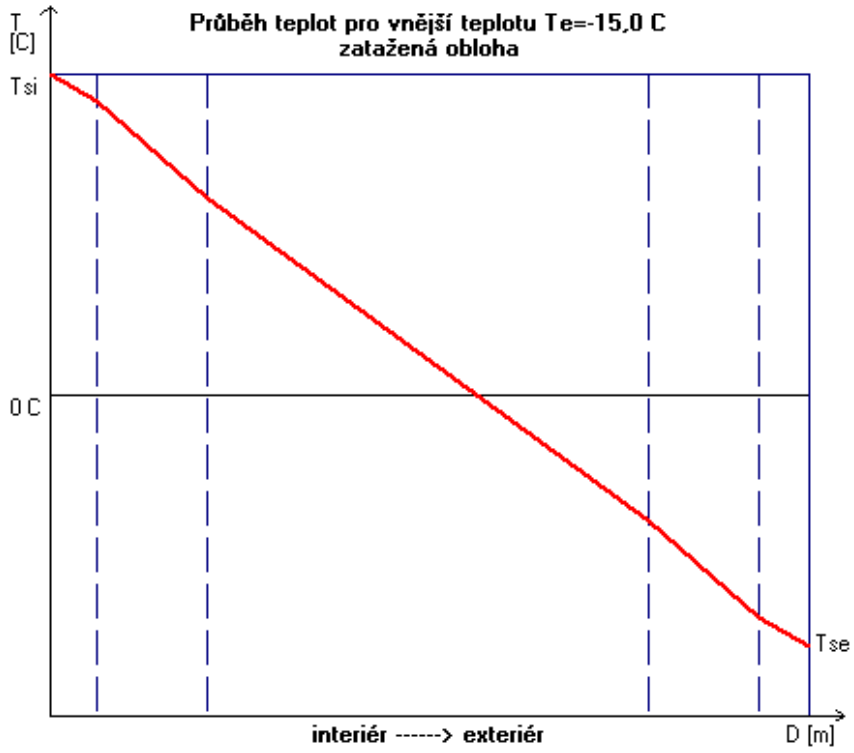
NEVĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA BEZ PAROZÁBRANY – V MÍSTĚ SLOUPKU

graf průběhu tlaků vodní páry



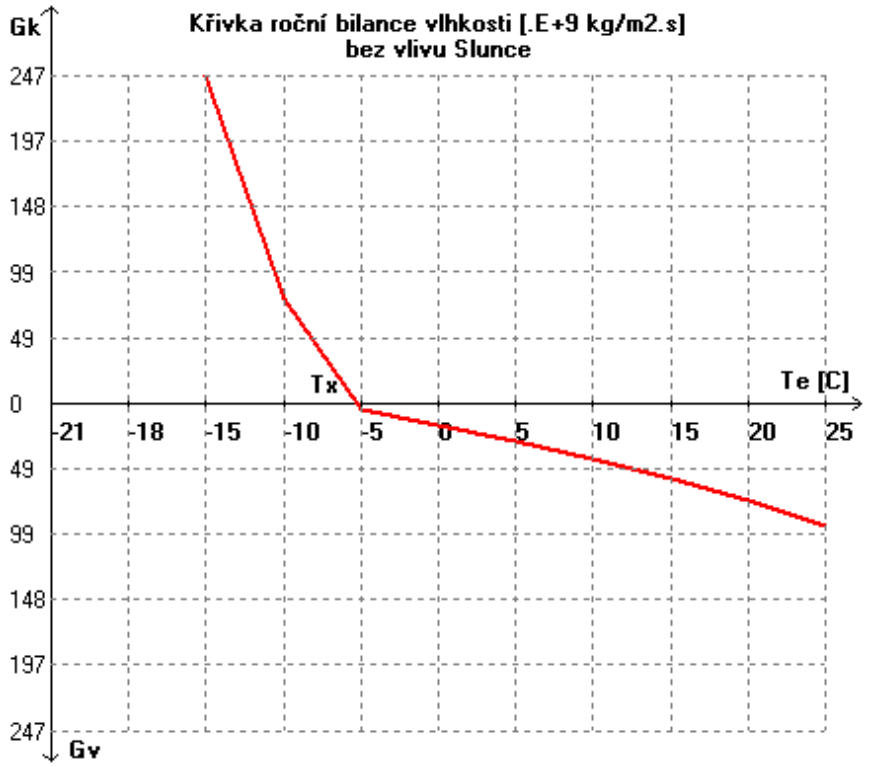
A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



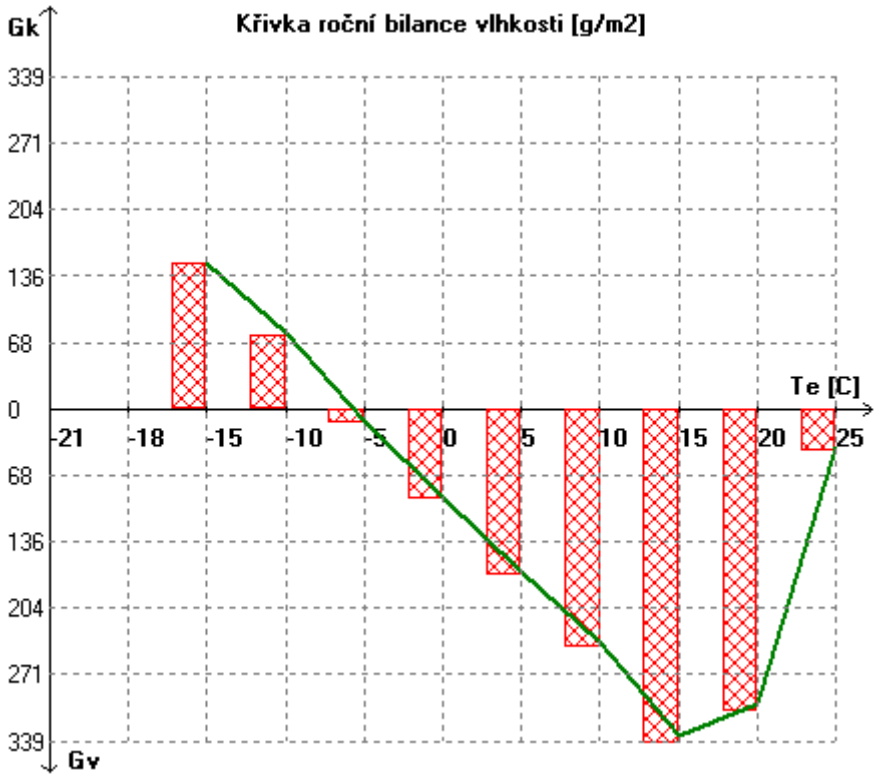
NEVĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA BEZ PAROZÁBRANY – V MÍSTĚ SLOUPKU

graf roční bilance vlhkosti

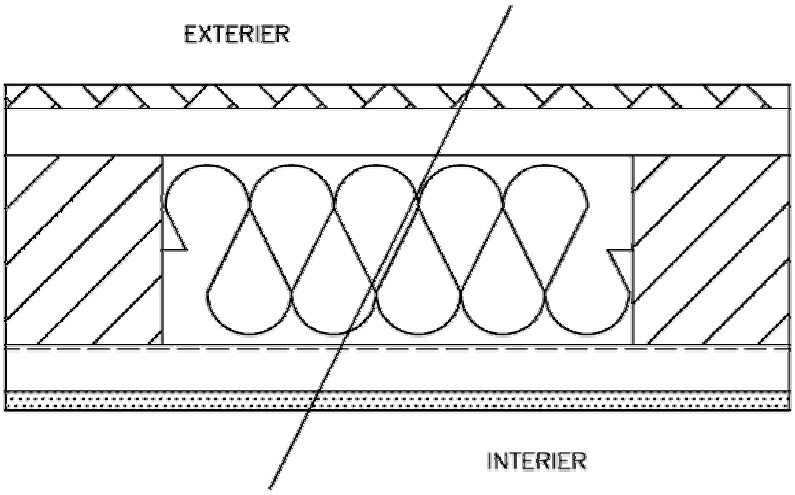


Teplota zániku kondenzace - **Tx = - 5,28 °C**

graf roční bilance vlhkosti



6.4.2 Příklad 2 – nevětraná obvodová stěna s parozábranou



Obr. 6-2

Skladba (od interiéru):

- Sádrokarton 12,5 mm
- Vzduchová dutina 30 mm
- Parotěsná PE fólie 0,2 mm
- Minerální plsť (dřevěný sloupek) 120 mm
- Vzduchová dutina 30 mm
- Třískocement 14 mm

Tepelně technická charakteristika – v místě tepelné izolace:

- Tepelný odpor R = 3,516 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,090 m^2KW^{-1})
- Bez kondenzace vodní páry v konstrukci

Tepelně technická charakteristika – v místě sloupku:

- Tepelný odpor R = 1,182 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,090 m^2KW^{-1})
- Kondenzace vodní páry v konstrukci (na PE fólii) v přípustném množství (cca 0,2 kg $m^{-2}.rok^{-1}$)

Závěr:

Konstrukce splňuje v převládající pozici tepelně izolační výplně podmínku doporučené nejnižší hodnoty tepelného odporu a není riziková z hlediska vlhkostní bilance – ke kondenzaci vodní páry může docházet pouze na vnitřním líci parotěsné fólie – tato vlhkost konstrukci neohrozí. Z hlediska ČSN 73 0540:94 Tepelná ochrana budov je tedy konstrukce vyhovující.

Název úlohy : NEVĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA S PAROZÁBRANOU – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	23.0 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.70
Redukce na orientaci	Red :	0.20
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Obvodová stěna

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	PE fólie	0.0002	0.3500	1470.0	700.0	400000.0
4	Miner. plsť	0.1200	0.0400	1150.0	75.0	1.1
5	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
6	Třískocement	0.0140	0.2400	1580.0	1300.0	78.8

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	3.516 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.271 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.299 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	19.78 C
Difuzní odpor	Rd :	432.468 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	32.4
Fázový posun (léto)	Psi :	3.2

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	19.8	19.2	17.3	17.3	-12.1	-14.0	-14.6				
pd [kPa]:	1.49	1.49	1.49	0.16	0.16	0.16	0.14				
pd" [kPa]:	2.30	2.23	1.97	1.97	0.22	0.18	0.17				

Při teplotě Te nedochází ke kondenzaci uvnitř konstrukce.

Hustota toku vodní páry Gd = 3.127 E-9 kg/m2,s

Název úlohy : NEVĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA S PAROZÁBRANOU - V MÍSTĚ SLOUPKU
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	23.0 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.70
Redukce na orientaci	Red :	0.20
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Obvodová stěna

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	PE fólie	0.0002	0.3500	1470.0	700.0	400000.0
4	Dřev. sloupek	0.1200	0.1800	2510.0	400.0	157.0
5	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
6	Třískocement	0.0140	0.2400	1580.0	1300.0	78.8

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	1.182 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.740 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.814 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	17.67 C
Difuzní odpor	Rd :	531.851 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	28.1
Fázový posun (léto)	Psi :	7.9

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	17.7	16.2	10.8	10.8	-7.0	-12.3	-13.8				
pd [kPa]:	1.49	1.49	1.49	0.41	0.15	0.15	0.14				
pd" [kPa]:	2.02	1.84	1.30	1.30	0.34	0.21	0.18				

Průběh teplot a tlaků: ---

Při teplotě Te dochází ke kondenzaci v rovině.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti:

Te [C]	Fie [%]	I,stř [W/m2]	RdA [E-9 m/s]	RdB [E-9 m/s]	gd1=Gk [.E+9 kg/m2.s]	gd2=Gv	K/V
-15.0	84.0	---	0.757	531.094	256.25	2.18	K
-14.6	84.0	70	0.757	531.094	242.47	2.20	K
-10.0	83.0	---	0.757	531.094	88.32	2.28	K
-9.6	83.0	70	0.757	531.094	73.36	2.30	K
-5.0	81.9	---	0.757	531.094	-93.88	2.32	V
-4.6	81.9	70	0.757	531.094	-110.10	2.35	V
0.0	80.5	---	0.757	531.094	-291.37	2.30	V
0.4	80.5	70	0.757	531.094	-308.94	2.32	V
0.9	80.5	140	0.757	531.094	-326.63	2.35	V
5.0	78.7	---	0.757	531.094	-505.22	2.24	V
5.9	78.7	140	0.757	531.094	-543.39	2.29	V
6.8	78.7	300	0.757	531.094	-587.63	2.35	V
10.0	76.2	---	0.757	531.094	-736.58	2.10	V
11.8	76.2	300	0.757	531.094	-825.67	2.22	V
15.0	72.8	---	0.757	531.094	-986.64	1.88	V
16.8	72.8	300	0.757	531.094	-1082.87	2.02	V
17.6	72.8	430	0.757	531.094	-1125.42	2.08	V
20.0	67.5	---	0.757	531.094	-1256.66	1.63	V
24.0	67.5	430	0.757	531.094	-1488.72	1.96	V
25.0	58.5	---	0.757	531.094	-1547.97	1.53	V
29.0	58.5	430	0.757	531.094	-1798.13	1.89	V

Celoroční bilance vlhkosti (bez vlivu Slunce) :

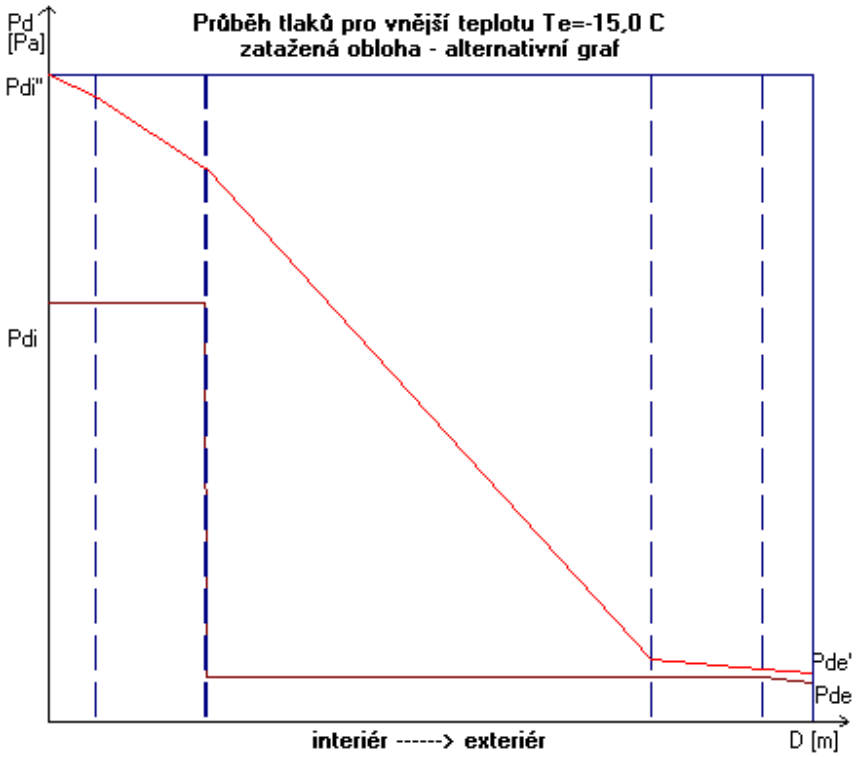
```
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.239 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =     20.571 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =     20.331 kg/m2,rok
                            ****************************
```

Celoroční bilance vlhkosti (s vlivem Slunce) :

```
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.238 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =     20.820 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =     20.583 kg/m2,rok
                            ****************************
```

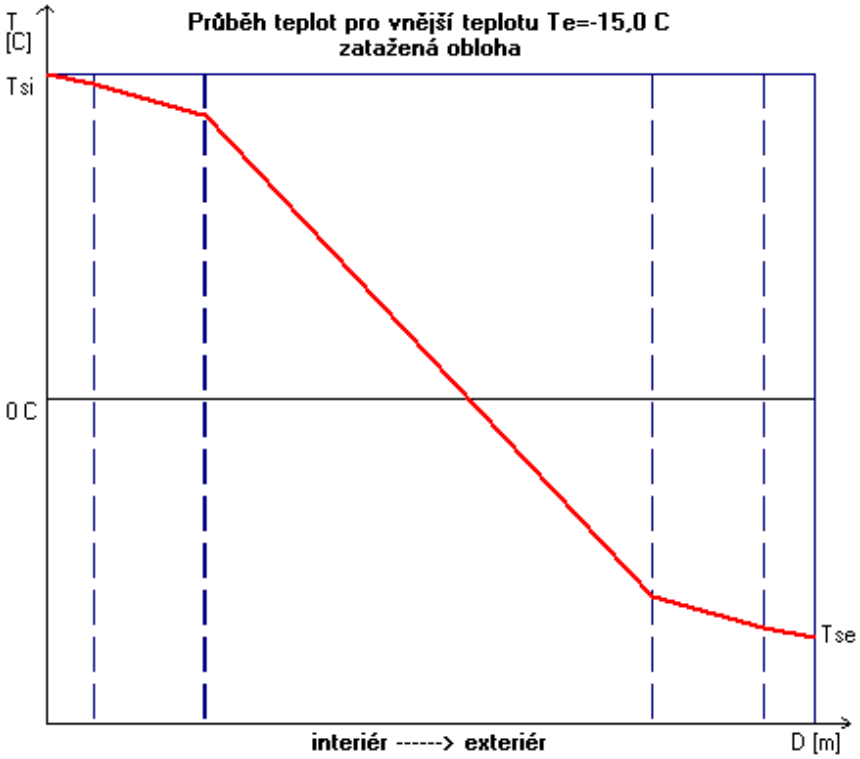
NEVĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA S PAROZÁBRANOU – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE

graf průběhu tlaků vodní páry



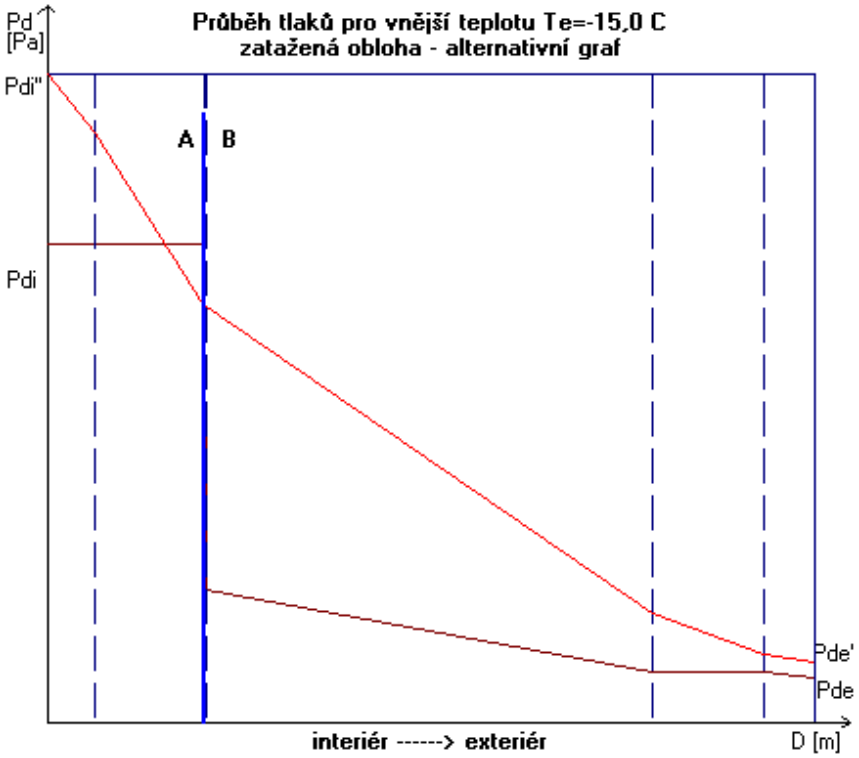
A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



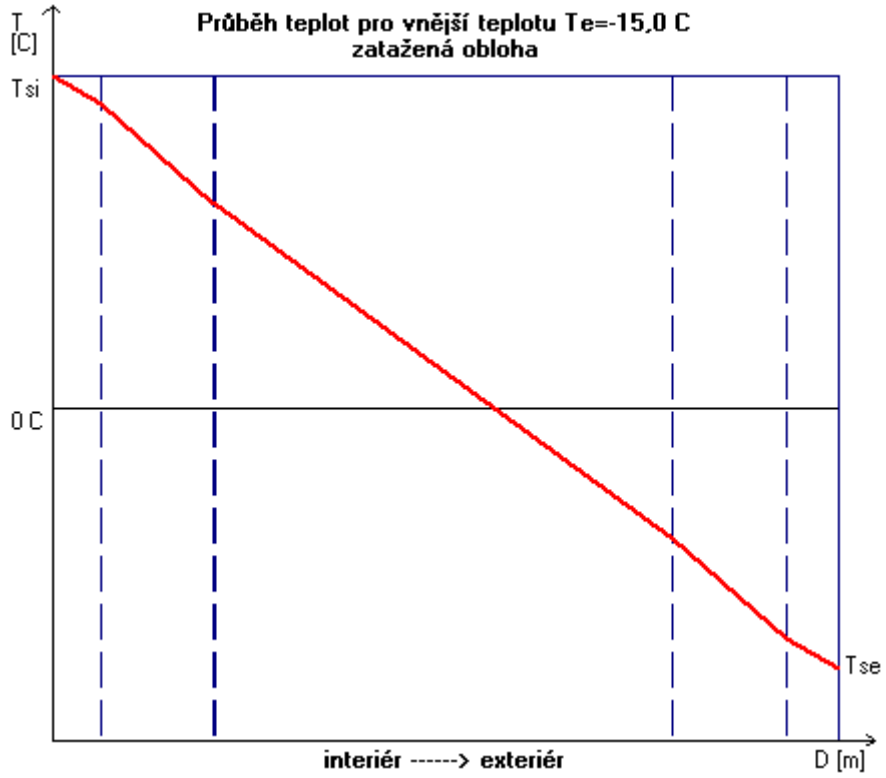
NEVĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA S PAROZÁBRANOU – V MÍSTĚ SLOUPKU

graf průběhu tlaků vodní páry



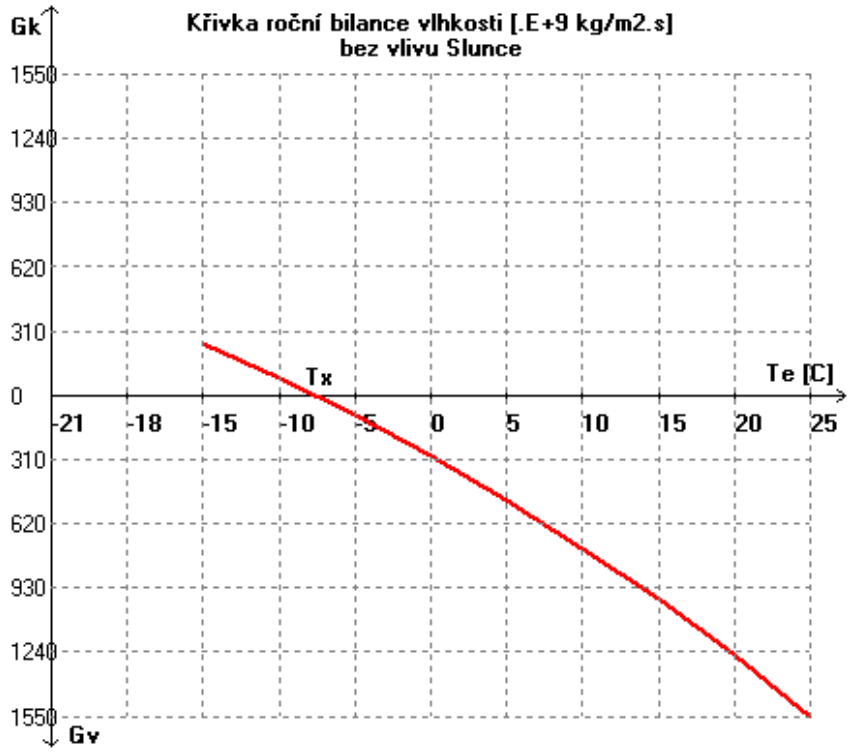
A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



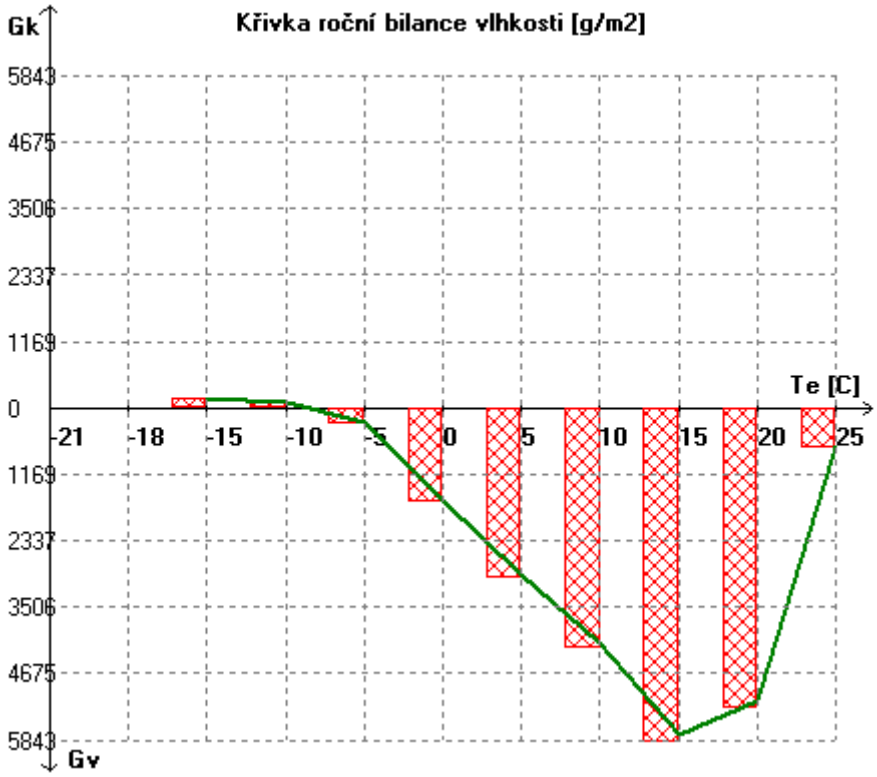
NEVĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA S PAROZÁBRANOU – V MÍSTĚ SLOUPKU

graf roční bilance vlhkosti

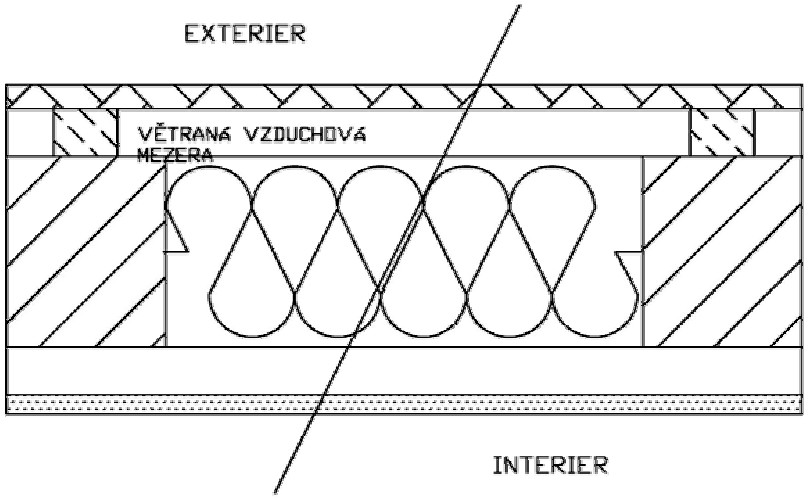


Teplota zániku kondenzace - **Tx = - 7,64 °C**

graf roční bilance vlhkosti



6.4.3 Příklad 3 – větraná obvodová stěna bez parozábrany



Obr. 6-3

Skladba (od interiéru):

- Sádrokarton 12,5 mm
- Vzduchová dutina 30 mm
- Minerální plsť (dřevěný sloupek) 120 mm
- Větraná vzduchová mezera 30 mm
- Třískocement 14 mm

Tepelně technická charakteristika – v místě tepelné izolace:

- Tepelný odpor R = 3,257 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,090 m^2KW^{-1})
- Bez kondenzace vodní páry v konstrukci

Tepelně technická charakteristika – v místě sloupku:

- Tepelný odpor R = 0,923 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,090 m^2KW^{-1})
- Kondenzace vodní páry v konstrukci (dřevěný sloupek) ve větším než přípustném množství (cca 0,7 kg $m^{-2}.rok^{-1}$)

Závěr:

Konstrukce sice splňuje v převládající pozici tepelně izolační výplně podmínku požadované nejnižší hodnoty tepelného odporu, je však značně riziková z hlediska vlhkostní bilance – ke kondenzaci vodní páry může docházet v dřevěných sloupcích (hniloba). Z hlediska ČSN 73 0540:94 Tepelná ochrana budov je tedy konstrukce nevyhovující. Doporučuje se celoplošně instalovat parozábranu a zateplit v místě dřevěného sloupku.

Název úlohy : VĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA BEZ PAROZÁBRANY - V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	11.5 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.00
Redukce na orientaci	Red :	1.00
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Obvodová stěna

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	Miner. plsť	0.1200	0.0400	1150.0	75.0	1.1

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	3.257 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.288 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.317 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	19.70 C
Difuzní odpor	Rd :	1.458 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	29.1
Fázový posun (léto)	Psi :	2.2

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	19.7	19.1	17.0	-14.1							
pd [kPa]:	1.49	0.94	0.79	0.14							
pd" [kPa]:	2.29	2.21	1.94	0.18							

Při teplotě Te nedochází ke kondenzaci uvnitř konstrukce.

Hustota toku vodní páry Gd = 927.466 E-9 kg/m2,s

Název úlohy : VĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA BEZ PAROZÁBRANY - V MÍSTĚ SLOUPKU
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	11.5 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.00
Redukce na orientaci	Red :	1.00
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Obvodová stěna

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	Dřev. sloupek	0.1200	0.1800	2510.0	400.0	157.0

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	0.923	m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.881	W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.969	W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	17.04	C
Difuzní odpor	Rd :	100.842	E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	16.0	
Fázový posun (léto)	Psi :	6.1	

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	17.0	15.2	8.9	-12.2							
pd [kPa]:	1.49	1.48	1.48	0.14							
pd" [kPa]:	1.94	1.73	1.14	0.21							

Při teplotě Te dochází ke kondenzaci v konstrukci.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti:

Te [C]	Fie [%]	I,stř [W/m2]	RdA [E-9 m/s]	RdB [E-9 m/s]	gd1=Gk [.E+9 kg/m2.s]	gd2=Gv	K/V
-15.0	84.0	---	0.757	37.583	464.32	7.64	K
-15.0	84.0	70	0.757	37.583	464.32	7.64	K
-10.0	83.0	---	0.757	53.515	284.45	9.26	K
-10.0	83.0	70	0.757	53.515	284.45	9.26	K
-5.0	81.9	---	0.757	63.319	85.97	10.25	K
-5.0	81.9	70	0.757	63.319	85.97	10.25	K
0.0	80.5	---	19.140	81.702	6.21	10.78	V
0.0	80.5	70	19.140	81.702	6.21	10.78	V
0.0	80.5	140	19.140	81.702	6.21	10.78	V
5.0	78.7	---	19.140	81.702	-5.01	11.03	V
5.0	78.7	140	19.140	81.702	-5.01	11.03	V
5.0	78.7	300	19.140	81.702	-5.01	11.03	V
10.0	76.2	---	19.140	81.702	-17.75	10.95	V
10.0	76.2	300	19.140	81.702	-17.75	10.95	V
15.0	72.8	---	19.140	81.702	-32.16	10.61	V
15.0	72.8	300	19.140	81.702	-32.16	10.61	V
15.0	72.8	430	19.140	81.702	-32.16	10.61	V
20.0	67.5	---	19.140	81.702	-48.44	10.30	V
20.0	67.5	430	19.140	81.702	-48.44	10.30	V
25.0	58.5	---	19.140	81.702	-66.79	11.25	V
25.0	58.5	430	19.140	81.702	-66.79	11.25	V

Celoroční bilance vlhkosti (bez vlivu Slunce) :

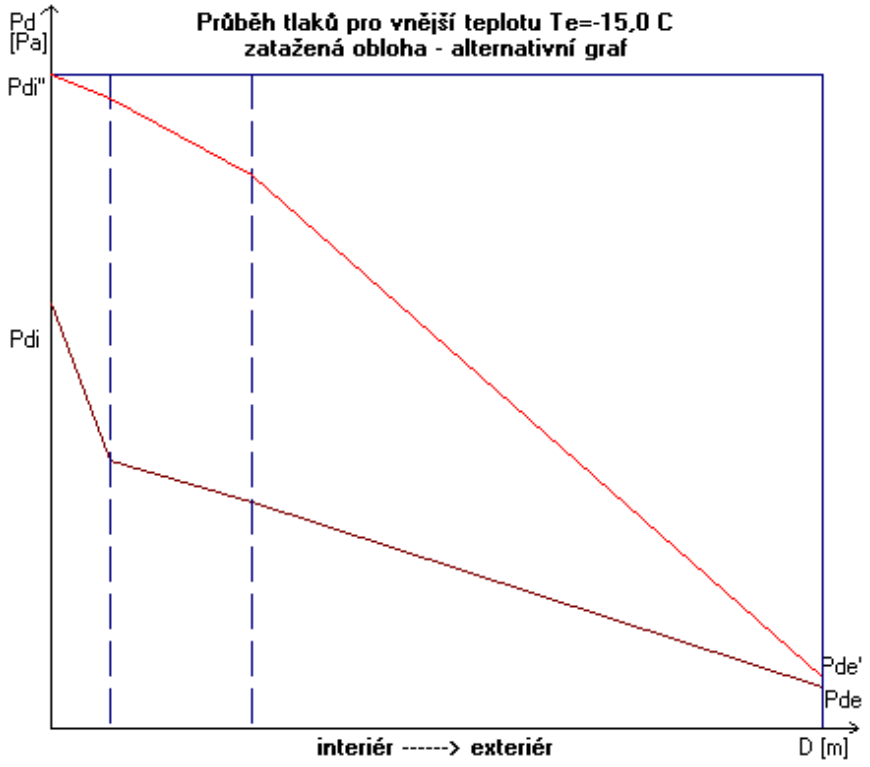
```
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.746 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =      0.804 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =      0.058 kg/m2,rok
                            **************************
```

Celoroční bilance vlhkosti (s vlivem Slunce) :

```
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.746 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =      0.804 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =      0.058 kg/m2,rok
                            **************************
```

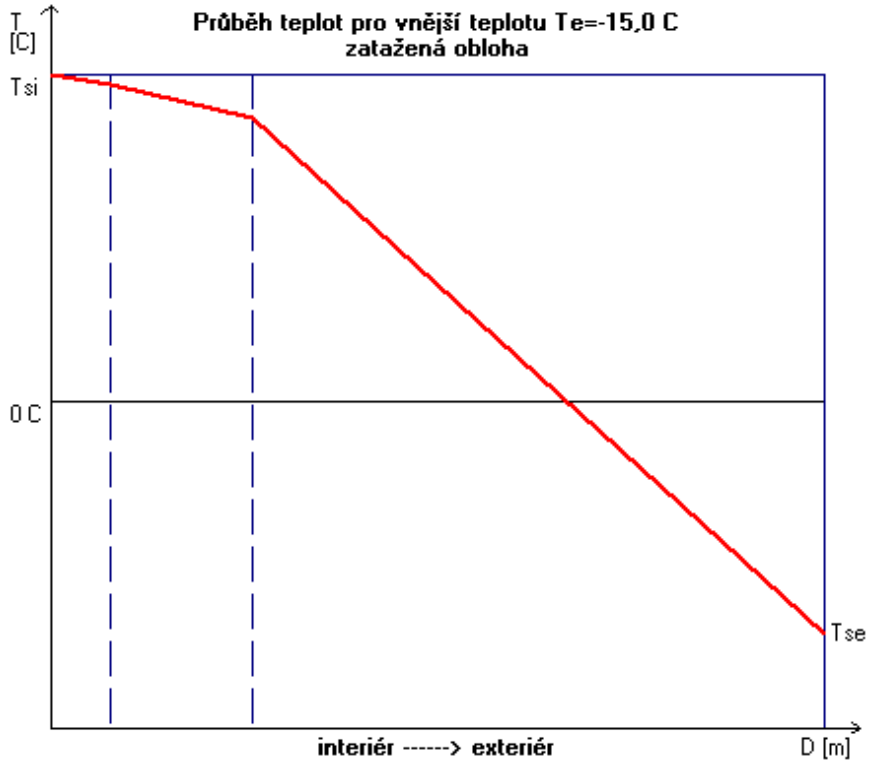
VĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA BEZ PAROZÁBRANY – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE

graf průběhu tlaků vodní páry



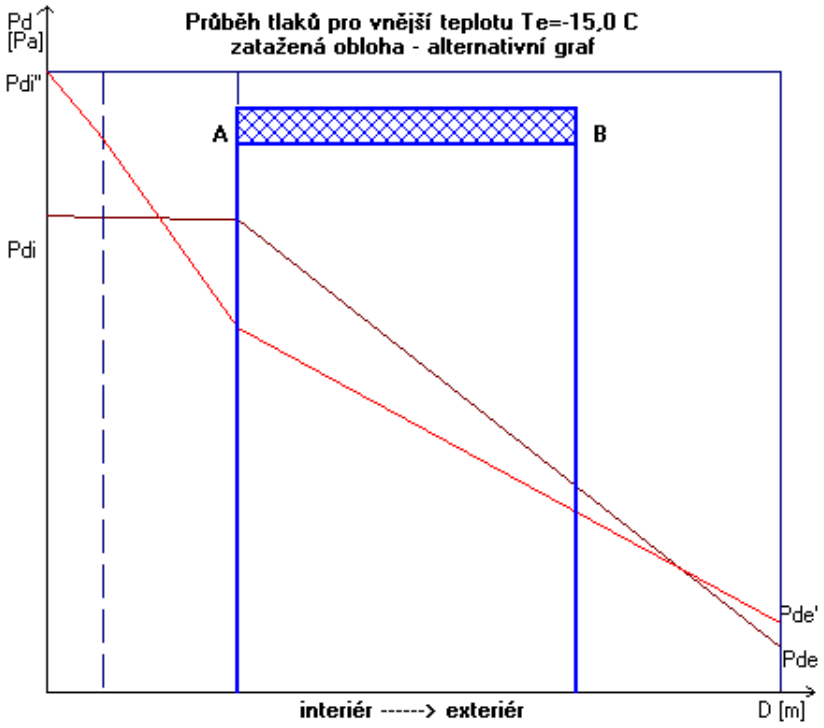
A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



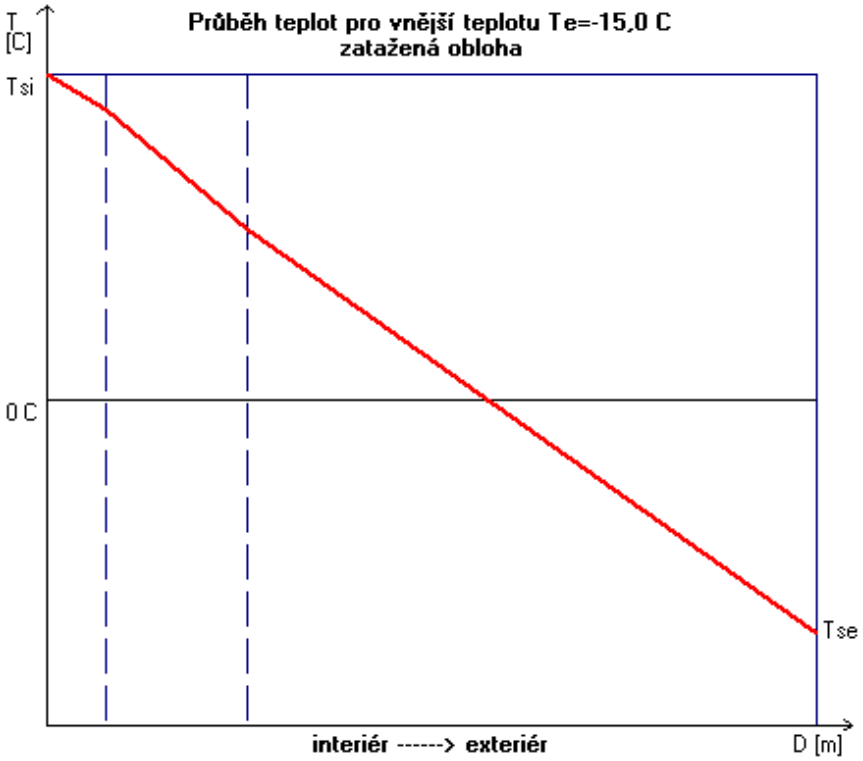
VĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA BEZ PAROZÁBRANY – V MÍSTĚ SLOUPKU

graf průběhu tlaků vodní páry



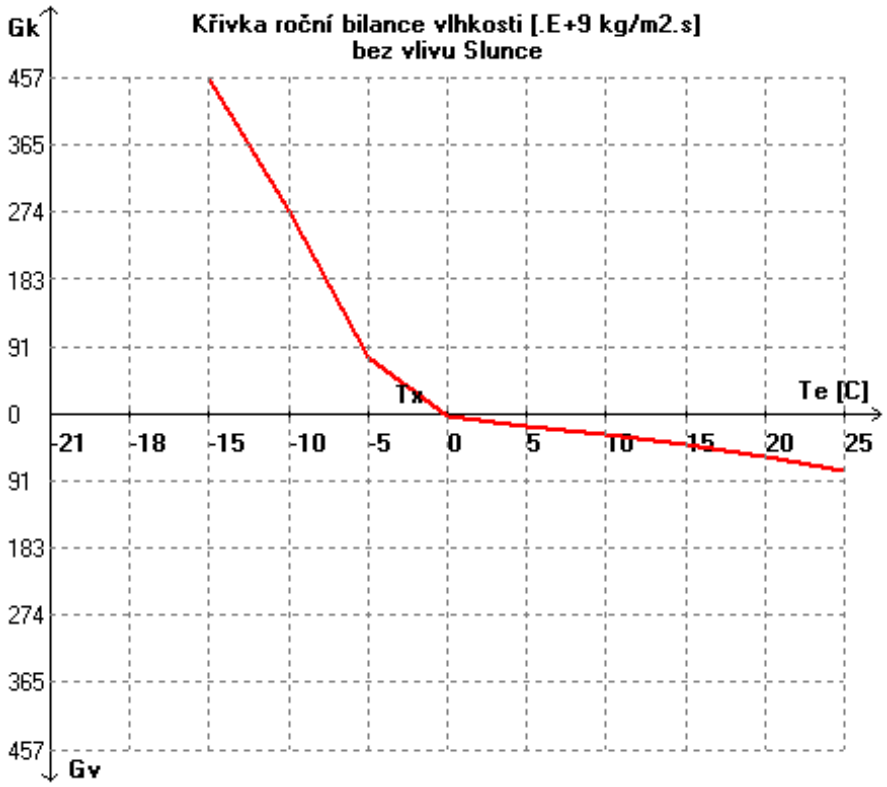
A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



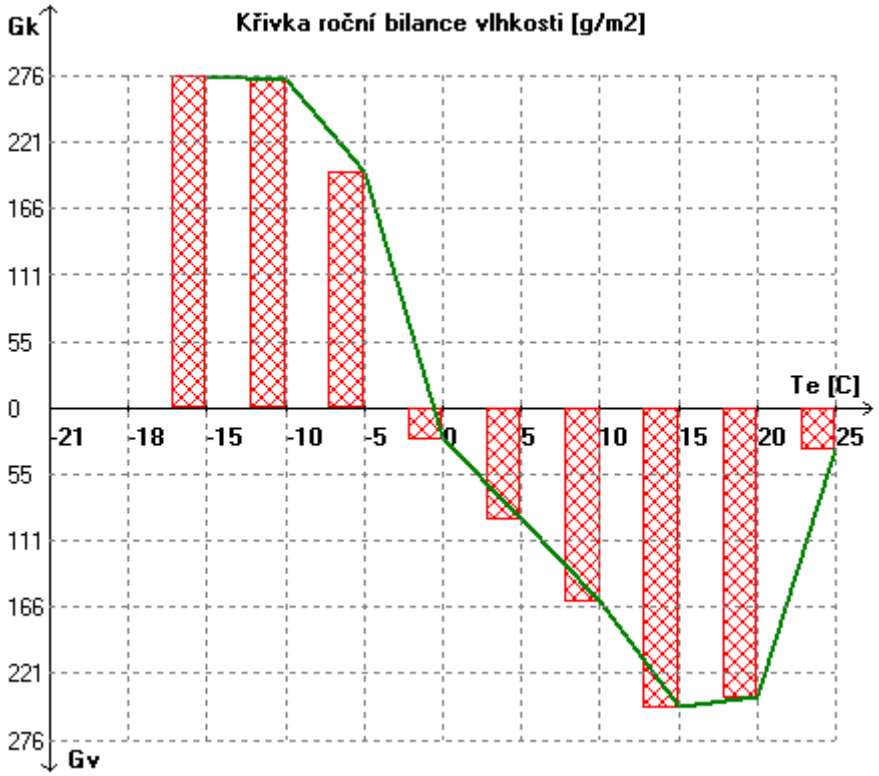
VĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA BEZ PAROZÁBRANY – V MÍSTĚ SLOUPKU

graf roční bilance vlhkosti

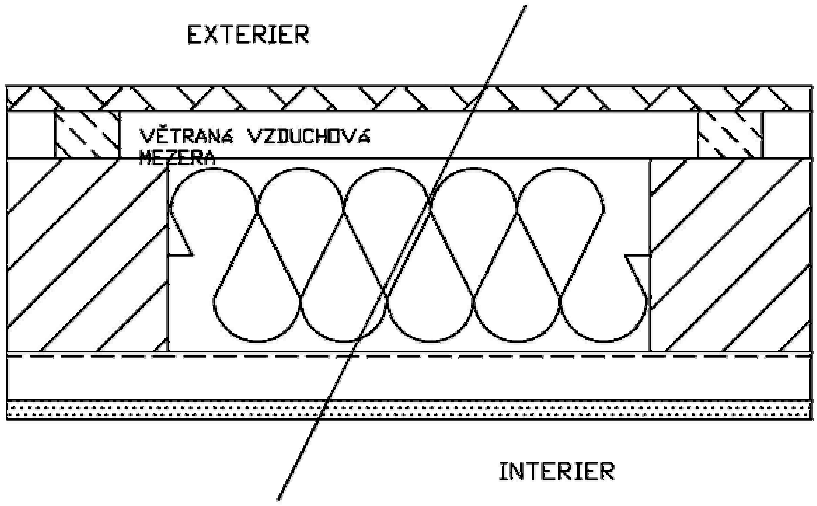


Teplota zániku kondenzace - **Tx = - 0,28 °C**

graf roční bilance vlhkosti



6.4.4 Příklad 4 – větraná obvodová stěna s parozábranou



Obr. 6-4

Skladba (od interiéru):

- Sádrokarton 12,5 mm
- Vzduchová dutina 30 mm
- Parotěsná PE fólie 0,2 mm
- Minerální plsť (dřevěný sloupek) 120 mm
- Větraná vzduchová mezera 30 mm
- Třískocement 14 mm

Tepelně technická charakteristika – v místě tepelné izolace:

- Tepelný odpor R = 3,257 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,090 m^2KW^{-1})
- Bez kondenzace vodní páry v konstrukci

Tepelně technická charakteristika – v místě sloupku:

- Tepelný odpor R = 0,924 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,090 m^2KW^{-1})
- Kondenzace vodní páry v konstrukci (na PE fólii) ve větším než přípustném množství (cca 0,8 kg $m^{-2}.rok^{-1}$)

Závěr:

Konstrukce splňuje v převládající pozici tepelně izolační výplně podmínku doporučené nejnižší hodnoty tepelného odporu, je ovšem jistým způsobem riziková z hlediska vlhkostní bilance – ke kondenzaci vodní páry může docházet pouze na vnitřním líci parotěsné fólie, nicméně množství zkondenzované vodní páry je nad normou stanoveným limitem 0,5 kg $m^{-2}.rok^{-1}$ – pro obvodové pláště a dělící konstrukce. Z hlediska ČSN 73 0540:94 Tepelná ochrana budov je tedy konstrukce nevyhovující. Doporučuje se zateplit v místě dřevěného sloupku.

Název úlohy : VĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA S PAROZÁBRANOU – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	11.5 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.00
Redukce na orientaci	Red :	1.00
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Obvodová stěna

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	PE fólie	0.0002	0.3500	1470.0	700.0	400000.0
4	Miner. plsť	0.1200	0.0400	1150.0	75.0	1.1

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	3.257 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.288 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.317 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	19.70 C
Difuzní odpor	Rd :	426.448 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	29.2
Fázový posun (léto)	Psi :	2.2

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	19.7	19.1	17.0	17.0	-14.1						
pd [kPa]:	1.49	1.49	1.49	0.14	0.14						
pd" [kPa]:	2.29	2.21	1.94	1.94	0.18						

Při teplotě Te nedochází ke kondenzaci uvnitř konstrukce.

Hustota toku vodní páry Gd = 3.171 E-9 kg/m2,s

```
   Název úlohy : VĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA S PAROZÁBRANOU – V MÍSTĚ SLOUPKU
   Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
   Zakázka     : Dřevostavba
   Datum       : 15.10.2002


   Kontrolní tisk vstupních dat :
   ==============================

   Základní parametry úlohy :
   --------------------------
   Teplota v exteriéru            Te : -15.0 C
   Součinitel přestupu tepla   AlfaE :  11.5 W/m2K
   Relat. vlhkost v exteriéru    Fie :  84.0 %
   Pohltivost slun.záření         Sn :  0.00
   Redukce na orientaci          Red :  1.00
   Teplota v interiéru           Tap :  21.0 C
   Součinitel přestupu tepla   AlfaI :   8.0 W/m2K
   Relat. vlhkost v interiéru     Fi :  60.0 %
   Typ hodnocené konstrukce          : Obvodová stěna

   Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :
   -----------------------------------------
   číslo    Název    D [m]    Lambda        C         Ro        Mi
  1    Sádrokarton  0.0125     0.2200     1060.0     750.0         9.0
  2 Vzduch. dutina  0.0300     0.1500     1010.0       1.2         1.0
  3       PE fólie  0.0002     0.3500     1470.0     700.0     400000.0
  4  Dřev. sloupek  0.1200     0.1800     2510.0     400.0       157.0


   Tisk výsledků vyšetřování :
   ===========================

   Tepelný odpor           R :      0.924 m2K/W
   Souč. prostupu tepla    k :      0.880 W/m2K
   Souč. prostupu tepla
   zabudované konstrukce  kp :      0.968 W/m2K
   Povrchová teplota    Tsim :      17.04 C
   Difuzní odpor          Rd :    525.831 E+9 m/s
   Teplotní útlum (léto)  Ny :       16.0
   Fázový posun   (léto) Psi :        6.2

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
   ------------------------------------------- Průběh teplot a tlaků: ---
   vrstva   :  0     1     2     3     4     5     6     7     8     9    10
   tepl. [C]: 17.0  15.2   8.9   8.9 -12.2
   pd  [kPa]: 1.49  1.49  1.49  0.40  0.14
   pd" [kPa]: 1.94  1.73  1.14  1.14  0.21
   ------------------------------------------------------------------------
   Při teplotě Te dochází ke kondenzaci v rovině.
```

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti:

Te [C]	Fie [%]	I,stř [W/m2]	RdA [E-9 m/s]	RdB [E-9 m/s]	gd1=Gk [.E+9 kg/m2.s]	gd2=Gv	K/V
-15.0	84.0	---	0.757	525.074	463.70	1.91	K
-15.0	84.0	70	0.757	525.074	463.70	1.91	K
-10.0	83.0	---	0.757	525.074	283.86	2.02	K
-10.0	83.0	70	0.757	525.074	283.86	2.02	K
-5.0	81.9	---	0.757	525.074	85.43	2.09	K
-5.0	81.9	70	0.757	525.074	85.43	2.09	K
0.0	80.5	---	0.757	525.074	-133.21	2.10	V
0.0	80.5	70	0.757	525.074	-133.21	2.10	V
0.0	80.5	140	0.757	525.074	-133.21	2.10	V
5.0	78.7	---	0.757	525.074	-373.78	2.07	V
5.0	78.7	140	0.757	525.074	-373.78	2.07	V
5.0	78.7	300	0.757	525.074	-373.78	2.07	V
10.0	76.2	---	0.757	525.074	-638.12	1.98	V
10.0	76.2	300	0.757	525.074	-638.12	1.98	V
15.0	72.8	---	0.757	525.074	-928.18	1.82	V
15.0	72.8	300	0.757	525.074	-928.18	1.82	V
15.0	72.8	430	0.757	525.074	-928.18	1.82	V
20.0	67.5	---	0.757	525.074	-1246.07	1.63	V
20.0	67.5	430	0.757	525.074	-1246.07	1.63	V
25.0	58.5	---	0.757	525.074	-1593.99	1.61	V
25.0	58.5	430	0.757	525.074	-1593.99	1.61	V

Celoroční bilance vlhkosti (bez vlivu Slunce) :

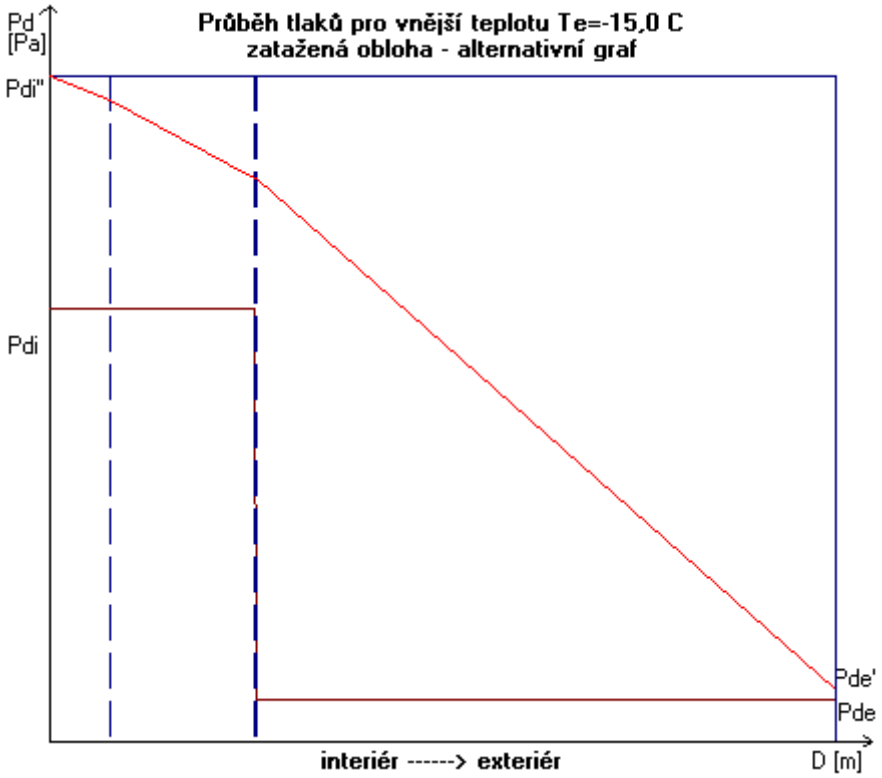
```
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.776 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =     17.758 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =     16.983 kg/m2,rok
                            **************************
```

Celoroční bilance vlhkosti (s vlivem Slunce) :

```
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.776 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =     17.758 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =     16.983 kg/m2,rok
                            **************************
```

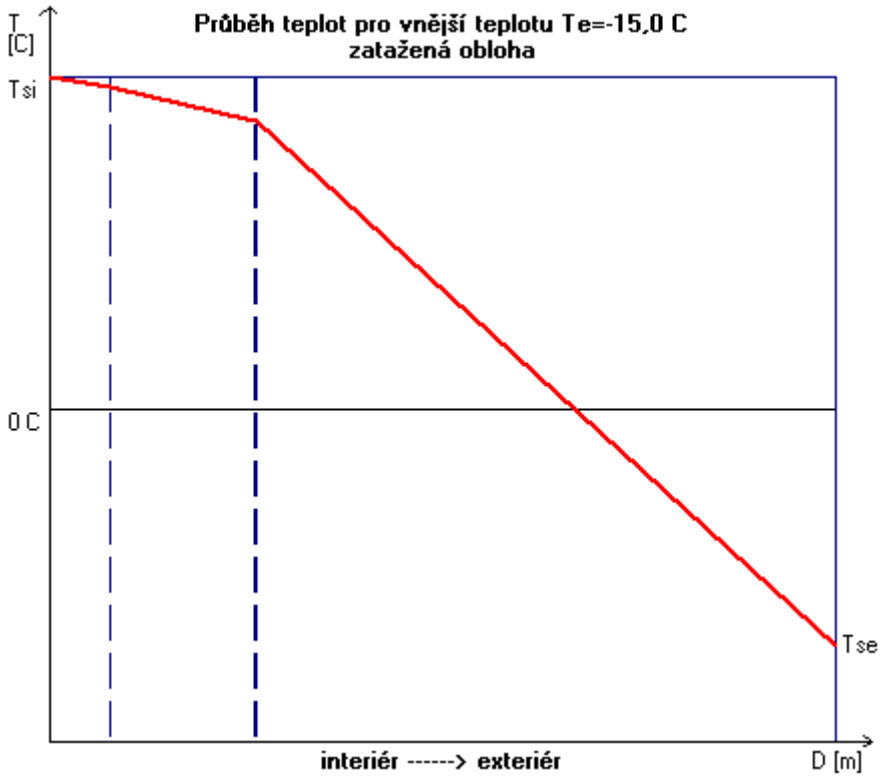
VĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA S PAROZÁBRANOU – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE

graf průběhu tlaků vodní páry



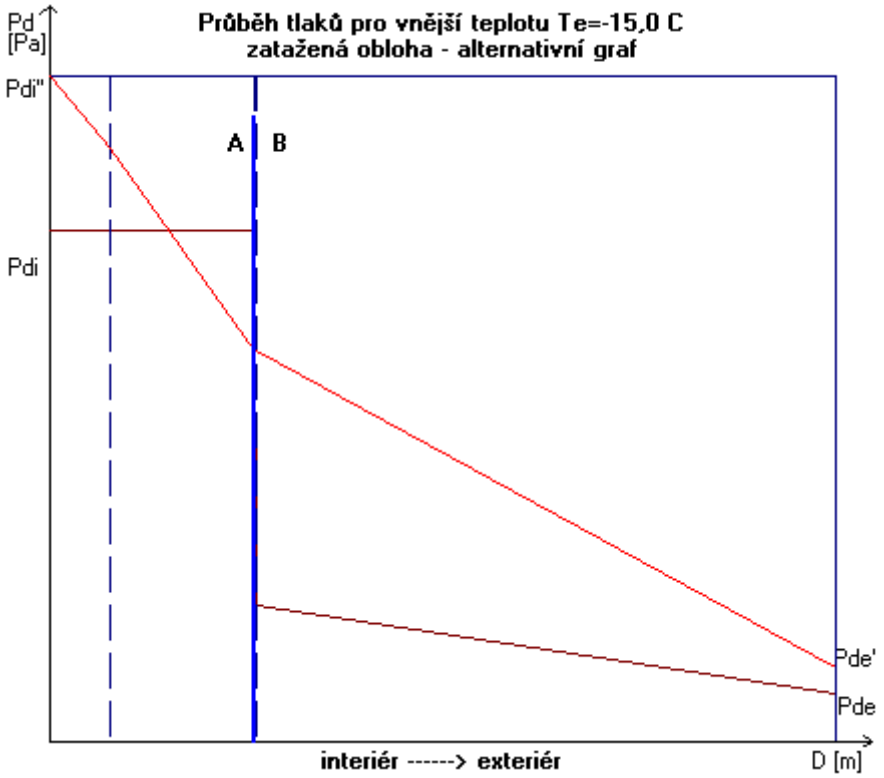
A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



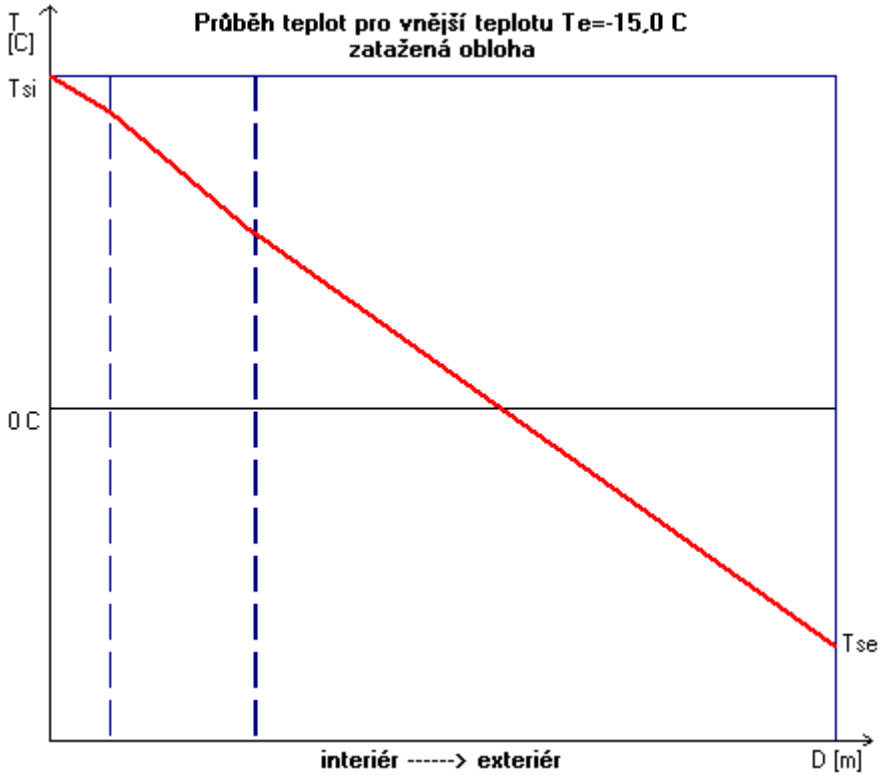
VĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA S PAROZÁBRANOU – V MÍSTĚ SLOUPKU

graf průběhu tlaků vodní páry



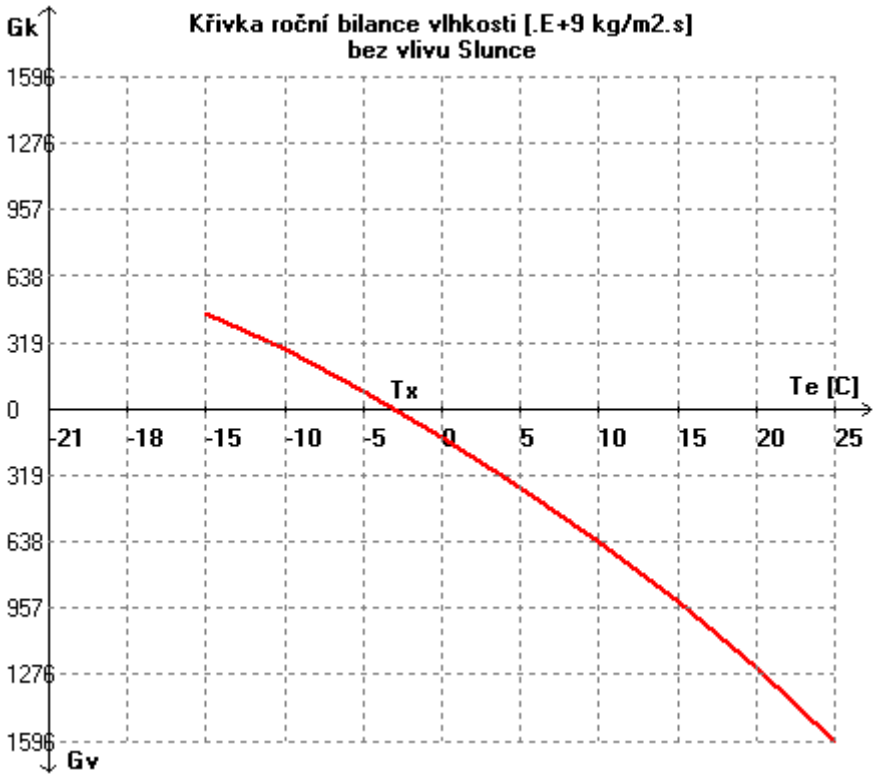
A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



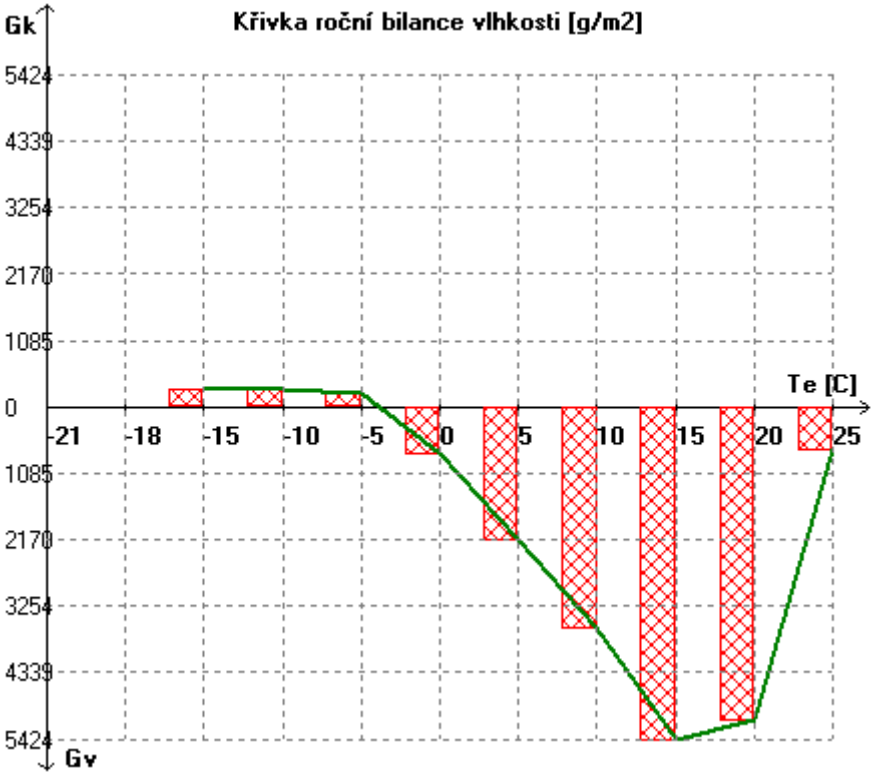
VĚTRANÁ OBVODOVÁ STĚNA S PAROZÁBRANOU – V MÍSTĚ SLOUPKU

graf roční bilance vlhkosti

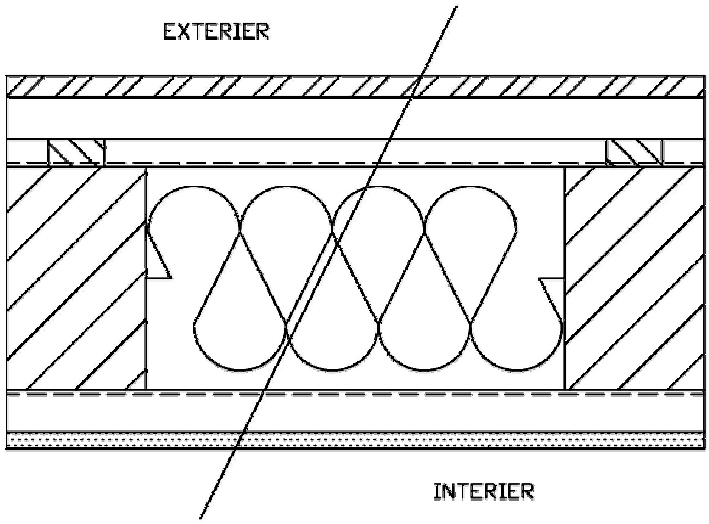


Teplota zániku kondenzace - **Tx = - 3,09 °C**

graf roční bilance vlhkosti



6.4.5 Příklad 5 – nevětraný krov se zateplením mezi krokvemi



Obr. 6-5

Skladba (od interiéru):

- Sádrokarton 12,5 mm
- Vzduchová dutina 30 mm
- Parotěsná PE fólie 0,2 mm
- Minerální plsť (dřevěná krokev) 160 mm
- Difúzní fólie 0,1 mm
- Tašková krytina na latích

Tepelně technická charakteristika – v místě tepelné izolace:

- Tepelný odpor R = 4,258 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,870 m^2KW^{-1})
- Bez kondenzace vodní páry v konstrukci

Tepelně technická charakteristika – v místě krokve:

- Tepelný odpor R = 1,147 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,870 m^2KW^{-1})
- Kondenzace vodní páry v konstrukci (na PE fólii) ve větším než přípustném množství (cca 0,3 kg $m^{-2}.rok^{-1}$)

Závěr:

Konstrukce splňuje v převládající pozici tepelně izolační výplně podmínku doporučené nejnižší hodnoty tepelného odporu, je ovšem jistým způsobem riziková z hlediska vlhkostní bilance – ke kondenzaci vodní páry může docházet pouze na vnitřním líci parotěsné fólie, nicméně množství zkondenzované vodní páry je nad normou stanoveným limitem 0,1 kg $m^{-2}.rok^{-1}$) – pro jednoplášťové střechy. Z hlediska ČSN 73 0540:94 Tepelná ochrana budov je tedy konstrukce pro novostavby nevyhovující. Doporučuje se zateplit v místě dřevěné krokve.

Název úlohy : NEVĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI KROKVEMI – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	23.0 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.70
Redukce na orientaci	Red :	1.00
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Strop - tep.tok zdola

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	PE fólie	0.0002	0.3500	1470.0	700.0	500000.0
4	Miner. plsť	0.1600	0.0400	1150.0	75.0	1.1
5	Difúzní fólie	0.0001	0.3500	1470.0	900.0	200.0

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	4.258 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.226 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.249 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	19.98 C
Difuzní odpor	Rd :	533.035 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	40.6
Fázový posun (léto)	Psi :	3.4

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	20.0	19.5	17.9	17.9	-14.6	-14.6					
pd [kPa]:	1.49	1.49	1.49	0.14	0.14	0.14					
pd" [kPa]:	2.33	2.27	2.05	2.05	0.17	0.17					

Při teplotě Te nedochází ke kondenzaci uvnitř konstrukce.

Hustota toku vodní páry Gd = 2.537 E-9 kg/m2,s

Název úlohy : NEVĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI KROKVEMI – V MÍSTĚ KROKVE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	23.0 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.70
Redukce na orientaci	Red :	1.00
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Strop - tep.tok zdola

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	PE fólie	0.0002	0.3500	1470.0	700.0	500000.0
4	Dřev. krokev	0.1600	0.1800	2510.0	400.0	157.0
5	Difúzní fólie	0.0001	0.3500	1470.0	900.0	200.0

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	1.147 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.760 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.836 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	17.58 C
Difuzní odpor	Rd :	665.547 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	28.5
Fázový posun (léto)	Psi :	8.4

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	17.6	16.0	10.5	10.5	-13.8	-13.8					
pd [kPa]:	1.49	1.49	1.49	0.41	0.14	0.14					
pd" [kPa]:	2.01	1.82	1.27	1.27	0.18	0.18					

Při teplotě Te dochází ke kondenzaci v rovině.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti:

Te [C]	Fie [%]	I,stř [W/m2]	RdA [E-9 m/s]	RdB [E-9 m/s]	gd1=Gk [.E+9 kg/m2.s]	gd2=Gv	K/V
-15.0	84.0	---	0.757	664.789	287.59	1.71	K
-12.9	84.0	70	0.757	664.789	216.95	1.79	K
-10.0	83.0	---	0.757	664.789	117.66	1.78	K
-7.9	83.0	70	0.757	664.789	40.79	1.87	K
-5.0	81.9	---	0.757	664.789	-67.16	1.82	V
-2.9	81.9	70	0.757	664.789	-150.70	1.92	V
0.0	80.5	---	0.757	664.789	-267.96	1.81	V
2.1	80.5	70	0.757	664.789	-358.66	1.91	V
4.3	80.5	140	0.757	664.789	-452.56	2.02	V
5.0	78.7	---	0.757	664.789	-485.90	1.76	V
9.3	78.7	140	0.757	664.789	-686.08	1.99	V
14.1	78.7	300	0.757	664.789	-932.17	2.27	V
10.0	76.2	---	0.757	664.789	-722.20	1.66	V
19.1	76.2	300	0.757	664.789	-1205.39	2.21	V
15.0	72.8	---	0.757	664.789	-978.16	1.49	V
24.1	72.8	300	0.757	664.789	-1500.79	2.09	V
28.1	72.8	430	0.757	664.789	-1751.32	2.37	V
20.0	67.5	---	0.757	664.789	-1255.13	1.30	V
40.1	67.5	430	0.757	664.789	-2608.34	2.84	V
25.0	58.5	---	0.757	664.789	-1554.57	1.23	V
45.1	58.5	430	0.757	664.789	-3014.01	2.89	V

Celoroční bilance vlhkosti (bez vlivu Slunce) :

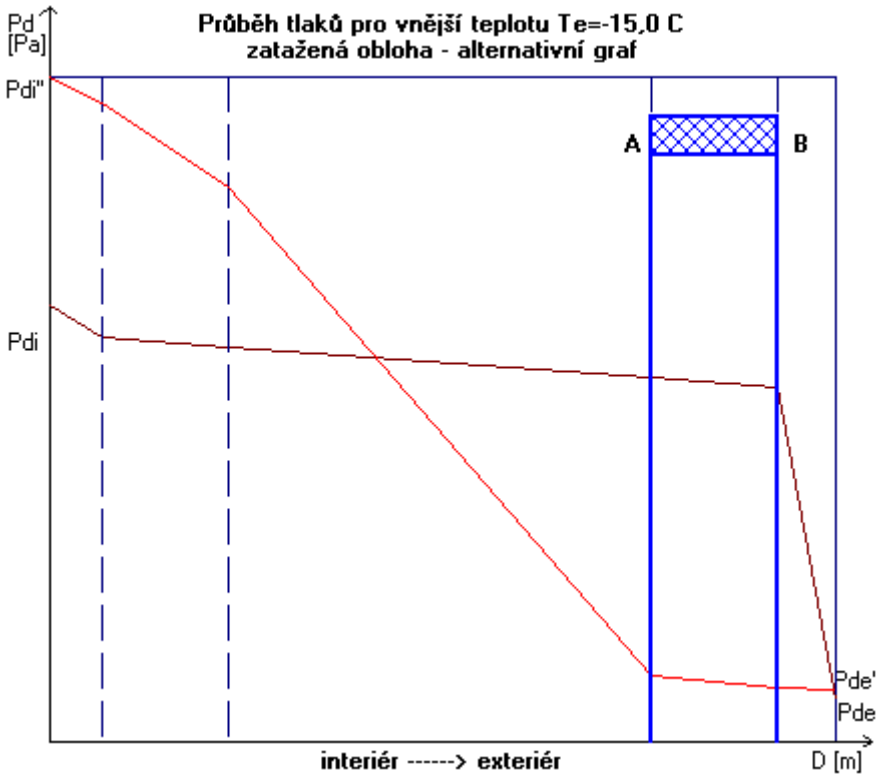
```
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.288 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =     20.112 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =     19.824 kg/m2,rok
                            ****************************
```

Celoroční bilance vlhkosti (s vlivem Slunce) :

```
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.280 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =     21.509 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =     21.229 kg/m2,rok
                            ****************************
```

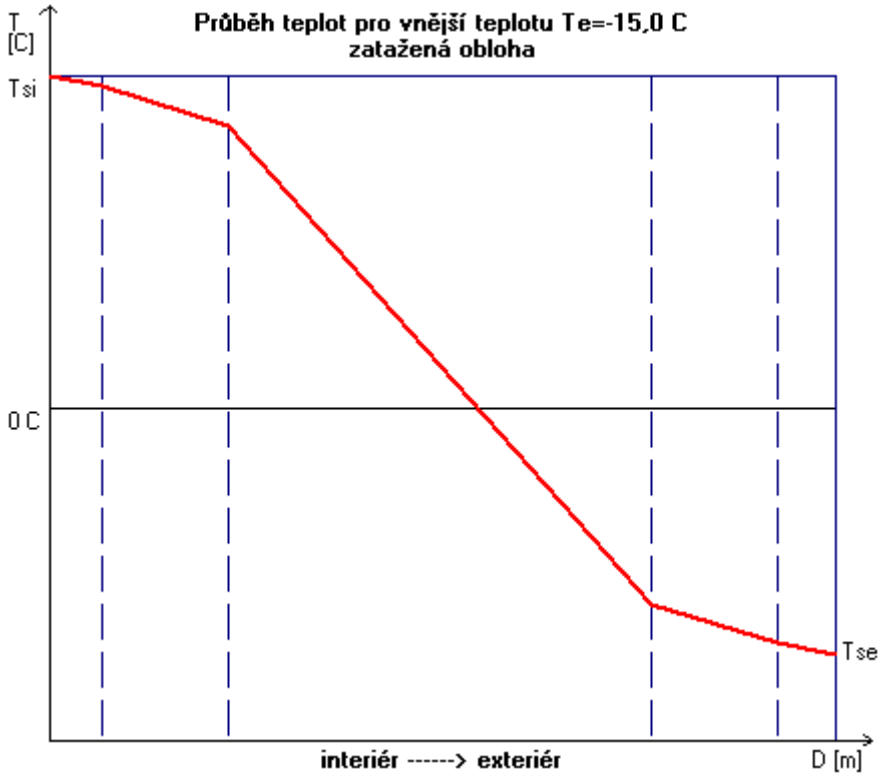
NEVĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI KROKVEMI – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE

graf průběhu tlaků vodní páry



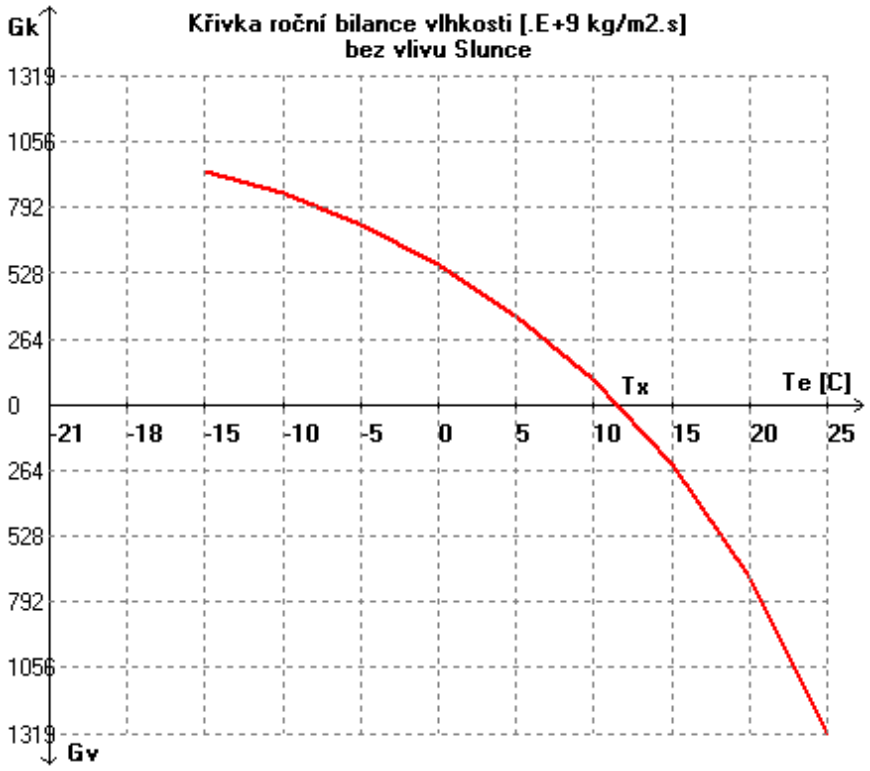
A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



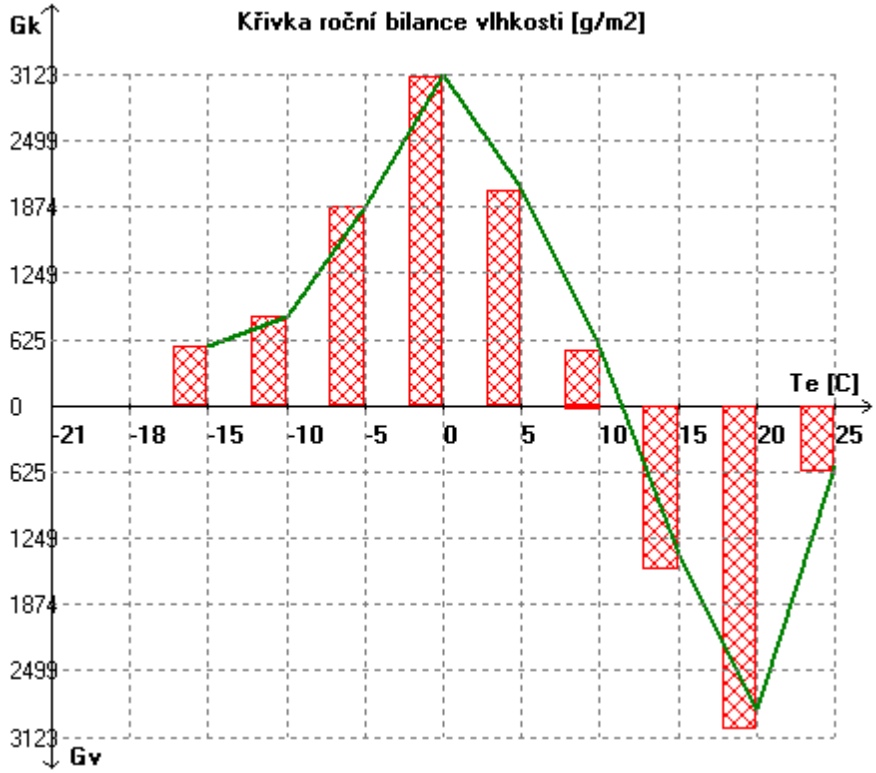
NEVĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI KROKVEMI – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE

graf roční bilance vlhkosti

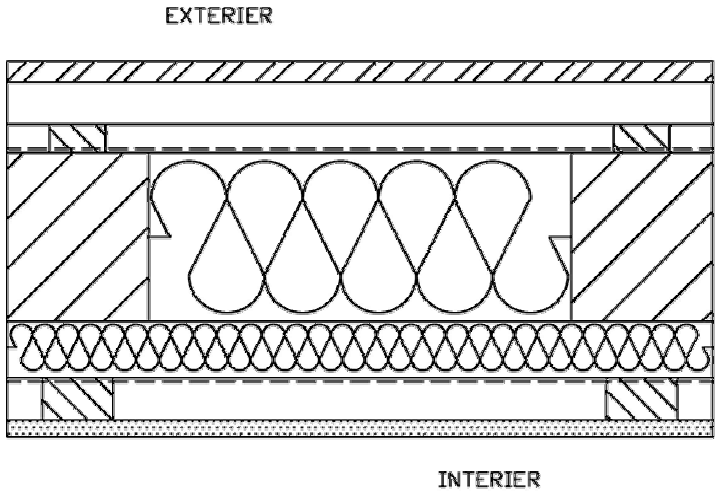


Teplota zániku kondenzace - **Tx = + 11,49 °C**

graf roční bilance vlhkosti



6.4.6 Příklad 6 – nevětraný krov se zateplením mezi a před krokvemi



Obr. 6-6

Skladba (od interiéru):

- Sádrokarton 12,5 mm
- Vzduchová dutina 30 mm
- Parotěsná PE fólie 0,2 mm
- Minerální plsť 40 mm
- Minerální plsť (dřevěná krokev) 120 mm
- Difúzní fólie 0,1 mm
- Tašková krytina na latích

Tepelně technická charakteristika – v místě tepelné izolace:

- Tepelný odpor R = 4,258 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,870 m^2KW^{-1})
- Bez kondenzace vodní páry v konstrukci

Tepelně technická charakteristika – v místě krokve:

- Tepelný odpor R = 1,924 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,870 m^2KW^{-1})
- Bez kondenzace vodní páry v konstrukci

Závěr:

Konstrukce splňuje v převládající pozici tepelně izolační výplně podmínku doporučené nejnižší hodnoty tepelného odporu a není riziková z hlediska vlhkostní bilance – ke kondenzaci vodní páry v konstrukci vůbec nedochází. Z hlediska ČSN 73 0540:94 Tepelná ochrana budov je tedy konstrukce vyhovující.

Název úlohy : NEVĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI A PŘED KROKVEMI – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	23.0 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.70
Redukce na orientaci	Red :	1.00
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Strop - tep.tok zdola

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	PE fólie	0.0002	0.3500	1470.0	700.0	500000.0
4	Miner. plsť	0.0400	0.0400	1150.0	75.0	1.1
5	Miner. plsť	0.1200	0.0400	1150.0	75.0	1.1
6	Difúzní fólie	0.0001	0.3500	1470.0	900.0	200.0

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	4.258 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.226 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.249 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	19.98 C
Difuzní odpor	Rd :	533.035 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	40.6
Fázový posun (léto)	Psi :	3.4

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	20.0	19.5	17.9	17.9	9.8	-14.6	-14.6				
pd [kPa]:	1.49	1.49	1.49	0.14	0.14	0.14	0.14				
pd" [kPa]:	2.33	2.27	2.05	2.05	1.21	0.17	0.17				

Při teplotě Te nedochází ke kondenzaci uvnitř konstrukce.

Hustota toku vodní páry Gd = 2.537 E-9 kg/m2,s

Název úlohy : NEVĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI A PŘED KROKVEMI – V MÍSTĚ KROKVE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	23.0 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.70
Redukce na orientaci	Red :	1.00
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Strop - tep.tok zdola

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	PE fólie	0.0002	0.3500	1470.0	700.0	500000.0
4	Miner. plsť	0.0400	0.0400	1150.0	75.0	1.1
5	Dřev. krokev	0.1200	0.1800	2510.0	400.0	157.0
6	Difúzní fólie	0.0001	0.3500	1470.0	900.0	200.0

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	1.924 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.478 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.526 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	18.85 C
Difuzní odpor	Rd :	632.419 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	42.0
Fázový posun (léto)	Psi :	7.4

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

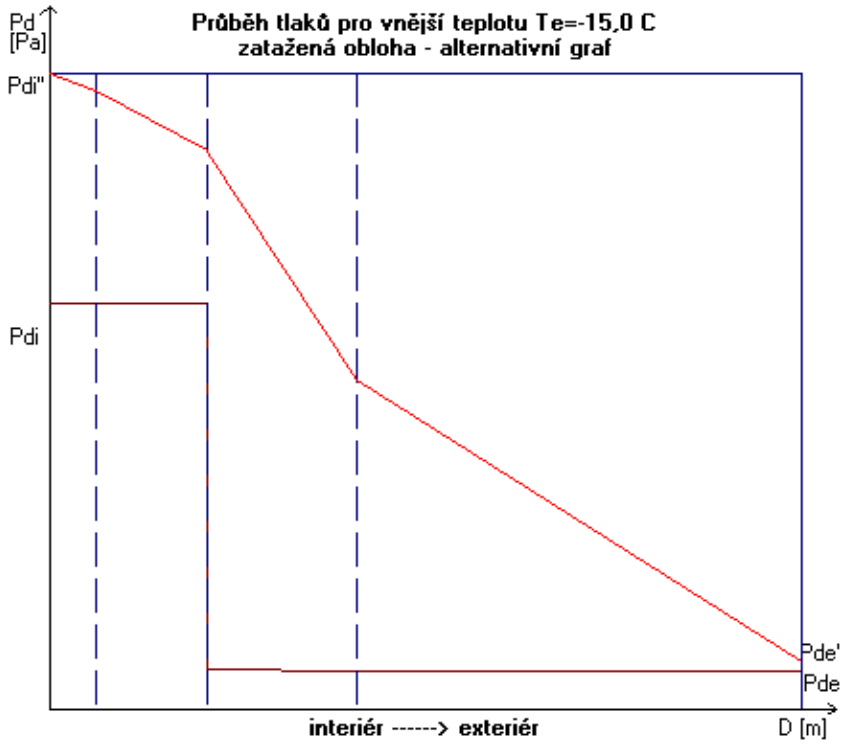
vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	18.8	17.9	14.4	14.4	-2.8	-14.2	-14.3				
pd [kPa]:	1.49	1.49	1.49	0.35	0.35	0.14	0.14				
pd" [kPa]:	2.18	2.05	1.64	1.64	0.48	0.18	0.18				

Při teplotě Te nedochází ke kondenzaci uvnitř konstrukce.

Hustota toku vodní páry Gd = 2.139 E-9 kg/m2,

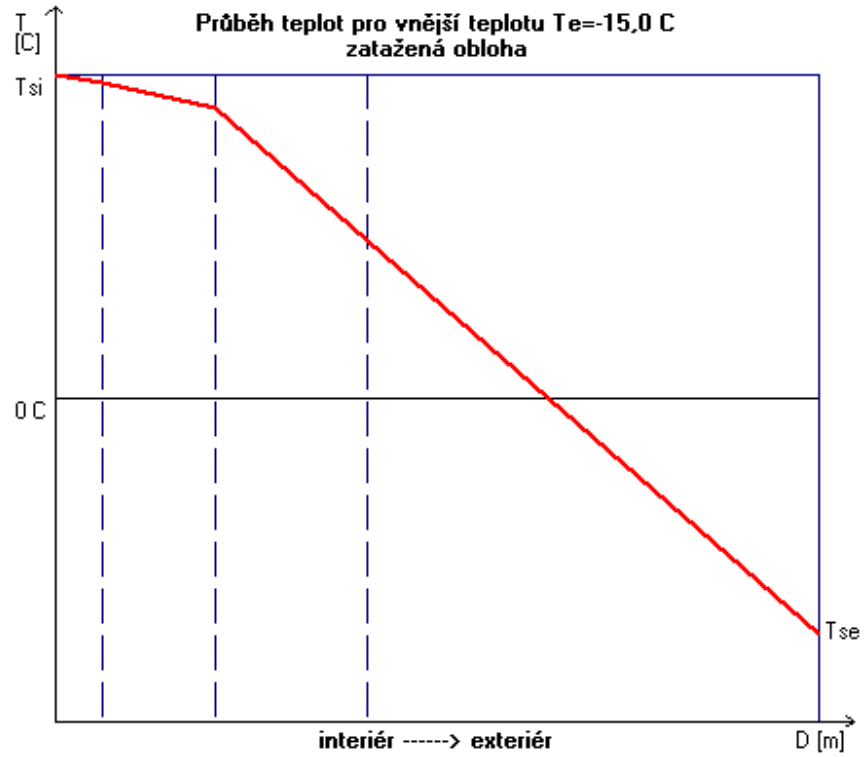
NEVĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI A PŘED KROKVEMI – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE

graf průběhu tlaků vodní páry



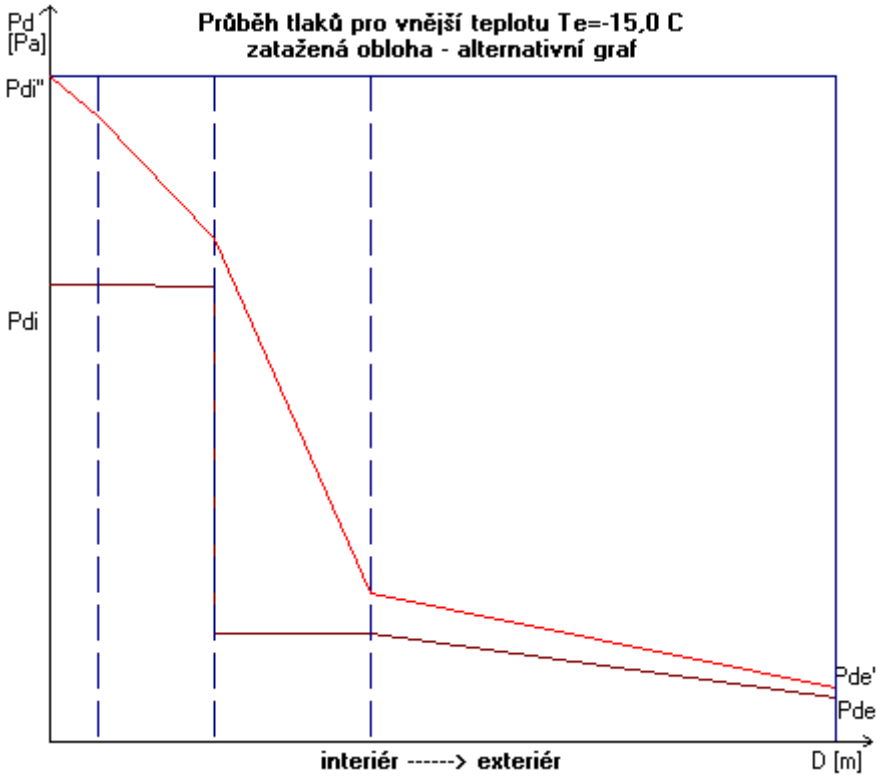
A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



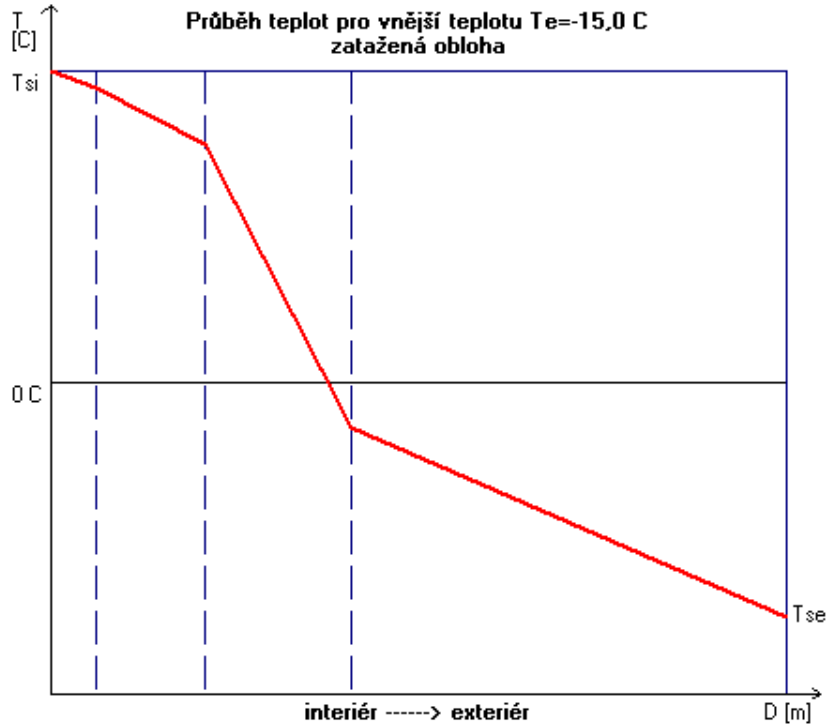
NEVĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI A PŘED KROKVEMI – V MÍSTĚ KROKVE

graf průběhu tlaků vodní páry

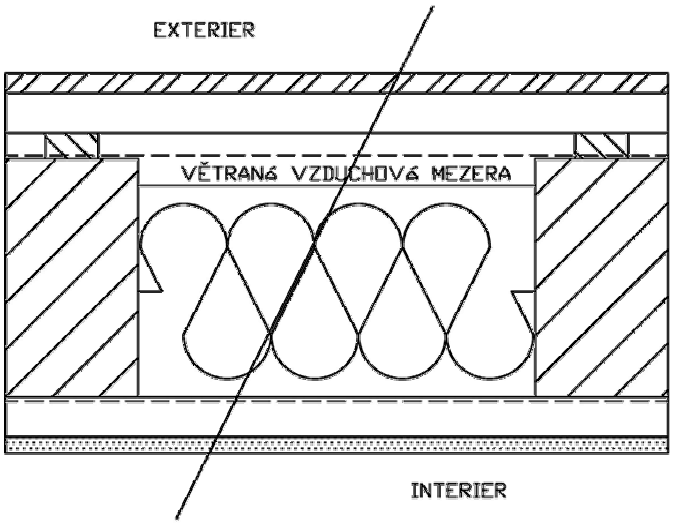


A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



6.4.7 Příklad 7 – větraný krov se zateplením mezi krokvemi



Obr. 6-7

Skladba (od interiéru):

- Sádrokarton 12,5 mm
- Vzduchová dutina 30 mm
- Parotěsná PE fólie 0,2 mm
- Minerální plsť (dřevěná krokev) 160 mm (180 mm)
- Větraná vzduchová mezera 20 mm
- Mikroperforovaná PE fólie 0,2 mm
- Tašková krytina na latích

Tepelně technická charakteristika – v místě tepelné izolace:

- Tepelný odpor R = 4,257 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,870 m^2KW^{-1})
- Bez kondenzace vodní páry v konstrukci

Tepelně technická charakteristika – v místě krokve:

- Tepelný odpor R = 1,146 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,870 m^2KW^{-1})
- Kondenzace vodní páry v konstrukci (na PE fólii) ve větším než přípustném množství (cca 0,2 kg $m^{-2}.rok^{-1}$)

Závěr:

Konstrukce splňuje v převládající pozici tepelně izolační výplně podmínku doporučené nejnižší hodnoty tepelného odporu a není riziková z hlediska vlhkostní bilance – ke kondenzaci vodní páry může docházet pouze na vnitřním líci parotěsné fólie – tato vlhkost konstrukci neohrozí. Z hlediska ČSN 73 0540:94 Tepelná ochrana budov je tedy konstrukce vyhovující. V případě nižší dimenze dřevěné krokve by však bylo vhodné její zateplení.

```
   Název úlohy : VĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI KROKVEMI - V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE
   Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
   Zakázka     : Dřevostavba
   Datum       : 15.10.2002


   Kontrolní tisk vstupních dat :
   ==============================

   Základní parametry úlohy :
   --------------------------
   Teplota v exteriéru            Te : -15.0 C
   Součinitel přestupu tepla   AlfaE :  11.5 W/m2K
   Relat. vlhkost v exteriéru    Fie :  84.0 %
   Pohltivost slun.záření         Sn :  0.00
   Redukce na orientaci          Red :  1.00
   Teplota v interiéru           Tap :  21.0 C
   Součinitel přestupu tepla   AlfaI :   8.0 W/m2K
   Relat. vlhkost v interiéru     Fi :  60.0 %
   Typ hodnocené konstrukce          : Strop - tep.tok zdola

   Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :
   -----------------------------------------
   číslo    Název    D [m]    Lambda        C         Ro        Mi
  1    Sádrokarton  0.0125     0.2200     1060.0     750.0          9.0
  2 Vzduch. dutina  0.0300     0.1500     1010.0       1.2          1.0
  3       PE fólie  0.0002     0.3500     1470.0     700.0     400000.0
  4    Miner. plsť  0.1600     0.0400     1150.0      75.0          1.1


   Tisk výsledků vyšetřování :
   ===========================

   Tepelný odpor           R :      4.257 m2K/W
   Souč. prostupu tepla    k :      0.224 W/m2K
   Souč. prostupu tepla
   zabudované konstrukce  kp :      0.246 W/m2K
   Povrchová teplota    Tsim :      19.99 C
   Difuzní odpor          Rd :    426.681 E+9 m/s
   Teplotní útlum (léto)  Ny :       40.6
   Fázový posun   (léto) Psi :        3.4

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
   ------------------------------------------- Průběh teplot a tlaků: ---
   vrstva   :  0     1     2     3     4     5     6     7     8     9    10
   tepl. [C]: 20.0  19.5  17.9  17.9 -14.3
   pd  [kPa]: 1.49  1.49  1.49  0.14  0.14
   pd" [kPa]: 2.34  2.27  2.05  2.05  0.18
   ------------------------------------------------------------------------
   Při teplotě Te nedochází ke kondenzaci uvnitř konstrukce.

   Hustota toku vodní páry   Gd =      3.170 E-9 kg/m2,s


   STOP, Teplo ´97 pro Windows
```

Název úlohy : VĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI KROKVEMI - V MÍSTĚ KROKVE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	11.5 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.00
Redukce na orientaci	Red :	1.00
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Strop - tep.tok zdola

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	PE fólie	0.0002	0.3500	1470.0	700.0	400000.0
4	Dřev. krokev	0.1800	0.1800	2510.0	400.0	157.0

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	1.257 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.681 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.749 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	17.94 C
Difuzní odpor	Rd :	575.874 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	37.9
Fázový posun (léto)	Psi :	9.4

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	17.9	16.5	11.6	11.6	-12.9						
pd [kPa]:	1.49	1.49	1.49	0.49	0.14						
pd" [kPa]:	2.05	1.88	1.37	1.37	0.20						

Při teplotě Te dochází ke kondenzaci v rovině.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti:

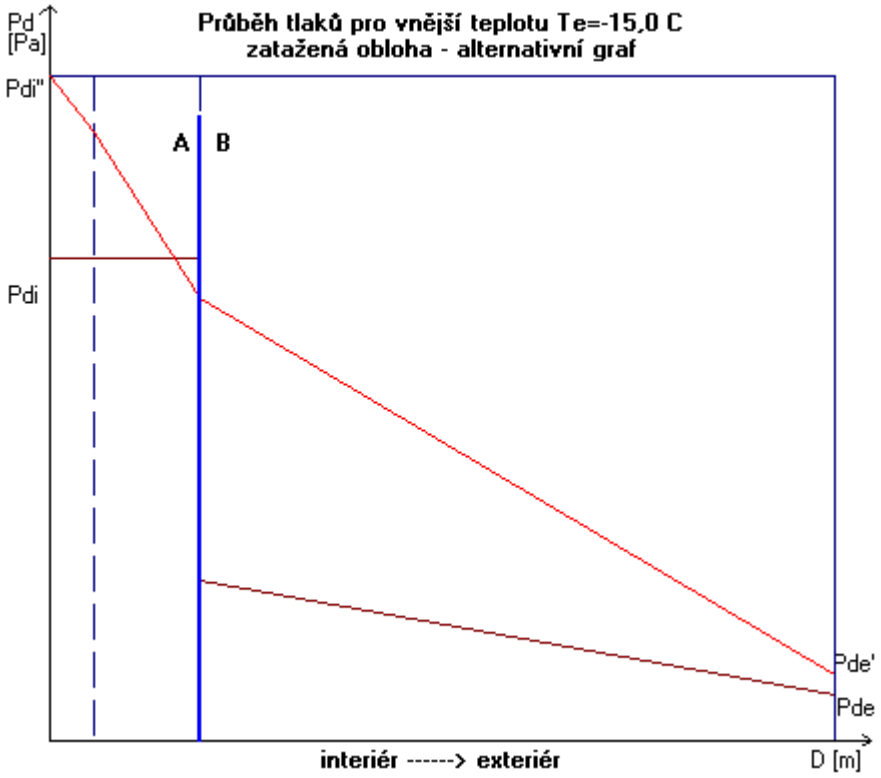
Te [C]	Fie [%]	I,stř [W/m2]	RdA [E-9 m/s]	RdB [E-9 m/s]	gd1=Gk [.E+9 kg/m2.s]	gd2=Gv	K/V
-15.0	84.0	---	0.757	575.116	160.43	2.14	K
-15.0	84.0	70	0.757	575.116	160.43	2.14	K
-10.0	83.0	---	0.757	575.116	-0.92	2.22	V
-10.0	83.0	70	0.757	575.116	-0.92	2.22	V
-5.0	81.9	---	0.757	575.116	-174.76	2.25	V
-5.0	81.9	70	0.757	575.116	-174.76	2.25	V
0.0	80.5	---	0.757	575.116	-361.91	2.21	V
0.0	80.5	70	0.757	575.116	-361.91	2.21	V
0.0	80.5	140	0.757	575.116	-361.91	2.21	V
5.0	78.7	---	0.757	575.116	-563.20	2.14	V
5.0	78.7	140	0.757	575.116	-563.20	2.14	V
5.0	78.7	300	0.757	575.116	-563.20	2.14	V
10.0	76.2	---	0.757	575.116	-779.54	1.99	V
10.0	76.2	300	0.757	575.116	-779.54	1.99	V
15.0	72.8	---	0.757	575.116	-1011.87	1.77	V
15.0	72.8	300	0.757	575.116	-1011.87	1.77	V
15.0	72.8	430	0.757	575.116	-1011.87	1.77	V
20.0	67.5	---	0.757	575.116	-1261.19	1.51	V
20.0	67.5	430	0.757	575.116	-1261.19	1.51	V
25.0	58.5	---	0.757	575.116	-1528.51	1.39	V
25.0	58.5	430	0.757	575.116	-1528.51	1.39	V

```
Celoroční bilance vlhkosti (bez vlivu Slunce) :
===============================================
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.096 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =     21.908 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =     21.812 kg/m2,rok
                            ***************************

Celoroční bilance vlhkosti (s vlivem Slunce) :
==============================================
Množství zkondenzované páry    Gk =      0.096 kg/m2,rok
Množství vypařené páry         Gv =     21.908 kg/m2,rok
Rozdíl                      Gv-Gk =     21.812 kg/m2,rok
                            ***************************
```

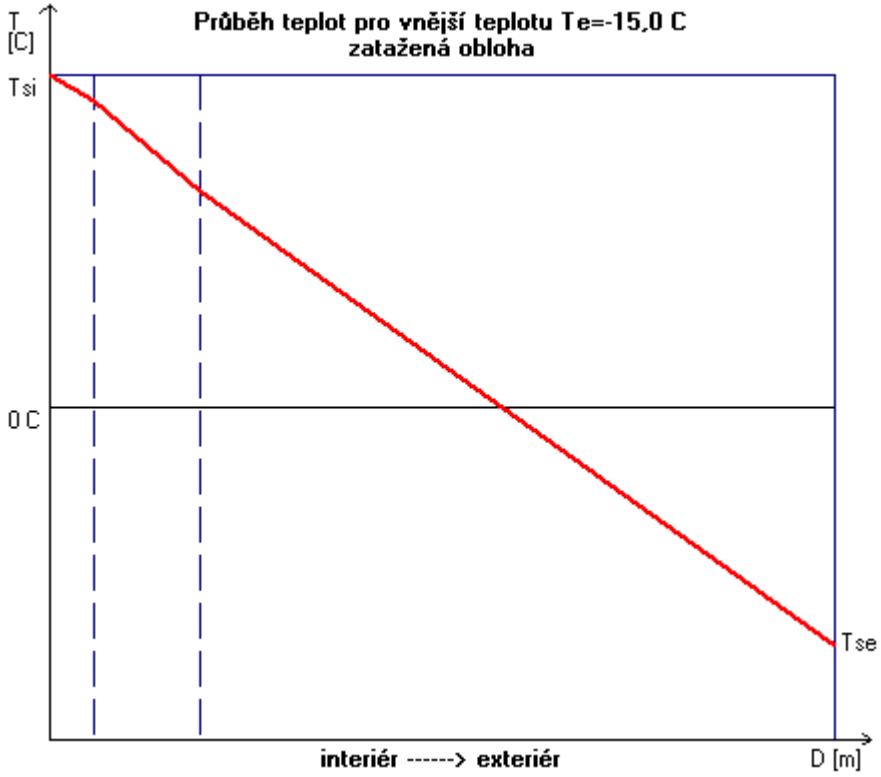
VĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI KROKVEMI – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE

graf průběhu tlaků vodní páry

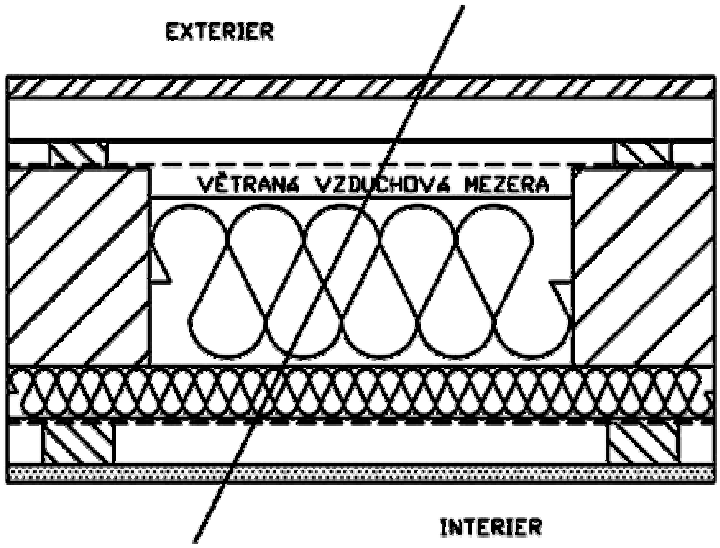


A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



6.4.8 Příklad 8 – větraný krov se zateplením mezi a před krokvemi



Obr. 6-8

Skladba (od interiéru):

- Sádrokarton 12,5 mm
- Vzduchová dutina 30 mm
- Parotěsná PE fólie 0,2 mm
- Minerální plsť 40 mm
- Minerální plsť (dřevěná krokev) 120 mm (140 mm)
- Větraná vzduchová mezera 20 mm
- Mikroperforovaná PE fólie 0,2 mm
- Tašková krytina na latích

Tepelně technická charakteristika – v místě tepelné izolace:

- Tepelný odpor R = 4,257 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,870 m^2KW^{-1})
- Bez kondenzace vodní páry v konstrukci

Tepelně technická charakteristika – v místě krokve:

- Tepelný odpor R = 1,924 m^2KW^{-1} (doporučená nejnižší hodnota 3,870 m^2KW^{-1})
- Bez kondenzace vodní páry v konstrukci

Závěr:

Konstrukce splňuje v převládající pozici tepelně izolační výplně podmínku doporučené nejnižší hodnoty tepelného odporu a není riziková z hlediska vlhkostní bilance – ke kondenzaci vodní páry v konstrukci vůbec nedochází. Z hlediska ČSN 73 0540:94 Tepelná ochrana budov je tedy konstrukce vyhovující.

Název úlohy : VĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI A PŘED KROKVEMI - V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	11.5 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.00
Redukce na orientaci	Red :	1.00
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Strop - tep.tok zdola

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	PE fólie	0.0002	0.3500	1470.0	700.0	400000.0
4	Miner. plsť	0.0400	0.0400	1150.0	75.0	1.1
5	Miner. plsť	0.1200	0.0400	1150.0	75.0	1.1

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	4.257 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.224 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.246 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	19.99 C
Difuzní odpor	Rd :	426.681 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	40.6
Fázový posun (léto)	Psi :	3.4

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	20.0	19.5	17.9	17.9	9.9	-14.3					
pd [kPa]:	1.49	1.49	1.49	0.14	0.14	0.14					
pd" [kPa]:	2.34	2.27	2.05	2.05	1.22	0.18					

Při teplotě Te nedochází ke kondenzaci uvnitř konstrukce.

Hustota toku vodní páry Gd = 3.170 E-9 kg/m2,s

Název úlohy : VĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI A PŘED KROKVEMI - V MÍSTĚ KROKVE
Zpracovatel : Ing. Petr Hamann
Zakázka : Dřevostavba
Datum : 15.10.2002

Kontrolní tisk vstupních dat :
==========

Základní parametry úlohy :

Teplota v exteriéru	Te :	-15.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaE :	11.5 W/m2K
Relat. vlhkost v exteriéru	Fie :	84.0 %
Pohltivost slun.záření	Sn :	0.00
Redukce na orientaci	Red :	1.00
Teplota v interiéru	Tap :	21.0 C
Součinitel přestupu tepla	AlfaI :	8.0 W/m2K
Relat. vlhkost v interiéru	Fi :	60.0 %
Typ hodnocené konstrukce	:	Strop - tep.tok zdola

Zadané vrstvy konstrukce (od interiéru) :

číslo	Název	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	Vzduch. dutina	0.0300	0.1500	1010.0	1.2	1.0
3	PE fólie	0.0002	0.3500	1470.0	700.0	400000.0
4	Miner. plsť	0.0400	0.0400	1150.0	75.0	1.1
5	Dřev. krokev	0.1400	0.1800	2510.0	400.0	157.0

Tisk výsledků vyšetřování :
==========

Tepelný odpor	R :	2.035 m2K/W
Souč. prostupu tepla	k :	0.445 W/m2K
Souč. prostupu tepla zabudované konstrukce	kp :	0.490 W/m2K
Povrchová teplota	Tsim :	19.00 C
Difuzní odpor	Rd :	542.746 E+9 m/s
Teplotní útlum (léto)	Ny :	56.4
Fázový posun (léto)	Psi :	8.5

--> Stav pro vnější teplotu Te= -15.0 C :
--- Průběh teplot a tlaků: ---

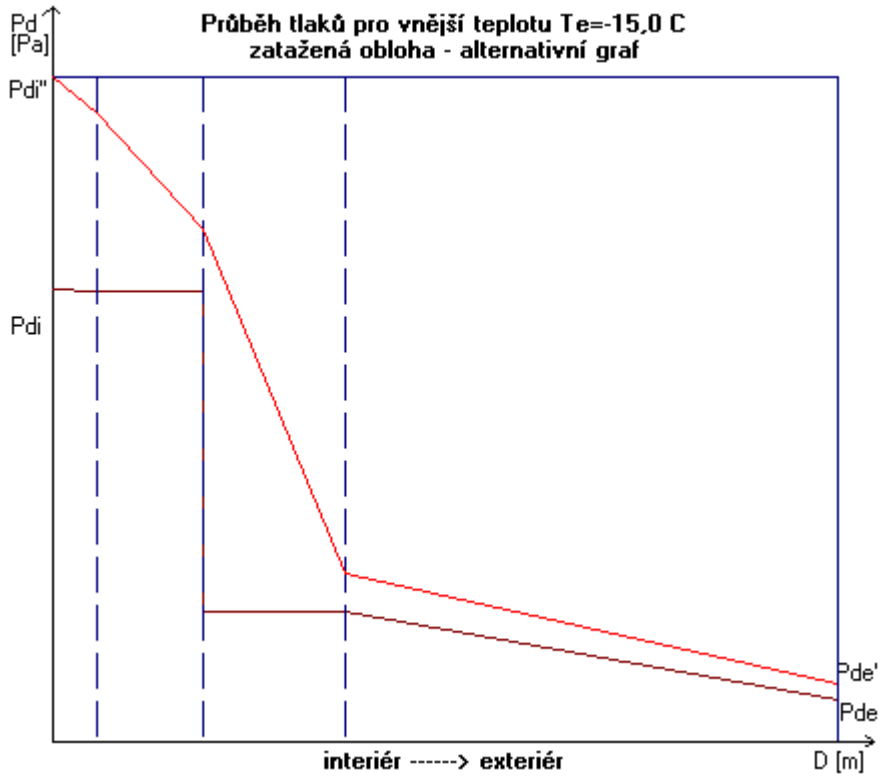
vrstva :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tepl. [C]:	19.0	18.1	14.9	14.9	-1.1	-13.6					
pd [kPa]:	1.49	1.49	1.49	0.43	0.43	0.14					
pd" [kPa]:	2.20	2.07	1.69	1.69	0.56	0.19					

Při teplotě Te nedochází ke kondenzaci uvnitř konstrukce.

Hustota toku vodní páry Gd = 2.492 E-9 kg/m2,s

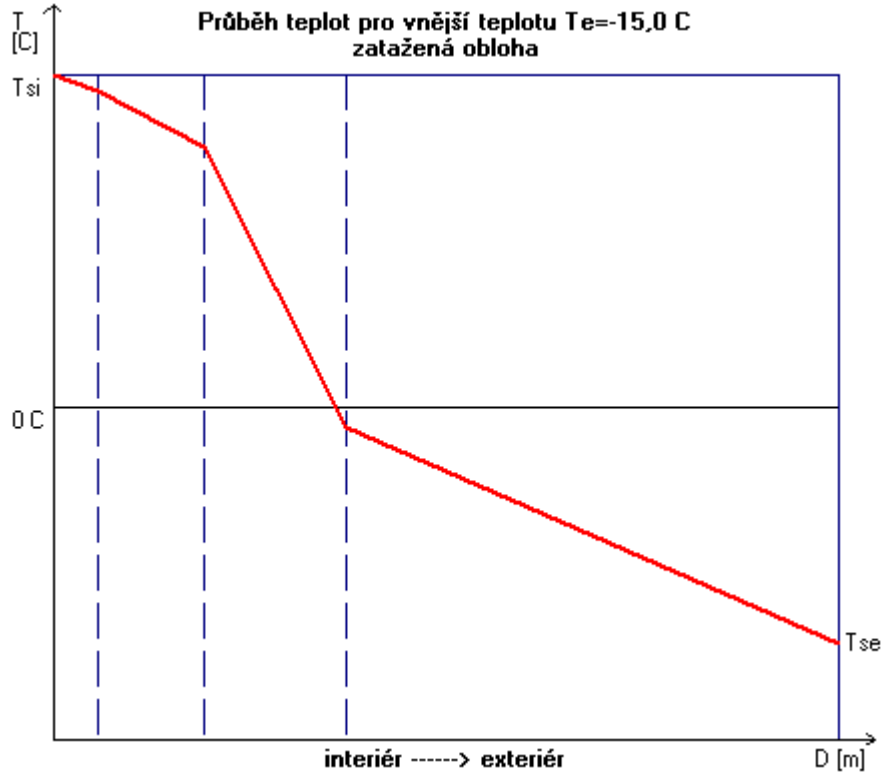
VĚTRANÝ KROV SE ZATEPLENÍM MEZI A PŘED KROKVEMI – V MÍSTĚ TEPELNÉ IZOLACE

graf průběhu tlaků vodní páry



A, B - hranice kondenzační oblasti

graf průběhu teplot



Poznámka k příkladům

Z výše uvedených příkladů obvyklých řešení lehkých konstrukcí obvodových a střešních plášťů vyplývají přednosti použití parozábran a dále výhody zateplení nosných a opěrných konstrukčních prvků – dřevěných sloupků a krokví. V případě spolehlivé parozábrany je pak tyto tepelně vodivější části konstrukce možné zateplit i z vnitřní strany (předsazení tepelné izolace).

Literatura:

[28.] Bloudek, K.: Stavební tepelná technika, akustika a denní osvětlení, Praha 1985

[29.] Halahyja, M. a kol.: Stavebná tepelná technika, osvetlenie a akustika, Bratislava 1970

[30.] Rochla, M.: Stavební tabulky, Praha 1987

[31.] Vyhláška č. 291/2001 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu

[32.] ČSN 73 0540-1:94 Tepelná ochrana budov. Část 1: Termíny, definice a veličiny pro navrhování a ověřování.

[33.] ČSN 73 0540-2:94 Tepelná ochrana budov. Část 2. Funkční požadavky. Změna 1.97 {9405-}

[34.] ČSN 73 0540-2:02 Tepelná ochrana budov Část 2. Požadavky.

[35.] ČSN 73 0540-3:94 Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování.

[36.] ČSN 73 0540-4:94 Tepelná ochrana budov. Část 4: Výpočtové metody pro navrhování a ověřování.

7 Hluk ve stavbách

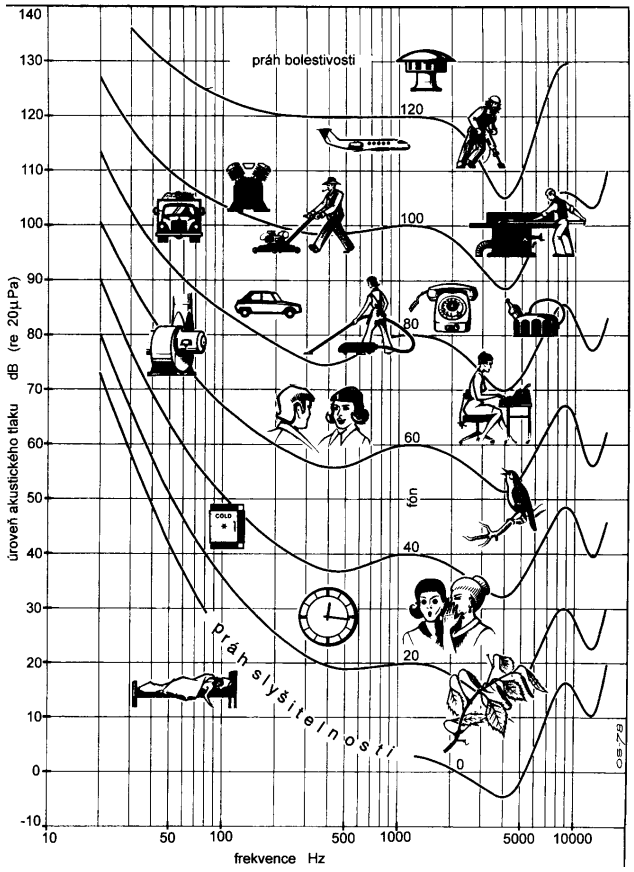
Podle § 30 zákona 258/2000 Sb., osoba, která používá, popřípadě provozuje stroje a zařízení, která jsou zdrojem hluku a vibrací, provozovatel letiště a vlastníci, popřípadě správci pozemních komunikací, železnic a dalších objektů, jejichž provozováním vzniká hluk jsou povinni technickými organizačními a dalšími opatřeními zajistit, aby hluk nepřekračoval hygienické limity upravené prováděcím právním předpisem (nařízení vlády č. 502/2000 Sb.) pro venkovní prostor, stavby pro bydlení a stavby občanského vybavení a bylo zabráněno nadlimitnímu přenosu vibrací na fyzické osoby.

7.1 Fyziologická akustika

Hlukoměry zjišťují míru obtěžování hlukem či ze zdravotních důvodů ohrožují jedince. Sluchový orgán člověka (ucho) reaguje na vnější zvukové podněty a předává přijaté počitky mozkovému analyzátoru a výsledkem je sluchový vjem. Vzrůst subjektivního vjemu se řídí logaritmickým zákonem, neboť akustický tlak slyšitelného rozsahu vjemů přesahuje 7 dekád, což by při vyjádření v jednotkách tlaku Pa vedlo k nepraktickému zápisu. Proto jsou vjemové veličiny vyjadřovány v logaritmické stupnici k určené vztažné - referenční hodnotě, která je pro akustický tlak dána hodnotou $y_0 = 2.10^{-5}$ Pa. Hladina hluku je pak dána rovnicí:

$$L = 20 \log y / y_0 \qquad (1)$$

Pro subjektivní vjem používáme pojem hlasitost, která je s fyzikálními veličinami pouze v určité, často nepřesné korelaci. Tyto závislosti se zjišťují zpracováním odpovědí velkého různorodého souboru jedinců a zabývá se jím fyziologická akustika. Statisticky zjištěné a normalizované křivky hladin stejné hlasitosti jsou na obr. 7-1.

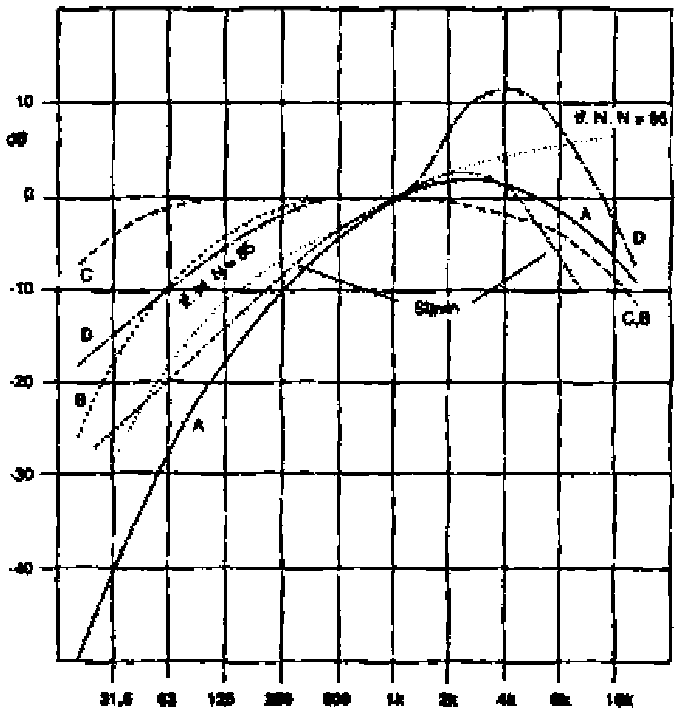


Obr. 7-1. Normalizované křivky hladin hlasitosti

- nejnižší křivka 0 dB je **prahová křivka** slyšitelnosti
- nejvyšší křivka 120 dB je těsně pod **prahem bolestivosti** , kdy se vjem zvuku mění v pocit bolesti
- normativní křivky stejné hlasitosti platí pro průměrného člověka se zdravým sluchovým orgánem ve věku od 18 do 25 let při poslechu oběma ušima ve volně se šířících zvukových vlnách
- s postupujícím věkem sluchový práh stoupá k vyšším intenzitám zvláště okolo 4 kHz.
- Lidé kolem 50-ti let již nemohou vnímat hudební tóny od 8 do 10 kHz. Tento věk se díky hlasité reprodukci při koncertech a walkmanům u některých lidí snížil až na 30 let stáří

Velké množství nelinearit lidského ucha vedlo techniky k úpravám zvukoměrů, které se snaží přizpůsobit vlastnostem lidského ucha. V níže uvedeném přehledu jsou tyto vlastnosti uvedeny spolu s technickým řešením jejich vyrovnání při měření hluku.

- na lineární vzrůst akustického tlaku odpovídá sluchový vjem logaritmickým vzrůstem počitku (Fechner-Weberův zákon). **Řeší se měřením s filtry na jednotlivých hladinách.**
- kmitočtová charakteristika ucha je dle obr. 1 několikrát zakřivena a nelineární v rozsahu několika decibelových dekád. Tyto nelineární průběhy se snaží vyrovnat ze signálu pokud možno lineárního mikrofonu **váhové křivky. Nejčastěji používanou je váhová křivka A.**
- kmitočtová charakteristika mění podle působící intenzity dopadajícího signálu. **Proto se dříve používaly váhové křivky A,B, C a D (Obr. 7-2)**



Obr. 7-2. Váhové křivky A, B, C a D

- stejně intensivní signál vnímá sluch s různou velikostí vnímaného počitku v závislosti na době krátkodobého působení signálu. Je to důsledek funkce předpětí středoušního svalstva a jeho reakční doby (řádově desetiny milisekund) na prudkou změnu hladiny působícího signálu.

Ve zvukoměrech se řeší **dynamickou charakteristikou na:**

- S- slow
- F- fast
- impuls

- vjem změny hudební výšky tónu neodpovídá fyzikálním změnám a je závislý i na vnímané akustické intenzitě. Vznikla stupnice v jednotkách **mel.**

Jsou však vlastnosti lidského ucha, které nelze žádným přístrojem spolehlivě postihnout, jako např.:

- naprosto nemusí být uchem vnímány poměrně intenzivní signály, pokud současně je vnímán jiný kmitočtově blízký signál. Díky tzv. maskovacímu efektu je silnějším signálem „zahlušena“ určitá oblast bazilární membrány.
- v systému přenosu počitku vznikají nové zkreslující složky s vyšším kmitočtem, neobsažené v dopadajícím signálu, které jsou díky maskovacím efektům podružné, ale mění barvu tónu.
- dopadem dvou kmitočtově soudílných signálů si mozek vytvoří vjem kmitočtu nejvyššího společného dělitele- aurální tóny
- vjem hluku závisí na psychice jedince. Ing. Smetana popisuje tzv. „tchýnin efekt“, tj. dýchá-li tchýně v sousední místnosti, je to pro někoho daleko rušivější, než řvoucí big-beat.
- vyšší kmitočty (formanty) mají pro srozumitelnost řeči větší důležitost, než tón základní a tak při zdůraznění nižších kmitočtů (útlumem vyšších kmitočtů se vzdáleností, nebo zesílením při reprodukci) se srozumitelnost zhoršuje - tzv.nádražní efekt.

7.2 Zdroje zvuku a akustické pole

Ve volném prostoru se vytváří následující různá typická zvuková pole podle typu zdroje zvuku:

- Kulový zářič. Fyzikálně nejednoduší je monopól, unipól, nebo kulový zářič (zářič nultého řádu). Vytváří zvukové pole kulových vln a akustická intenzita klesá s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje. Jako kulový zářič se chová většina zdrojů zvuku. Ve větší vzdálenosti se tak chovají i celé soustavy zdrojů zvuku.
- Rovinná zvuková vlna vzniká
    - z kulové zvukové vlny ve velké vzdálenosti od zdroje zvuku, je-li vlnová délka vyzařovaného signálu zanedbatelně malá proti poloměru postupující vlnoplochy (jde o tzv. kvazirovinou vlnu)
    - z plošného zářiče , jehož rozměr je daleko větší, než délka vlny vyzařovaného zvuku.

Postupující rovinné zvukové vlny se nemění. Nemění se změnou vzdálenosti od zářiče ani akustická intenzita a akustický tlak.

- Válcové zvukové vlny. Kmitá-li ve stejné fázi nekonečná řada bodových zdrojů, šíří se akustická energie do všech směrů kolmých na řadu bodových zdrojů.
- Akustický dipól. Ve strojních konstrukcích nalezneme za určitých případů dvojici blízkých součástek, které kmitají proti sobě. Fungují jako dva bodové zářiče pulzující v protifázi.

Interferencí obou zvukových polí vzniká směrově závislé zvukové pole. Ve směru dipólu je vyzařování největší. do roviny procházející středem pólů je vyzařování nulové.

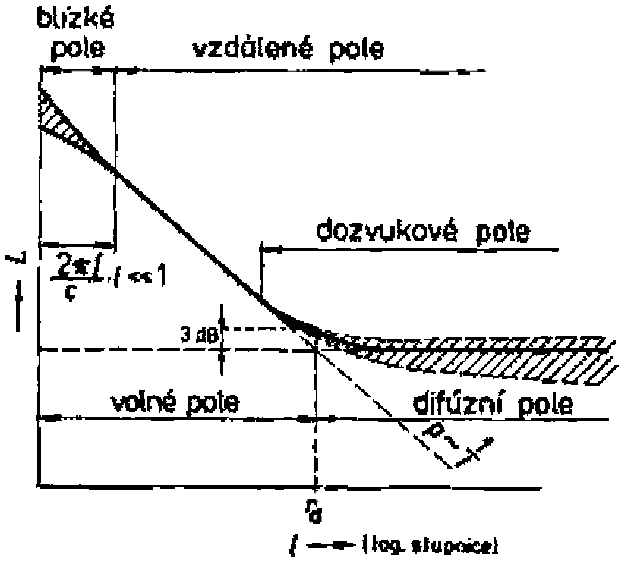
Ve volném prostoru při souhře mnoha zdrojů zvuku vznikají i velmi složitá zvuková pole jako výsledek interferencí mezi jednotlivými zářiči, kde neplatí jednoduché vztahy mezi vzdáleností, akustickým tlakem a akustickou intenzitou

V uzavřených prostorech se může vytvořit některý z výše uvedených typů akustických polí, pokud se neuplatní odrazy.

- **vlny primární** vznikají do určité vzdálenosti od zdroje,
- **vlny sekundární**, vznikají ve větší vzdálenosti, kde již může dojít k odrazu a primární vlnu překrývají.

Proto lze dle obr. 7-3 rozlišit následující akustická pole v uzavřeném prostoru

- **Difúzní pole** vzniká mnohonásobnými odrazy. V difúzním poli nelze urči, kterým směrem se zvuková energie šíří. Směr šíření je náhodný a stále se měnící a nelze definovat žádnou vlnoplochu
- **Blízké pole** (fresnelův prostor) vzniká v uzavřeném prostoru. Teprve ve větší vzdálenosti vzniká jakoby volné pole.
- **Vzdálené pole** je dostatečně vzdálené, aby se nejednalo o blízké pole
- **Dozvukové pole** je dáno postřehnutelností odražených signálů. Dozvukové pole nalezneme v každém i jen částečně uzavřeném prostoru (např. ulice s vysokými domy) ale neznamená to, že vzniká difúzní pole



Obr.7-3 Akustická pole (na svislé ose je hladina L (dB) , na vodorovné ose vzdálenost l (m))

7.3 Kritéria pro hodnocení hluku

7.3.1 Hluk ve venkovním prostoru

1. Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$. je určena vztahem:

$$L = \log(1/T)\int_0^T 10^{0,1L_{(t)}} \cdot dt \quad [dB] \qquad (2)$$

Kde $L_{(t)}$……okamžitá hladina akustického tlaku v dB

T……..je doba, ke které se ekvivalentní hladina vztahuje

Poznámka

Doba T použitá pro přímé měření, nebo pro výpočet $L_{Aeq,T}$ je vybrána tak, aby dávala výsledky, které jsou reprezentativní po celou dobu trvání pracovní doby nebo dobu působení hluku

Pro ustálený hluk, jehož hladina se nemění, je $L_{Aeq,T}$ numericky shodná s hladinou akustického tlaku A L_{pA}.

2. Hodnoty hluku ve venkovním prostoru se dle § 12 Nařízení vlády č. 502/2000 Sb., vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$.
   - V denní době se stanoví pro osm nejhlučnějších hodin.
   - V noční době pro nejhlučnější hodinu
   - Pro hluk z dopravy na veřejných komunikacích a železnicích a pro hluk z leteckého provozu se stanoví pro celou denní a noční dobu.
   - Pro účely územního plánování se vyjadřuje 24 hodinovou dlouhodobou ekvivalentní hladinou L_{dnv} a noční dlouhodobou ekvivalentní hladinou L_a
3. Noční dobou podle § 34 zákona 258/2000 Sb., pro účely kontroly dodržení povinností v ochraně před hlukem a vibracemi, se rozumí:
   - Doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou
   - Doba mezi 23.00 a 5.00 hodinou pro civilní mezinárodní letiště přepravující ročně více než 100 000 fyzických osob
4. Stará hluková zátěž je stávající stav hlučnosti ve venkovním prostoru působený hlukem z dopravy historicky vzniklý do dne účinnosti nařízení vlády 502/2000 Sb.
5. Hlavní komunikace jsou dálnice, silnice I a II, třídy a místní komunikace I. A II, třídy (§ 4,5,6 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích

7.3.1.1 Ustálený a proměnn/ hluk

- Ustálený hluk **je hluk, jehož hladina se v daném místě nemění v závislosti na čase o více než 5 dB (A)**
- Proměnný hluk **je hluk, jehož hladina akustického tlaku se v daném místě mění v závislosti na čase o více než 5 dB (A)**

Nejvyšší přípustné ekvivalentní hladiny akustického tlaku A ustáleného a proměnného hluku pro různý druh využití území, s korekcemi podle přílohy 6 vládního nařízení 502/2000 Sb., jsou v tabulce č. 7-1

Tab. 7-1

Způsob využití území		Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku dB (A)			
		DEN 6-22 hod	NOC 22-6 hod	NOC 22-6 hod v blízkosti železnice	Pro povolené stavby v době od 7 do 21 hod. hluk se vypočte dle rovnice (1)
Nemocnice-objekty	**objekty**	**50**	**40**	**45**	**60**
	hluk z dílen, prádelen, stravovacích a kulturních zařízení	**45**	**35**	**40**	**55**
Nemocnice-území, lázně, školy, stavby pro bydlení a území (neplatí pro hluk z dílen, prádelen, stravovacích a kulturních zařízení)	**Bez opravy**	**55**	**45**	**50**	**65**
	V okolí hlavních komunikací	**60**	**50**	**55**	**70**
	S hlukem staré zátěže z pozemní dopravy	**72**	**62**	**67**	**82**
Výrobní zóny bez bydlení	**Bez opravy**	**70**	**60**	**65**	**80**
	V okolí hlavních komunikací	**75**	**65**	**70**	**85**
	S hlukem staré zátěže z pozemní dopravy	**87**	**77**	**72**	**97**

Hluk ze stavební činnosti se spočítá podle následující rovnice:

$$L_{AeqT} = 10\log\frac{10^{0,1Laegs} + t_1 + 10^{0,1p}t_2}{t_1 + t_2} \quad [dB] \qquad (2)$$

kde:

$L_{AeqT..}$ ekvivalentní hladina akustického tlaku vztažená k době T v dB

$L_{Aeqs....}$ ekvivalentní hladina akustického tlaku naměřená (stanovená) při působení hluku ze stavební činnosti v dB

P……přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku dle tabulky 1

$t_{1.....}$ doba trvání hluku ze stavební činnosti v minutách

$t_{2.....}$ celková doba v minutách pro denní dobu od 7.00 do 21.00, pro noční dobu od 21.00 do 7.00 hod zmenšená o dobu t_1.

7.3.1.2 Hluk z leteckého provozu

Nejvyšší přípustné ekvivalentní hladiny akustického tlaku A ve venkovním prostoru z leteckého provozu s korekcemi podle přílohy č.7 vládního nařízení 502/2000 Sb., jsou uvedeny v tabulce č. 7-2

Tab. 7-2

Způsob využití území	Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku dB(A)	
	DEN 6-22 hod Doba mezi 5.00 a 23.00 hodinou pro civilní mezinárodní letiště přepravující ročně více než 100 000 fyzických osob	NOC 22-6 hod. Doba mezi 23.00 a 5.00 hodinou pro civilní mezinárodní letiště přepravující ročně více než 100 000 fyzických osob
Nemocnice, lázně, stavby pro bydlení	65	55
Výrobní zóny bez bydlení	70	60

7.3.1.3 Impulsní hluk

Impulsní hluk je hluk tvořený jedním impulsem, nebo sledem zvukových impulsů; doba trvání každého impulsu je kratší, než 0,2 s převyšující nejméně o 10 dB hluk pozadí, se vyhodnocuje podle tab.7-1.

7.3.1.4 Vysoce impulsní hluk

Vysoce impulsní hluk je tvořen impulsy ve venkovním prostoru, jejichž zdrojem je střelba, trhací, důlní a demoliční práce s pomocí výbušnin a nárazy při posunování vagónů.

Nejvyšší přípustné ekvivalentní hladiny akustického tlaku A vysoce impulsního hluku pro různý druh využití území s korekcemi podle přílohy č. 6 vládního nařízení 502/2000 Sb., jsou v tabulce č. 7-3.

Tab. 7-3

Způsob využití území		Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku dB (A)			
		DEN 6-22 hod	NOC 22-6 hod	NOC 22-6 hod v blízkosti železnice	Pro povolené stavby v době od 7 do 21 hod. hluk se vypočte dle rovnice (1)
Nemocnice-objekty	**objekty**	**43**	**33**	**38**	**53**
	hluk z dílen, prádelen, stravovacích a kulturních zařízení	**38**	**28**	**33**	**48**
Nemocnice-území, lázně, školy, stavby pro bydlení a území (neplatí pro hluk z dílen, prádelen, stravovacích a kulturních zařízení)	**Bez opravy**	**48**	**38**	**43**	**58**
	V okolí hlavních komunikací	**53**	**50**	**55**	**63**
	S hlukem staré zátěže z pozemní dopravy	**65**	**55**	**60**	**75**
Výrobní zóny bez bydlení	**Bez opravy**	**63**	**53**	**58**	**73**
	V okolí hlavních komunikací	**68**	**58**	**63**	**78**
	S hlukem staré zátěže z pozemní dopravy	**80**	**70**	**75**	**90**

7.3.1.5 Přepočtená expozice hluku od trhacích prací pro denní dobu

Pro provádění trhacích prací, jejichž akustické projevy trvají maximálně do 2 s je stanovena nejvyšší přípustná hladina vysoce impulsního hluku pro 1 až 3 odstřely za den pro denní dobu od 7.00 do 21.00 . Nejvyšší přípustné hladiny akustického tlaku A vysoce impulsního hluku jsou spočteny podle rovnice 3.

$$L_{AeqTe} = L_{EX,14h} - 10\log(T_e / T_0) \qquad (3)$$

Kde

$L_{A\,eq\,Te}$ ….. ekvivalentní hladina akustického tlaku A pro dobu T_e

$L_{EX,14h}$ ……hladina expozice hluku pro denní dobu od 7.00 do 21.00 hod

T_e……doba trvání hlukové expozice (výbuchu)

T_0……. .referenční doba 14 hod =50 400 s

Výsledky přepočtu pro různý druh využití území s korekcemi podle přílohy č. 6 vládního nařízení 502/2000 Sb., jsou v tabulce číslo 7- 4.

Poznámka:

Bezpečnostní signály před prováděním trhacích prací jako siréna, nebo signální nálože jsou podle § 1 odstavce 2 nařízení vlády 502/2000 Sb. pokládány za ojediněle se vyskytující hlukové události, na které se výše uvedené nařízení vlády nevztahuje

Tab. 7-4

Způsob využití území		Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,Te}$ dB (A)			
		1 odstřel	2 odstřely	3 odstřely	Pro demolice jedním odstřelem na povolené stavbě
Nemocnice-objekty	**Objekty**	**87**	**84**	**81**	**97**
	Hluk z dílen, prádelen, stravovacích a kulturních zařízení	**82**	**79**	**76**	**92**
Nemocnice-území, lázně, školy, stavby pro bydlení a území (neplatí pro hluk z dílen, prádelen, stravovacích a kulturních zařízení)	**Bez opravy**	**92**	**89**	**86**	**102**
	V okolí hlavních komunikací	**97**	**94**	**91**	**107**
	S hlukem staré zátěže z pozemní dopravy	**109**	**106**	**103**	**119**
Výrobní zóny bez bydlení	**Bez opravy**	**107**	**104**	**101**	**117**
	V okolí hlavních komunikací	**112**	**109**	**106**	**122**
	S hlukem staré zátěže z pozemní dopravy	**124**	**121**	**118**	**134**

.

7.3.2 Tlakovzdušné účinky

Nejvyšší přípustná hodnota akustického tlaku, při kterém v žádném případě nedojde k poškození stavebních konstrukcí jsou dány tabulkou 7-5.

Tab. 7-5

Typ poškození	Akustický tlak (Pa)	Maximální hladina akustického tlaku dB
v žádném případě nedojde k poškození	159	138
Některé velmi velké a tenké okenní tabule rozbité	**200**	**140**
neškodné pro stavební konstrukce	282,5	143
velmi intenzivní vjem člověkem	502,4	148
škody na oknech dveřích střechách	709,6	151
některé okenní tabule rozbité	1002,3	154
zřícení lehkých dřevěných konstrukcí	7096,3	171
většina okenních tabulí rozbitá	10 023,7	174
těžké škody na běžných stavbách	20 000	180
poškození fyziologických funkcí člověka	35 565.6	185
smrt z roztržení plic	200 000	200
poškození betonových konstrukcí	1 415 891.6	217

Dle §5 odstavce 2 zákona 502/2000 Sb. jsou stanoveny následující hodnoty akustického tlaku:

Nejvyšší přípustná špičková hodnota akustického tlaku je 200 Pa.

Nejvyšší přípustná špičková hladina akustického tlaku je 140 dB.

Tyto hodnoty jsou v tabulce č. 7-5 zvýrazněny.

7.3.3 Hluk ve stavbách pro bydlení

- Hodnoty hluku uvnitř staveb pro bydlení a staveb občanského vybavení se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ a maximální hladinou akustického tlaku A L_{pAmax}. V denní době se stanoví pro osm nejhlučnějších hodin, v noční době pro nejhlučnější hodinu. Pro hluk z dopravy na veřejných komunikacích a železnicích a pro hluk z leteckého provozu se stanoví pro celou denní a noční dobu.
- Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A uvnitř staveb pro bydlení a občanského vybavení se stanoví pro hluky pronikající zvenčí součtem základní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ = 40 dB a korekcí přihlížejících k využití prostorů a denní době je v tabulce 6. Obsahuje-li hluk výrazné tónové složky nebo má-li výrazný informační charakter, jako například řeč nebo hudba, přičítá se další korekce - 5 dB.
- Nejvyšší přípustná maximální hladina akustického tlaku A uvnitř staveb pro bydlení a staveb občanského vybavení se stanoví pro hluky šířící se ze zdrojů uvnitř budovy součtem základní maximální hladiny hluku L_{pAmax} = 40 dB a korekcí přihlížejících k využití prostoru a denní době podle tabulky 7-6. Obsahuje-li hluk výrazné tónové složky nebo má výrazně informativní charakter, jako například řeč nebo hudba, přičítá se další korekce - 5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř budovy se pokládá i hluk ze stacionárních zdrojů, umístěných mimo posuzovaný objekt, pronikající do těchto objektů jiným způsobem než

vzduchem, to znamená konstrukcemi nebo podložím. Při provádění povolených stavebních úprav uvnitř budovy je přípustná korekce+ 15 dB k základní maximální hladině akustického tlaku v době od 7 do 21 hod.

- Doba dozvuku ve školních učebnách (včetně tělocvičen) a ve společných místnostech pro předškolní děti nesmí přesáhnout 0,6 s, v halách a chodbách školských a zdravotnických staveb 1,0 s.
- Nejvyšší přípustná hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro zvuk elektronicky zesilované hudby se stanoví **pro hudební produkce při společenské zábavě na hodnotu $L_{Aeq,T}$ = 95 dB a pro koncertní produkce elektronicky zesilované hudby hodnotou $L_{Aeq,T}$ = 100 dB pro prostor uvnitř hlediště, pro dobu T = 4 hodiny maximálně.** Dodržení limitů ve vnitřním prostoru zábavních podniků neznamená automaticky dodržení hygienických limitů v okolních chráněných prostorech a ve venkovním prostoru.
- Pro jiné prostory, v tabulce jmenovitě neuvedené, platí hodnoty pro prostory funkčně obdobné.
- Způsob užívání stavby je dán kolaudačním rozhodnutím a uvedené limity se nevztahují na hluk způsobený používáním chráněné místnosti (například hluk hostů).
- Nechráněné místnosti staveb jsou skladovací a komunikační prostory, sociální příslušenství (například záchody, koupelny, komory) šatny, archivy, haly a vestibuly dopravních zařízení a další prostory staveb.

Tab. 7-6

Způsob využití území	Nejvyšší přípustná hladina hluku dB(A) DEN 6-22 hod	povolené stavby od 7 do 21 hod	nejvyšší přípustná hladina hluku dB(A) NOC 22-6 hod
Nemocniční pokoje	35	50	25
Lékařské vyšetřovny ordinace	35 (po dobu užívání)	50	35 (po dobu užívání)
Operační sály	40 (po dobu užívání)	55	40 (po dobu užívání)
Obytné místnosti včetně kuchyní, hotelové pokoje	40		30
Přednáškové síně, učebny a ostatní místnosti škol, předškolních zařízení a školních zařízení, koncertní síně, kulturní střediska	50 (po dobu užívání)	65	50 (po dobu užívání)
Čekárny vestibuly veřejných úřadoven a kulturních zařízení, kavárny, restaurace	55 (po dobu užívání)	70	55 (po dobu užívání)
Prodejny sportovní haly	60 (po dobu užívání)	75	60 (po dobu užívání)

7.4 Měření hluku

K měření hluku se používají konvenční zvukoměry vyhovující požadavkům ČSN IEC 651 a integrující (průměrující) zvukoměry vyhovující požadavkům ČSN EN 60804 + A2. Měřící mikrofony, zvukoměry třídy 1 a 2 a pásmové filtry jsou zařazeny ve vyhlášce č. 263/2000 Sb. jako stanovená měřidla, která podle zákona 505/1990 Sb. ve znění pozdějších předpisů podléhají úřednímu ověření.

Má-li být měření průkazné, musí být v protokolu od certifikované a autorizované společnosti jasně udána řada podmínek měření, jako:

- Metoda měření
- Přístrojové vybavení
- Měřené veličiny
    - **Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$**. je určena vztahem 1 v kapitole 3,1
    - **Hlukové klima** odečtením hladin odpovídajících výskytu 90 % kumulativní četnosti L_{90}, dále L_{50}, L_{10}
    - **L_{AE} sekundová hladina expozice hluku - sekundová hladina** (na protokolech o měření značeno SEL (sound exposure level). Je to konstantní hladina zvuku, která by za 1 s měla stejnou energii, jako naměřená ekvivalentní hladina během doby měření.
    - **$L_{EX,8h}$ Směnová hladina expozice hluku – denní osobní hladina expozice hluku** (na protokolech o měření značeno $L_{EP,d}$.) což je konstanta, která pokud by doba měření trvala 8 hod, měla by stejnou energii jako naměřená ekvivalentní hodnota $L_{eq,T}$ s vážením A během expozice T_e.
    - **$L_{EX,14h}$ Hladina expozice hluku – denní hladina expozice hluku** (na protokolech o měření značeno $L_{EP,d}$.) což je konstanta, která pokud by doba měření trvala 14 hod, měla by stejnou energii jako naměřená ekvivalentní hodnota $L_{eq,T}$ s vážením A během expozice T_e.
    - **$L_{p,peak}$ špičková hladina akustického tlaku -** (na protokolech měření značeno Max Peak)- nejvyšší okamžitá hladina akustického tlaku v daném časovém intervalu
    - **$L_{p,max}$ maximální hladina akustického tlaku** – (na protokolech měření značeno Max Level)- nejvyšší hladina akustického tlaku A.
    - **$L_{p,min}$ minimální hladina akustického tlaku** – (na protokolech měření značeno Min Level)- nejnižší hladina akustického tlaku A.
- **Způsob měření** kmitočtové, spektrum, dynamické charakteristiky
- **Měřící místo** vzdálenost od zdroje, poloha, směrování
- **Charakteristika sledovaného hluku** - náhodný, ustálený, proměnný, tónovost, impulsní charakter
- **Typ zdroje hluku** - plošný, bodový, liniový
- **Měřeno ve zvukovém poli** volném, difúzním, popř. doba dozvuku
- **Rušivé signály** – odstup hluku pozadí, průkaznost měřených hodnot
- **U hluku zařízení** provozní podmínky, otáčky atd.

- **U dopravního provozu** hustota, složení, průměrná rychlost, niveleta povrch
- **Doba měření** datum, čas, doba měření
- **Okolí odrazivé a pohltivé plochy**, zástavba, porosty, zvlnění terénu, náčrt, fotografie
- **Klima** teplota, vlhkost, směr a síla větru, atmosférický tlak
- **Korekce hodnot** různé vnější podmínky, vyloučení extrémních hodnot
- **Limitní hodnoty** kapitola 7-3
- **Prezentace výsledků** tabulky, grafy , časové průběhy mapa izobar, dosažená přesnost

7.5 Nejistota měření

Nejistota měření hluku se stanovuje v souladu se zásadami uvedenými v příloze ČSN ISO 9612, dokumentem ALE-G23 Vyjadřování nejistot kvantitativním zkoušením, ČIA 1996 a dokumentem ALE-R2 Vyjadřování nejistoty měření při kalibraci, ALE 1997.

Podle metodického návodu Ministerstva zdravotnictví je celková nejistota pokud se nepoužívá vzorkování dána tabulkou 7-7.

Tab.7-7 Třídy přesnosti měření

Třída přesnosti měření	**1**	**2**	**3**
Označení	referenční	technické	provozní
Nejistota ε (dB)	1,6	3	8

7.6 6. Akustické vlastnosti stavebních materiálů protihlukových clon

U prvků protihlukových clon jsou hodnoceny 2 základní funkce:

- **neprůzvučnost** – schopnost prvku přenášet zvuk v zeslabené míře. Stanoví se ze vztahu:

$$\Delta L_{ARS} = 10 \log \frac{\sum K_i}{\sum K_i^{-0,1R_i}} \qquad (5)$$

kde:

K_i korekční faktor, který zahrnuje vliv spektra dopravního hluku a kmitočtovou charakteristiku váhového filtru A

R_i hodnota stupně vzduchové neprůzvučnosti v i-tém třetinooktávovém pásmu v dB

- Pro výpočet směrodatné neprůzvučnosti se do vztahu (5) dosadí hodnoty stupně vzduchové neprůzvučnosti stanovené měřením v laboratorních podmínkách postupem podle ČSN 730513 ISO 140/III.

- **U kvalitní protihlukové clony se vyžaduje dosažení směrodatné neprůzvučnosti $\Delta L_{ARS} \geq 25$ dB**

- **pohltivost** – vyjadřuje poměr zvukové energie, která se absorbuje a nevratně promění v teplo, k celkové dopadající zvukové energii stanoví se ze vztahu

$$\Delta L_{AcS} = 10 \log \frac{\sum K_i}{\sum K_i - \sum K_i cs_i} \qquad (6)$$

kde:

K_i korekční faktor, který zahrnuje vliv spektra dopravního hluku a kmitočtovou charakteristiku váhového filtru A

cs_i činitel zvukové pohltivosti protihlukové clony ze strany zdroje hluku v i-tém třetinooktávovém pásmu v dB

- Pro výpočet směrodatné pohltivosti se do vztahu (6) dosadí hodnoty činitele zvukové pohltivosti stanovené měřením při všesměrovém dopadu zvuku metodou podle ČSN ISO 354
- Protihlukové clony se dle tab. 8 dělí do tří skupin

Tab. 7-8

skupina protihlukové clony	ΔL_{AcS}=
odrazivé	< 4 dB
pohltivé	4dB $\leq \Delta L_{AcS}$ < 8 dB
vysoce pohltivé	$\Delta L_{AcS} \geq$ 8 dB

7.7 Závěr

Z § 31 zákona č, 258/2000 Sb. vyplývají následující skutečnosti:

- Pokud při používání, popřípadě provozu zdroje hluku, nebo vibrací, s výjimkou letišť nelze z vážných důvodů hygienické limity dodržet, může osoba zdroj hluku, nebo vibrací provozovat jen na základě povolení vydaného na návrh této osoby příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví. Orgán ochrany veřejného zdraví časově omezené povolení vydá, jestliže osoba prokáže, že hluk, nebo vibrace byly omezeny na rozumně dosažitelnou míru a provozem nebo používáním zdroje hluku nebo vibrací nebude ohroženo veřejné zdraví. Rozumně dosažitelnou mírou se rozumí poměr mezi náklady na protihluková nebo antivibrační opatření a jejich přínosem ke snížení hlukové, nebo vibrační zátěže.
- Při překročení hygienických limitů hluku z provozu na civilních mezinárodních letištích přepravujících ročně více než 100 000 fyzických osob a vojenských letištích je provozovatel letiště povinen navrhnout ochranné hlukové pásmo.
- Ochranné hlukové pásmo zřídí rozhodnutím správní úřad příslušný podle zvláštního právního předpisu (§ 20 zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).

Z § 12 odstavce 6 nařízení vlády 502/2000 Sb. vyplývají následující skutečnosti:

- Pokud by bylo technicky prokázáno, že ve stávající situaci zástavby po vyčerpání všech prostředků její ochrany před hlukem, není technicky možné dodržet níže uvedených ustanovení , je možné potřebnou ochranu před hlukem zajistit izolaci objektu tak, aby bylo vyhověno podmínkám pro nejvyšší přípustné hodnoty hluku ve stavbách pro bydlení a ve stavbách občanského vybavení. Přitom musí být zachována možnost větrání.

Dále platí následující ustanovení:

- Výše uvedené odstavce stanoví podmínky pro snižování hluku ve venkovním prostoru.
- Pro snižování hluku ve stavbách pro bydlení se doporučuje používat materiály, jejichž zvuková neprůzvučnost je co největší. Platí to především pro okna.
- Kolem hlučných vozovek je možno používat protihlukové stěny jejichž neprůzvučnost a odrazivost se dle kapitoly 6 stanoví v akreditované laboratoři.
- Zhruba platí, že snížím-li vibrace zdroje hluku, snížím i vyzařovaný hluk a že dřevěné stavební konstrukce mají velkou neprůzvučnost.

Literatura:

[37.] Zákon 258 ze dne 14.7.2000 o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů.

[38.] Nařízení vlády 502 ze dne 27.11.2000 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

[39.] Metodické pokyny pro metrologii MPM 13 - 91 , Úřední měření.

[40.] Ctirad Smetana a kolektiv Hluk a vibrace, Měření a hodnocení Sdělovací technika, Praha 1998.

[41.] J.R. Massall MSc, K. Zaveri M.Phil Acoustic Noise Measurements Brüel & Kjaer 1979

[42.] Metodický návodu Ministerstva zdravotnictví HEM 300-26,4,01-16344

[43.] YTV / Lsw 88 Zusatzliche technische Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutywänden an Strassen 1988

[44.] ČSN 730513 Měření ve stavební akustice. Měření zvukově izolačních vlastností staveb a stavebních konstrukcí. Laboratorní měření vzduchové neprůzvučnosti,

[45.] ČSN ISO 354 Akustika. Měření zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti.

8 Požární problematika dřevěných konstrukcí

8.1 Základní pojmy

České technické normy v oblasti požární bezpečnosti staveb lze dělit do 4 základních skupin. Jsou to:

a) normy zkušební
b) normy projektové
c) normy hodnotové a
d) normy předmětové

Zkušební normy hodnotí jednotlivé parametry stavebních materiálů a konstrukcí a klasifikují je podle zvolených kriterií do samostatných kategorií.

Projektové normy stanoví – s ohledem na účel, velikost, dislokaci a další parametry konkrétní stavby jednotlivé požadavky na její požární bezpečnost.

Hodnotové normy představují souhrn průkazně ověřených obecně použitelných výsledků zkoušek požárně technických vlastností jednotlivých stavebních hmot

Předmětové normy stanovují obecné technické podmínky pro jednotlivé druhy požárně bezpečnostních zařízení, nejčastěji užívaných ve stavbách (např. ČSN 73 0873 –Zásobování požární vodou, ČSN 73 0875 – Navrhování elektrické požární signalizace, atd.)

Pro správné pochopení funkce a postupu při navrhování vhodných „požárně bezpečnostních zařízení“, jak se podle platné vyhlášky [46] nazývají všechny přípravky a materiály směřující ke snížení hořlavosti nebo zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí, je nutné nejprve vyjasnit alespoň některé základní pojmy, se kterými výše uvedená soustava dnes platných požárních norem a předpisů pracuje. Jedná se o pojmy, které jsou zdánlivě každému jasné, které však každý člověk chápe trochu jinak. Proto musí být přesně definovány, aby je bylo možno nějakým způsobem měřit a vzájemně porovnávat.

8.1.1 Hořlavost

Není to tak jednoduché, jak se to na první pohled zdá. Tak například platná ČSN EN ISO 13 943 [47] pojem „hořlavost“ vůbec nezná, definuje pouze pojem „hoření“ (combustion) jako „exotermickou reakci látky s oxidovadlem“ a dále definuje spíše „chování látek při hoření“ (burning behaviour) jako „všechny fyzikální a/nebo chemické změny k nimž došlo při vystavení předmětu stanovenému zdroji vznícení“. Aby se tomu dalo porozumět, odkazuje příslušná norma na výklad dalších pojmů (vznícení) a ta zase na další…

Zkusme to tedy jednoduše a česky. Proč vlastně musíme hodnotit hořlavost materiálu? Bez ohledu na základní definici, uvedenou ve slovníku (která samozřejmě platí), smysl, účel hodnocení hořlavosti pro obecnou praxi spočívá především v potřebě porovnat nějakým způsobem jednotlivé materiály mezi sebou a stanovit požadavky pro jejich konkrétní použití ve stavbě. Tedy proto, abychom mohli jasně porovnat, zda je jeden materiál za stejných podmínek hořlavější než ten druhý a do jaké míry. Tedy, že jehličnaté dřevo hoří rychleji (a je tedy o málo hořlavější) než dřevo listnaté, že papír hoří lépe než dřevotříska, resp. že kámen na rozdíl od uhlí nehoří.

Abychom to mohli porovnávat, byla vymyšlena celá řada zkušebních postupů. Tak například jedna z prvních zkušebních norem [03] porovnávala jednotlivé materiály podle toho, kolik hmotnostních procent odhořelo za přesně definovaných podmínek a za předem určenou dobu

ze zkušebních destiček předepsaných rozměrů, zhotovených ze zkoušeného (hodnoceného) materiálu. Podle výsledného úbytku hmotnosti pak byly jednotlivé konstrukční stavební hmoty tříděny do **stupně A - nehořlavé**, **stupně B - nesnadno hořlavé**, **C1 – těžce** , **C2 – středně** a **C3 – lehce hořlavé** hmoty.

I když tato norma přestala platit již někdy v roce 1980, zmíněný zkušební postup se jako jedna z metod (změna B pro intumescentní přípravky) zachoval dodnes, právě tak, jako výše uvedené třídění hmot podle stupňů hořlavosti v rámci ČSN 73 0862.[49] Výsledné hodnocení se pak následně promítá do celé řady návazných kmenových projektových norem (ČSN 73 0802, ČSN 73 0804 a dalších)[50, 51]. Jinými slovy – pokud je v projektu napsáno, že strop v garáži musí být z materiálů stupně A, znamená to, že nesmí být ze dřeva, resp. že musí být nehořlavý.

Samozřejmě, že projektant si to nevymyslí jen tak, ale má k tomu již zmíněnou projektovou normu, která vychází z „požárního zatížení[27]“ a z „požárního rizika“ a dalších požadavků, resp. z množství hořlavin nebo hořlavých materiálů, které v té které místnosti jsou uloženy (případně ze kterých je objekt postaven) a z jejich potenciálního nebezpečí (výhřevnosti, kalorické hodnoty atd.) pro vlastní stavbu a její okolí.

Protože jednotlivé druhy hmot se ve stavbě obvykle nepoužívají samotné, ale bývají vzájemně kombinovány, rozlišují projektové normy z hlediska hořlavosti i možnosti použití těchto kombinací. Podle množství a způsobu zabudování hořlavých hmot do stavby se stavební konstrukce proto dále třídí na tři základní druhy a to:

Konstrukce druhu D1 – které nezvyšují intenzitu požáru a jsou složeny

pouze z nehořlavých hmot, případně

z hořlavých hmot, které jsou ale použity výhradně tak, že na nich není závislá stabilita a únosnost konstrukce. Tyto hmoty musí být požárně zcela uzavřeny uvnitř konstrukce nehořlavými hmotami a v předepsané době požární odolnosti nesmí dojít k jejich vzplanutí a uvolnění tepla.

Konstrukce druhu D2 - nezvyšují v požadované době požární odolnosti intenzitu požáru, ale obsahují i hořlavé hmoty, konstrukčně použité tak, že je na nich závislá stabilita a únosnost konstrukce. Tyto hořlavé hmoty jsou zcela uzavřeny uvnitř konstrukce nehořlavými či nesnadno hořlavými materiály a v požadované době požární odolnosti nedojde k jejich vzplanutí a uvolnění tepla,

Konstrukce druhu D3 - zvyšují v požadované době požární odolnosti intenzitu požáru a nesplňují požadavky konstrukcí typu D1 a D2.

Závěrem k pojmu „**hořlavost**“ je třeba říci, že v době psaní tohoto článku dochází ke změně metodiky a zatřiďování jednotlivých stavebních hmot a to v důsledku zavedení nové evropské normy **ČSN EN 13501-1** [52]. Tato norma zavádí celou řadu nových zkušebních metod, které nejsou shodné s dosud užívanými českými postupy a hodnotí materiály podle jiných principů. Výsledné hodnocení je v této normě vyjadřováno odlišným způsobem, je v ní posuzován i vývin a množství kouře a některé další parametry. Na rozdíl od stávající české normy, která je metodou spíše selektivní, porovnávající podle jednotného kriteria stavební hmoty mezi sebou, je hlavním cílem nově zaváděné normy zhodnotit jednotlivé stavební materiály co nejobjektivněji z hlediska všech parametrů, které mají na jejich chování při požáru vliv. Je

[27] Výklad jednotlivých pojmů – viz již zmíněný „Slovník“, případně jednotlivé projektové normy ČSN 73 0810, ČSN 73 0802, ČSN 73 0804 a další.

zřejmé, že zaváděné postupy budou značně objektivnější, otázkou ovšem zůstává, do jaké míry bude možno všechny zjištěné parametry účelně promítnout do praxe a co to přinese.

Norma v ČR formálně platí od července 2002 a platnost stávající normy ČSN 73 0862 musí být ukončena nejpozději v prosinci 2003. Ovšem přesto, že norma platí, nelze ji v současné době používat[28]. Není totiž dosud vypracován převodník mezi touto normou a normou stávající, který by umožnil aplikovat nové zatřídění hmot v dosavadních projektových normách, mimo to není dosud k disposici plně funkční zkušební zařízení. Proto se také v současné době řeší i otázky, související se stanovením dostatečně dlouhého přechodového období platnosti stávajících zkušebních protokolů, protože nelze předpokládat, že se podaří během jediného roku provést všechny zkoušky materiálů podle normy nové.

8.1.2 Požární odolnost (fire resistance)

je definována jako „schopnost objektu (konstrukce) zachovat po stanovenou dobu požadovanou stabilitu a/nebo celistvost a/nebo tepelnou izolaci a/nebo další očekávanou funkci, specifikovanou v normové zkoušce požární odolnosti“. Tolik již citovaný „Slovník“

Podle toho, o kterou konstrukci se jedná, může mít termín „požární odolnost“ různý význam, protože může pokaždé vyjadřovat různé vlastnosti. Z toho důvodu také stanoví platná ČSN 73 0810 [53] jednotlivé parametry pomocí písmenných symbolů tak, aby bylo možno požadavky na požární odolnost jednotlivých druhů konstrukcí přesně specifikovat. Pro klasifikaci jednotlivých parametrů se užívá následujících značek:

R(t) – únosnost nebo stabilita (doba v minutách, po kterou musí konstrukce odolávat požáru, aniž by došlo ke ztrátě stability či únosnosti – např. R 30)

E(t) - celistvost (doba v minutách, po kterou musí konstrukce zůstat celistvá – např. E 30)

I(t) - limitní teplota na neohřívané straně (doba, po kterou nedojde k překročení povolené mezní teploty konstrukce na neohřívané straně – např. I 30)

W(t) - hustota tepelného toku (doba, po kterou nedojde k překročení limitní hodnoty tepelného toku (sálání) v určené vzdálenosti od neohřívané strany konstrukce – např. W 30)

Symbolů pro označování jednotlivých kriterií je samozřejmě mnohem více, pro pochopení však uvádím pouze nejdůležitější. Celkově lze pak výsledné požadavky na konkrétní konstrukci z hlediska požární odolnosti – na základě výpočtů a celkového zhodnocení jednotlivých parametrů stavby v rámci projektových norem přesně specifikovat např. označením **REI 30 D1**,

což se dá přeložit jako požadavek na „nosnou konstrukci s požárně dělící funkcí, která si zachová svoji stabilitu, tepelně izolační schopnost a celistvost ve smyslu normalizovaných zkušebních postupů po dobu 30 minut od vzniku požáru. Konstrukce musí být vyrobena z nehořlavých materiálů, resp. musí odpovídat požadavkům na konstrukce druhu D1.

Pojmů a definic z hlediska požární bezpečnosti je velmi mnoho, což je ostatně zřejmé z již uvedeného výkladu, pro účely této stati, která se má zabývat požární bezpečností dřevostaveb to však postačí.

Zkoušky požární odolnosti se provádějí vesměs na vzorcích konstrukcí ve skutečné velikosti, resp. pomocí velkorozměrových zkoušek v pecích a to podle jednotlivých dílčích zkušebních norem. V současné době probíhá – podobně jako u zkoušek hořlavosti – postupný přechod na průběžně přejímané normy evropské. Až dosud bylo v tomto smyslu formálně převzato 9

[28] psáno v říjnu 2002

metodik, přechodové období platnosti zkušebních protokolů podle původní ČSN 73 0851 [54], resp. dříve platných českých norem bylo prozatím stanoveno na 30.6.2004.

8.2 Materiály a postupy

I když jsou kriteria hořlavosti a požární odolnosti a jejich zkoušení od sebe značně vzdálena, materiály a postupy nutné pro jejich splnění jsou ve většině případů stejné. Jinými slovy – až na několik vyjímek lze přípravkem, určeným pro snížení hořlavosti[29] obvykle zvýšit i požární odolnost konstrukce. To se také využívá zejména u protipožárních nátěrů na intumescentní bázi, které tak mohou v některých případech plnit oba požadavky zároveň.

8.2.1 Snížení hořlavosti

Dřevo a dřevěné konstrukce bez dodatečných úprav lze zatřídit podle dosud platné hodnotové normy ČSN 73 0821 z hlediska hořlavosti do stupně C2 až C3, tedy mezi materiály středně až lehce hořlavé, podle toho, o jaké dřevo se jedná. Snížení jeho hořlavosti lze nejsnáze dosáhnout buď omezením přístupu vzduchu k jeho povrchu, což lze provést např. pokrytím tohoto povrchu nehořlavou, tepelně izolující látkou, případně pomocí hloubkové impregnace dřeva roztokem látky, která znemožňuje či omezuje hoření např. vytvářením nehořlavých plynů či díky svému složení.

8.2.1.1 Protipožární nátěry

Jednou z nejstarších metod snížení hořlavosti dřevěných konstrukcí byly nátěry vápnem nebo hlinkou, hliněnou mazaninou, nástřiky omítkou nebo (spíše ve středověku) nátěry na bázi organických látek obsahujících složky, uvolňující pyrolýzou dusík – např. volskou krví[30] a jinými více či méně exotickými přípravky. Na krovech mnoha pražských domů je dodnes vidět narůžovělý tvrdý povlak, kterým byly během II. světové války povinně natírány dřevěné konstrukce před nálety. Jedná se o obarvený roztok vodního skla, který se prodával až do 90. let minulého století pod názvem Betogen. Dnes již pochopitelně žádnou funkci nemá, při rekonstrukcích však dosud působí značné potíže, protože se velmi těžko odstraňuje.



Obr. 1 –nátěr DEXARYL B

V současné době jsou nejčastěji používány intumescentní (zpěňovatelné) protipožární nátěry, kterými lze – za vhodných podmínek – dosáhnout zatřídění konstrukcí až do stupně A[31], tedy mezi materiály zcela nehořlavé. Funkce těchto nátěrů je dána rozkladem vhodně formulované chemické směsi, např. snadno karbonizujících látek (škrobu, vyšších cukrů nebo

[29] Hovoříme stále o dřevu a dřevěných konstrukcích

[30] Lze vidět na krovech některých chrámů, takto upraveny jsou i některé části krovů v pražské Týnské škole.

[31] „Nehořlavé“ dřevo podle platné normy v podstatě znamená, že nátěrem opatřený dřevěný prvek splnil příslušné srovnávací kriterium, které norma stanoví pro příslušný klasifikační stupeň. To samozřejmě neznamená, že je dřevo skutečně nehořlavé. Pro účely projektu se tato klasifikace posuzuje tak, že dané zatřídění platí po dobu, po kterou použitý přípravek působí, tedy – zatím i u těch nejlepších nátěrů nejvýše 15 minut.

polyalkoholů), solí kyseliny fosforečné a nadouvadel (melaminu, dikyandiamidu atd.). V současné době jsou již užívány i modernější (zato dražší) přípravky na bázi vanadu, složitých organických komplexů, modifikovaných polyuretanů, silikonu, některé intumescentní hmoty vycházejí i z aplikací přírodního grafitu. Nátěr musí mít samozřejmě určitou vydatnost, obvykle 300 až 700 g.m^2 - v některých případech i více a musí být dobře zakotven do povrchu dřeva. Při styku s otevřeným ohněm dochází k redukci fosforečné soli na kyselinu fosforečnou a rychlé karbonizaci uhlíkaté složky při současném tepelném rozkladu nadouvadla a následném vývinu velkého množství nehořlavého plynu (dusíku), který postupně vytváří spolu s karbonizující složkou na povrchu dřeva tepelně izolační uhlíkatou barieru. Při použití jiného složení mohou být samozřejmě pyrolýzní produkty jiné a celá reakce může mít jinou podobu, výsledek je však vždy stejný – silná, tepelně izolující uhlíkatá bariera, přičemž pěnová vrstva může být silná až několik centimetrů (viz obr. 1 – nátěr DEXARYL B)[55]

Účinnost takto vzniklé vrstvy a její tepelně izolační schopnost je přímo závislá na struktuře pěny, která se ovšem mění v závislosti na průběhu požáru. Záleží totiž na tom, jak rychle se mění v hořícím prostoru teplota a vlhkost, zda je natřená plocha přímo vystavena ohni nebo zda je nátěr zakryt podhledem či jinak odstíněn přímému plameni atd. Nátěr byl zkoušen za konkrétních podmínek, stanovených příslušným zkušebním postupem a jeho funkce je tedy deklarována podmínkami, které stanoví příslušná norma. Jestliže v praxi budou tyto podmínky odlišné, může být odlišný i výsledný efekt. Nicméně dobrou funkci každého intumescentního nátěru na dřevo podmiňuje:

- Dobře připravený povrch. Dřevo nesmí být natřeno žádným předchozím přípravkem s vyjímkou vodných nebo lihových roztoků proti dřevokaznému hmyzu, plísním atd. Vyloučeny jsou veškeré syntetické či olejové, resp. jakékoliv jiné nátěry, nepřípustné jsou i lazurovací laky a podobné přípravky, dřevo musí být čisté. Nátěr musí být totiž do dřeva zakotven, zapenetrován, aby vznikající pěnová vrstva po povrchu nesjížděla, zejména v počátečních fázích.
- Nátěr je třeba aplikovat přesně podle technologického předpisu výrobce a to v množství (vydatnosti), které odpovídá platnému zkušebnímu protokolu akreditované zkušebny. Funkce nátěru, resp. výška pěnové vrstvy nenarůstá ve vztahu k nanesenému množství nátěru lineárně a k vypěnění u některých přípravků může dojít teprve tehdy, je-li na povrchu dřeva zkoncentrováno dostatečné množství funkčních složek.
- Podmínky zasychání a exposice nátěru musí odpovídat požadavkům výrobce. Prakticky všechny u nás užívané protipožární nátěry jsou citlivé na vlhkost a vodu, mohou být užívány výhradně v interiéru a ani po dokonalém vysušení a překrytí krycí vrstvou nesnášejí delší působení vysoké vzdušné vlhkosti nebo kondenzátů. V nevhodném prostředí jejich účinnost a životnost velmi rychle klesá
- Protipožární nátěry stárnou, zejména, jsou-li umístěny na přímém slunečním světle nebo ve vlhkém prostředí (koupelnách, kuchyních). Průměrná doba funkční životnosti (není-li průkaznou zkouškou doloženo jinak) se uvažuje 10 let za předpokladu, že na nátěr není dodatečně aplikována žádná další krycí vrstva, která by mohla jeho funkci ještě dále omezit.[32]

[32] Krycí vrstvy (nátěry) se na zpěňovatelný funkční nátěr aplikují jednak pro ochranu povrchu proti vzdušné vlhkosti, jednak pro dosažení vyššího lesku nebo matu – pokud je systém transparentní. Vždy to však musí být krycí nátěry předem se systémem odzkoušené – kompatibilní. Tloušťka takové vrstvy však může být nejvýše 20

- Funkce protipožárního nátěru a dalších dodatečných požárně bezpečnostních úprav se na stejném povrchu nesmí sčítat. Natřený prvek, dodatečně obložený sádrokartonem ztrácí požární odolnost, vyplývající z nátěru, protože ztrácí schopnost zpěnění. Pěna potřebuje prostor a pokud není kam, izolační vrstva se nevytvoří.

Protipožárních nátěrů určených pro snížení hořlavosti dřeva se na našem trhu nabízí k volnému prodeji pouze několik. Při případném nákupu je však třeba důkladně zvážit vhodnost jejich použití vzhledem k tomu, co stavebník potřebuje a co si může provést vlastními prostředky. Náročnější protipožární úpravy, tam, kde má dřevo zůstat transparentní a nátěry, které mají zaručit snížení hořlavosti do stupně **B** nebo dokonce **A** považuji za nutné svěřit odborným firmám, které k provedené úpravě vydají i potřebný doklad zaručující správnost provedení, nutný pro stavební řízení. Většina účinnějších systémů se ostatně volně k prodeji nenabízí, protože jejich výrobci (a následně i platná vyhláška) vyžadují, aby aplikaci prováděly pouze zaškolené, autorizované firmy.

8.2.1.2 Impregnace

Snížení hořlavosti dřeva lze provádět i povrchovou impregnací vodou ředitelnými přípravky, případně hloubkovou impregnací, prováděnou za vyššího tlaku nebo máčením dřeva v roztocích, obsahujících příslušný retardér hoření. Používané retardéry mají většinou polyfunkční účinek. Při požáru se rozkládají, uvolňují krystalovou vodu (Na_2CO_3, K_2CO_3, tetraboritan sodný, různé druhy kamenců) a/nebo vytvářejí nehořlavé plyny, které unikají z povrchu hořícího dřeva a ředí hořlavé spaliny natolik, že tlumí rozvoj plamene (různé amonné soli, fosforečné sloučeniny, halogenderiváty na anorganické i organické bázi atd.). Svým rozkladem zároveň odčerpávají z povrchu chráněné konstrukce teplo, které se musí využít na jejich rozklad a tím dále brzdí rozvoj hoření, současně omezují dodatečné žhnutí zuhelnatělých vrstev dřeva a některé další reakce.

Jejich účinnost je (s vyjímkou hloubkové tlakové impregnace) obvykle značně nižší, než u intumescentních nátěrů a proto jsou v současné době na ústupu, mj. i proto, že některé používané, zejména borité a fosforečné soli podporují z dlouhodobého hlediska stárnutí a degradaci povrchu dřevěných konstrukcí a jak uvádí J.Vinař [56], v některých případech může dlouhodobě dojít i k poklesu fyzikálně mechanických vlastností dřeva. Pro dřevostavby se takto upravené dřevo většinou nepoužívá.

8.2.1.3 Nástřiky,omítky, mazaniny

Ochrana dřevěných stropů proti ohni omítkou byla nařízena patentem Josefa II. roku 1785 a není vyloučeno, že obdobné ustanovení tohoto typu platilo již podle zvláštních předpisů, vydaných roku 1348 pro Nové město pražské Karlem IV. [57]. Obdobně byly – s velmi dobrým výsledkem - užívány i hliněné mazaniny, vyztužené slamou nebo proutím na stropech pod půdou obytných domů. Až do minulého století šlo o běžný způsob povrchové úpravy dřevěného podbití stropů obytných budov, sledující kromě požární ochrany i další funkce. Omítka či mazanina dřevo tepelně izoluje a brání přístupu vzduchu k povrchu, čímž účinně brání rozšíření požáru. Na druhé straně byly takto upravené stropy snadněji napadány dřevokaznými škůdci a houbami, zvláště v místech, kam ve stavbě zatékalo.

V moderním stavebnictví se tyto materiály pro snížení hořlavosti dřevěných konstrukcí již samostatně nepoužívají.

– 30 mikrometrů, aby nebránila vznikající pěně. Pokud by byl takový protipožární systém opakovaně natírán a tloušťka krycí vrstvy by přesáhla stanovenou mez, nátěr by jako celek mohl ztratit funkci.

8.2.1.4 Obklady

Obklady dřevěných konstrukcí pro snížení hořlavosti jsou vesměs prováděny v kumulaci s požadavkem na zvýšení požární odolnosti nosných nebo požárně dělících konstrukcí a z toho důvodu budou uvedeny až v příslušné kapitole.

8.2.2 Požární odolnost.

Vedle hořlavosti je rozhodujícím požadavkem na požárně technické vlastnosti dřevěných konstrukcí jejich požární odolnost. U tyčových nosných prvků se jedná o parametr R, tedy únosnost a stabilita, u plošných – svislých nebo vodorovných konstrukcí o mezní stavy R,E, I. Připomeňme si, jaké jsou požadavky na výše uvedené mezní stavy [54]:

Mezní stav únosnosti a stability $R_{(t)}$ nastává v okamžiku, kdy se konstrukce zřítí nebo není schopna nadále nést požadované zatížení. Jako mezní stav se u staticky zatížených tyčových prvků posuzuje ztráta stability (**R**), kdy se za kritickou teplotu považuje cca 300°C na nechráněném povrchu konstrukce, jako další kriterium je pak uvažován vztah mezi hloubkou uhelnatění a časem, přičemž je důležité, zda se hodnotí jednorozměrné vedení tepla (strop, resp. jednostranně namáhané plošné prvky) nebo dvourozměrné vedení tepla (nosník, sloup). U jednorozměrného vedení tepla dochází k rychlejšímu nárůstu hloubky zuhelnatění na začátku zkoušky, při dvourozměrném vedení tepla pak na konci zkoušky, kdy dochází i dřívější ztrátě nosnosti a stability.

Mezní stav teplot na neohřívaném povrchu $I_{(t)}$ nastane při zvýšení průměrné nebo lokální teploty nad nejvýše přípustnou hodnotu (podle současně platné normy 140°C + teplota okolního prostředí).

Mezní stav celistvosti $E_{(t)}$ nastává v okamžiku, kdy se v plošné konstrukci vytvoří trhliny nebo otvory, jimiž trvale pronikají produkty hoření nebo plamen.

Z požárního hlediska je dřevo jako nosný prvek kvalitním materiálem, který si při požáru zachovává svoji stabilitu po velmi dlouhou dobu. To je dáno samotným procesem hoření. V poslední etapě hoření se totiž na jeho povrchu vytváří zuhelnatělá vrstva, která následně další postup plamene zpomaluje. Pod touto vrstvou po určitou dobu dřevo nehoří a cca 15 mm pod zuhelnatělým povrchem je již dřevo úplně neporušené. Jak uvádí Osvald [58], lze to doložit nejenom nezměněnými fyzikálními vlastnosti, ale i obsahem hemiceluloz, jako nejcitlivější složky podléhající tepelnému rozkladu v této vrstvě, které zůstaly při zkouškách beze změny.

Již v r. 1971 odvodil Vl. Reichel [59] základní rychlosti odhořívání dřeva z povrchu dřevěných konstrukcí jako 0,5 až 0,9 mm/min a lze konstatovat, že je možno se tímto výpočtem řídit dodnes, protože podobné hodnoty udává i dnes zaváděná ČSN P ENV 1995-1-2 [60]. Vzhledem k tomu lze orientačně vypočítat přibližnou požární odolnost nechráněné dřevěné konstrukce či prvku.

To je důležité právě pro navrhování dodatečných způsobů protipožární ochrany těchto konstrukcí. Veškeré parametry v tomto smyslu užívaných požárně bezpečnostních zařízení jsou totiž (na rozdíl např. od oceli) **uvažovány jako příspěvek ke zvýšení požární odolnosti**, tedy jako hodnota, která se přičítá k vypočtené výchozí požární odolnosti nechráněného prvku.

Pro praxi je podstatné, že:

a) požární odolnost nosných tyčových dřevěných prvků je přímo závislá na jejich průřezu a statickém zatížení

b) prvky z lepeného dřeva dosahuji při stejném průřezu vyšších hodnot požární odolnosti než ze dřeva rostlého

c požární odolnost dřevěných konstrukcí je přímo závislá na velikosti ohněm zasažené plochy

Existují samozřejmě i další přímé a nepřímé závislosti, tyto však považuji pro dané téma za nejdůležitější.

2.2.1. Protipožární nátěry

Problematika protipožárních nátěrů byla diskutována již v odst. 2.1.1., týkající se hořlavosti. Na rozdíl od snížení hořlavosti, kde protipožární nátěr působil pouze jako tepelně izolační vrstva bránící přístupu vzduchu k povrchu natřeného prvku, je pro zvyšování požární odolnosti rozhodující především tepelně izolační schopnost vzniklé pěny, její struktura a životnost. Čím má pěna lepší strukturu, čím je soudržnější a čím déle vydrží při průběžně se zvyšující teplotě na chráněném povrchu, tím více nátěr přispívá ke zvýšení požární odolnosti. Není rozhodující její výška, ale to, zda je pěna syntaktická či ataktická, jak velké jsou jednotlivé buňky, jak dlouho trvá, než se pěna vytvoří, jak dobře drží na povrchu, jak rychle se vypálí do pevného skeletu a kdy začne praskat a odpadávat. V tom je určitý rozdíl od intumescentních nátěrů, užívaných na ocelové nosné konstrukce. Pěna se musí u nátěrů na dřevo vytvářet co nejrychleji, protože k odbourávání hemiceluloz, kterých je ve dřevě přibližně 20 – 35 % dochází již v teplotním intervalu mezi 150 až 170°C a celulózy, která tvoří základní složku dřeva (43 – 52 %) v intervalu kolem 250 až 300°C [59]. Startuje-li intumescentní reakce až po překročení těchto teplot, bývá již většinou pozdě a výsledky nátěrem dosažené budou nedostatečné. Situace je dále komplikovaná tím, že dřevo obsahuje vnitřní vlhkost, která se při požáru musí ze dřeva nejprve odpařit, což znamená, že nátěr musí být bez porušení propustný pro vodní páru vznikající v povrchových vrstvách až do dosažení teploty nejméně 100°C. Je třeba poznamenat, že se nejedná o kontaktní teploty na povrchu dřeva, ale o teploty, na které musí být prohřáty povrchové vrstvy dřevěného prvku do hloubky alespoň 5 – 10 mm. V praxi to znamená, že nátěr musí reagovat na kontakt s plamenem nejpozději během 1 až 2 minut.

Protože příslušná evropská norma pro stanovení příspěvku protipožárních ochran (požárně bezpečnostních zařízení) na zvýšení požární odolnosti dřevěných konstrukcí dosud není schválena[33], užívá se zatím pro tyto účely v ČR zkušební metodika ZP 9/97 [62], zpracovaná AO 216 PAVUS podle koncepce, z návrhu evropské normy vycházející. Aby byly vyloučeny náhodné vlivy defektů v rostlém dřevě, jsou pro zkušební tělesa užívány lepené prvky, zhotovené z aglomerovaných DV desek. Funkce nátěrů se hodnotí jednak na plošných, jednak na tyčových staticky zatížených prvcích a z výsledků je vypočítán příspěvek v minutách, o který se prodlouží požární odolnost natřené konstrukce daného průřezu proti stejnému průřezu prvků nenatřených. Pro jednotlivé druhy přípravků jsou pak podle potřeby zpracovány dimenzační tabulky. Příkladné řešení pro jeden z nejefektivnějších protipožárních nátěrů na našem trhu DEXARYL B Transparent [55] je uveden v tab. č.8-1:

[33] Dosud byla schválena a v září 2002 převedena do ČSN pouze předběžná EN

Dřevěný prvek	Průřez prvku [mm]	Požární odolnost nechráněného prvku t_n[min.]	Požární odolnost chráněného prvku t_{ch}[min.]
Nosník z rostlého dřeva	50/100	12,7	27,2
	70/140	17,7	32,2
	100/140	22,6	37,1
	115/200	27,5	42
	140/200	31,5	46
	150/250	25,9	50,4
	200/300	49	63,5
Nosník z lepeného dřeva	50/100	14,5	29
	50/120	15	29,5
	70/140	20,2	34,7
	100/140	25,9	40,4
	115/200	31,4	45,9
	140/200	36	50,5
	150/250	40,9	55,4
	200/300	52,8	67,3
Sloup z rostlého dřeva	100/140	12,9	27,4
	120/120	14	28,5
	140/140	16,2	30,7
	140/200	18,2	32,7
	150/250	21,3	35,8
Sloup z lepeného dřeva	100/140	14,8	29,3
	120/120	16	30,5
	140/140	18,5	33
	140/200	20,8	35,3
	150/250	24,3	38,5

Tab. 8-1

Jak je z tabulky zřejmé, jsou zde nejprve uvedeny požární odolnosti nechráněných prvků podle průřezu v mm a podle umístění v konstrukci (nosník, sloup), dále materiál prvku (lepené nebo rostlé dřevo) a k výchozím hodnotám přičtena průkaznou zkouškou zjištěná hodnota příspěvku konkrétního nátěru k požární odolnosti, která činí v daném případě 14,5 minuty. Tato hodnota se shoduje téměř přesně s průkaznou zkouškou podle dříve platné ČSN 73 0851 [54] na rostlém dřevě, kde požární odolnost Dexarylem natřeného sloupu o průřezu 130 x 130 mm činila 30 minut.



Obr. 8-2

Nátěry, aplikované na nenosné plošné konstrukce dosahují samozřejmě vyšších příspěvků a podle tloušťky chráněného dřeva (min. tloušťka činí 18 – 20 mm) může tento příspěvek činit až 20 minut. U těchto prvků je ovšem důležitá i povrchová úprava ploch, u kterých se nepředpokládá expozice

plamenem. Zkouškami v akreditované zkušebně PAVUS [63] bylo např. zjištěno, že deska, zhotovená ze smrkových palubek o tloušťce 18 mm, u které byla strana směrem k ohni upravena protipožárním nátěrem Dexaryl B, zatímco zadní strana zůstala bez ochrany, dosáhla požární odolnost necelých 20 minut. Tatáž deska, oboustranně natřena za stejných podmínek dosáhla 31 minut. Při bližším zkoumání (měřením tepelného pole) pak bylo zjištěno, že velkou roli hraje zejména u tenkostěnných plošných prvků vnitřní vlhkost, která při oboustranném nátěru nemůže z nechráněné strany difundovat dostatečně rychle a efekt intumescentního nátěru proto vydrží déle. Oboustranný nátěr rovněž chrání značně lépe i spáry mezi jednotlivými palubkami, což rovněž mohlo přispívat k prodloužení jeho funkce.

Protipožárních nátěrů pro zvýšení požární odolnosti se na českém trhu nabízí celá řada, obvykle však nejsou volně v prodeji, protože je nutné, aby byly aplikovány odbornou firmou, která převezme písemnou garanci za pro-vedení a v tomto smyslu vystaví i potřebný doklad pro stavební řízení. To ostatně vyžaduje i převážná většina výrobců i do-vozců těchto nátěrů, protože v případě selhání se jen obtížně dokazuje, zda je chyba v nátěru či jeho aplikaci. Správná tloušťka nátěru na povrchu dřeva se totiž prokazuje pouze velmi těžko a průkaz je značně nákladný.

Nabízeny jsou nátěry pigmentované i transparentní tam, kde zákazník vyžaduje, aby barva a struktura dřeva byla po nátěru nezměněna, někteří výrobci umožňují i volbu matného či lesklého provedení. Na obr. 8-2 je ukázka již zmíněného nátěru Dexaryl B Transparent na atypickém schodišti.

Podmínky aplikace a ostatní technické parametry pro tyto nátěry jsou shodné s nátěry, snižujícími hořlavost dřeva a uvedenými v odst. 8.2.1.1.

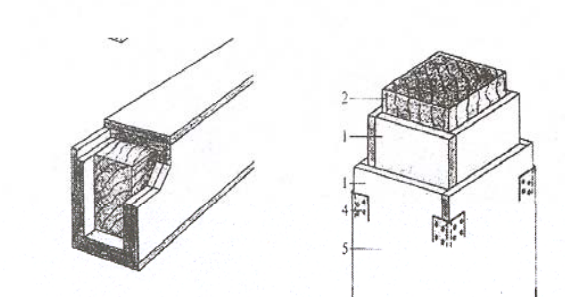
8.2.3 Impregnace dřeva

se pro zvýšení požární odolnosti neužívají. Impregnované dřevo sice při požáru povrchově nehoří, dochází však stejně k tepelnému rozkladu a vliv impregnace se na zvýšení požární odolnosti podstatněji neprojeví.

8.2.4 Nástřiky, omítky

platí totéž, co bylo řečeno v odst. 8.2.1.3. V letech 1980 – 1982 byl pracovníky tehdejšího VVÚSZ Malešice vyzkoušen podle ČSN 73 0851 pro zvýšení požární odolnosti dřevěných konstrukcí protipožární tepelně izolační nástřik PORFIX a dosáhl poměrně dobrých výsledků. S ohledem na řadu negativních vlastností se však tato aplikace neujala a další podobný systém od té doby již zkoušen nebyl [65].

8.2.5 Obklady



Obr. 8-3

Na rozdíl od omítek jsou protipožární obklady dřevěných konstrukcí používány v hojné míře a to zejména pro tyčové nosné prvky s vyšší požární odolností, v půdních vestavbách, stropních konstrukcích a všude tam, kde protipožární nátěr svými parametry nestačí.

Mezi nejrozšířenější protipožární obklady dřevěných konstrukcí patří sádrokartonové a sádrovláknité desky. Na rozdíl od ocelových konstrukcí mohou být tyto desky kotveny

přímo do obkládaného dřeva. Způsob aplikace je znázorněn na obr. 8-3[34]:

Pomocí vícevrstvých obkladů sádrokartonovými deskami lze dosáhnout požární odolnosti u nosníků a sloupů v závislosti na průřezu až R 90, přičemž nejmenší průřez obkládaného dřevěného prvku by měl činit podle některých atestů alespoň 80 x 100 mm.

Stejných hodnot požární odolnosti, ovšem při nižších tloušťkách použitých obkladů lze dosáhnout pomocí sádrovláknitých desek. Obdobně lze přímo obložit těmito deskami i spodní strany dřevěných záklopů z fošen nebo prken o tloušťce 25 až 50 mm a za předpokladu, že jsou spáry mezi prkny kryty lištou, případně zhotoveny na péro a drážku nebo polodrážku. Podle tloušťky použitých prken v podlaze lze dosáhnout sádro-vláknitým či sádrokartonovým obkladem požární odolnosti až REI 30, v některých případech i více.

Stejným způsobem lze chránit dřevěné konstrukce i řadou dalších požárně odolných tuhých desek, přibližně se stejným výsledkem. [66]

8.2.6 Lepené obklady dřeva:

Zvláštním případem jsou lepené obklady dřevěných nosných konstrukcí a podlah ORDEXAL D. Jedná se lehké desky na bázi minerální vlny objemové hmotnosti cca 200 $kg.m^{-3}$, kterými lze dosáhnout u sloupů i nosníků – při dodržení potřebného průřezu nosného prvku požární odolnosti až R 120. [67]

Desky ORDEXAL D jsou velmi vhodné zejména pro protipožární izolaci dřevěných podlah proti ohni, působícímu zespodu. Za podmínky, že jsou spáry mezi prkny kryty lištou, případně zhotoveny na péro a drážku nebo polodrážku.Bez ohledu na tloušťku použitých prken či fošen v podlaze, pokud je v rozmezí 25 až 50 mm, lze těmito obklady dosáhnout požární odolnosti až REI 120.

Na rozdíl od ostatních deskových obkladů však tento typ obkladů současně nahrazuje i tepelnou izolaci stropu, zlepšuje akustické parametry konstrukce a s ohledem na nízkou hmotnost je s výhodou použitelný i pro rekonstrukce starších objektů, kde je nutno brát ohled na celkové přitížení původních nosných konstrukcí.

8.3 Ekonomické hodnocení – závěr

Smyslem všech požárně bezpečnostních opatření ve stavbě je dosáhnout potřebného, normou a projektem předepsaného stupně požární bezpečnosti tak, aby byl spolehlivý, co nejdéle funkční a samozřejmě pro uživatele i nejlevnější. Ať se nám to líbí nebo ne, žádný investor nepovažuje protipožární opatření ve své stavbě za zlatý hřeb svého projektu a platí je hlavně proto, že mu nic jiného nezbývá, chce-li dodržet všechny předpisy a dosáhnout kýžené kolaudace.

Pokud tedy výše uvedené aplikace zvážíme z pohledu toho, kdo platí, lze mezi jednotlivými přípravky a materiály volit podle následujícího klíče:

Pro dřevěné konstrukce nezakryté podhledem, trámové krovy, půdní vestavby, dřevěná obložení a další prvky v obytných budovách či jiných dřevostavbách nevýrobního rázu, s požární odolností do R(EI) 30 D3 lze doporučit intumescentní protipožární nátěry. Volba jednotlivých typů bude záviset na stupni požární bezpečnosti (hořlavost, požární odolnost) a na estetických nárocích investora. Vyráběny jsou právě tak průmyslové nátěry na půdy, stodoly a hospodářská stavení, jako speciální transparentní nátěry s vysokou účinností, lesklé či matné pro použití v půdních vestavbách. Náklady na m^2 se mohou pohybovat od cca 40 až

[34] Použito obrázku z katalogu firmy RIGIPS a.s.

do cca 500 Kč, podle provedení a požadavků. Mezi nejlevnější přípravky patří např. Pragokor Pyronit, SYNPREG nebo CF, který je volně ke koupi v obchodech a který si může pro snížení hořlavosti natřít každý sám, až po čistě transparentní čiré nátěry pro snížení hořlavosti do stupně A, zvyšujících požární odolnost až o 15 minut (DEXARYL B Transparent, UNITHERM) a užívané v nejnáročnějších podmínkách průkazně vyškolenými firmami.

Životnost těchto přípravků je v současné době sledována již poměrně dlouho a lze konstatovat, že většina z kvalitnějších systémů je plně funkční alespoň 10 let. Zkoušky stárnutí některých nátěrových systémů na dřevo provádí akreditovaná zkušebna VVÚD v Březnici.

Pro použití do interiéru či tam, kde je nutno dbát na estetický vzhled, pro dosažení vyšších požárních odolností než 30 minut je nutno zvolit deskové či lepené obklady. Mezi nejlevnější patří obklady ze sádrokartonu a sádrovláknitých desek a obklady na bázi lepených obkladů ORDEXAL. Jejich cena bude přímo závislá na tvaru a umístění chráněné konstrukce a požární odolnosti, která má být dosažena.

Pro zvýšení požární odolnosti stropů/podlah a pro požární odolnost REI 60 až 120 minut lze doporučit již téměř výhradně desky ORDEXAL, protože požární odolnosti 120 minut nelze přímým obkladem jinak dosáhnout.

Závěrem lze připomenout mnohokrát opakované přísloví: "Dvakrát měř,jednou řež". Uvědomte si, že se materiálová báze všech výše uvedených ochranných přípravků nepřetržitě vyvíjí a projektanti, kteří Vám zpracovali technické podklady prostě při nejlepší vůli nemohou obsáhnout prakticky aktuální stav. Z toho důvodu lze doporučit před zahájením vlastní realizací zkonzultovat navržené řešení s pokud možno nezávislým odborníkem.

Literatura:

[46.] Vyhl. MV ČR 246/01 Sb. „O stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (Vyhláška o požární prevenci)"

[47.] ČSN EN ISO 13943 – „Požární bezpečnost – Slovník (73 0801)"

[48.] ČSN 73 0853 – „Požární bezpečnost staveb – Stanovení stupně hořlavosti stavebních hmot „

[49.] ČSN 73 0862 – „Požární bezpečnost staveb – Stanovení stupně hořlavosti stavebních hmot"

[50.] ČSN 73 0802 – „Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty"

[51.] ČSN 73 0804 - „Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty"

[52.] ČSN EN 13501-1 „Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukce staveb – Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň"

[53.] ČSN 73 0810 „Požární bezpečnost staveb - požadavky na stavební konstrukce"

[54.] ČSN 73 0851 „Požární bezpečnost staveb –Stanovení požární odolnosti stavebních konstrukcí"

[55.] DEXARYL B – Transparent – Technické materiály firmy J.Seidl a spol.,s.r.o. Katalogový list č. 02101, 02101A – viz www.seidl.cz, katalog

[56.] Jan Vinař: „Několik poznámek k historickým způsobům ochrany proti požáru".Sborník semináře „Protipožární ochrana památkových objektů", STOP, Praha 1999

[57.] Jan Muk: „Historické konstrukce" skripta

[58.] A.Osvald: Požiarná bezpečnosť stavieb na bázi dreva“, Sborník IV. mezinárodní konference FIRECO 2001

[59.] Vl. Reichel: Zábrana škod 1971, publikace ČP Praha

[60.] ČSN P ENV 1995-1-2 Navrhování dřevěných konstrukcí. Obecná pravidla – navrhování konstrukcí na účinky požáru. (Eurokódy)

[61.] J.Havlík: “Problémy s požární odolností u dřevěných konstrukcí“, Sborník přednášek, VŠB Ostrava 1995

[62.] ZP 9/97 „Zkušební předpis pro stanovení příspěvku protipožárních ochran ke zvýšení požární odolnosti dřevěných konstrukcí., PAVÚS a.s. Praha 1997

[63.] Protokol o zkoušce požární odolnosti č. Z-1.72-93, PAVÚS Praha, a.s., akreditovaná zkušebna 1026, Veselí n.L. 1993

[64.] Zpráva o zkoušce požární odolnosti č.071/Lou/1994, PAVÚS Praha, a.s., akreditovaná zkušebna 1026, Veselí n.L. 1994

[65.] Vl. Moravec: „Protipožární nástřiky a omítky“ INFORMACE č. 21/02, fa J.Seidl a spol.,s.r.o.

[66.] Technická dokumentace firem Knauf, Rigips, Thermax, Promat aj.

[67.] ORDEXAL D – Technické materiály firmy J.Seidl a spol.,s.r.o. Katalogový list č.02303 – viz www.seidl.cz, katalog

9 Mikroklima a zdravé životní prostředí

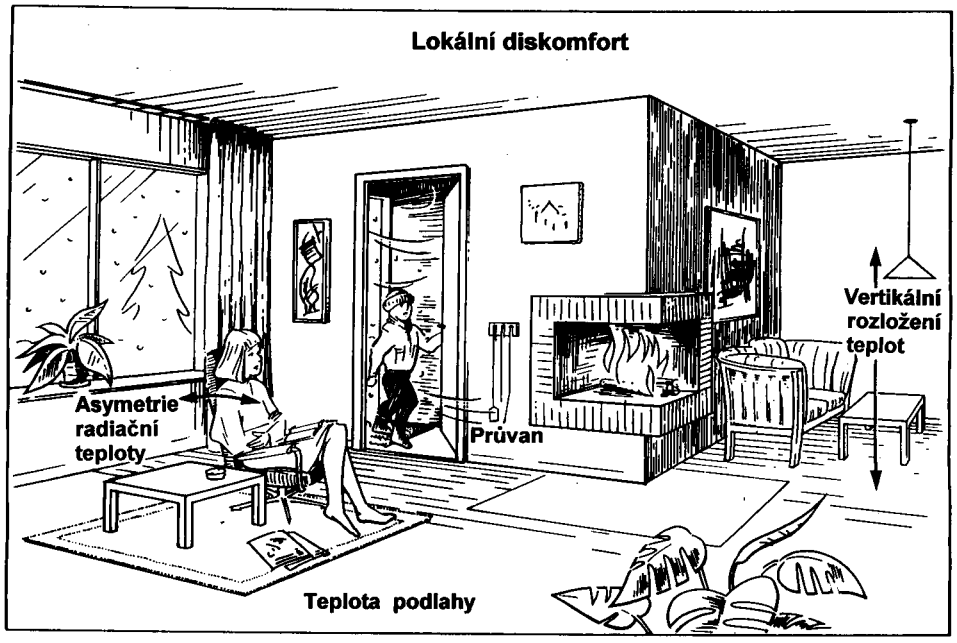
O kvalitě vnitřního prostředí v budově rozhodují fyzikální, chemické a biologické ukazatele vnitřního i vnějšího prostředí a jejich vzájemné vazby.

9.1 Fyzikální faktory vnitřního prostředí

Jde především o mikroklimatické podmínky vyjádřené teplotami, relativní vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu. Pro byty a bytové domy neexistují u nás žádné závazné předpisy, pouze doporučení daná technickými normami [1)] a odbornou literaturou. Mikroklimatické podmínky v bytech, které vyhovují většině lidí jsou následující:

Teplota vzduchu t_a by se měla celoročně pohybovat v rozmezí $t_a = 22 \pm 2$ °C. V létě by neměla překročit 26 °C, ale to je hodnota závislá především na venkovních teplotách a uvnitř ji můžeme ovlivnit vlastnostmi stavební konstrukce, dodatečnými stínícími prvky (žaluzie, baldachýny, zastínění objektu venkovní zelení apod.) a použitím řízeného větrání celého bytu (domu).

Samotná teplota vzduchu k popisu podmínek tepelné pohody nebo nepohody ve vnitřním prostředí nestačí, je zde celá řada dalších teplotních parametrů, které je třeba sledovat – obr. 9-1.



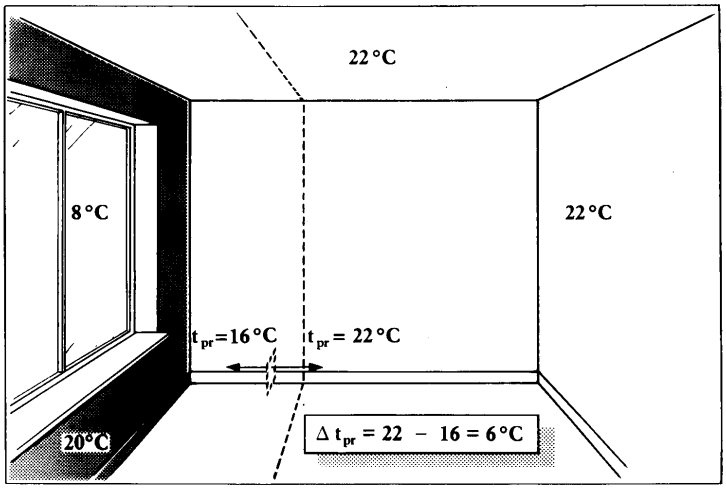
Obr. 9-1: Teplotní veličiny ovlivňující tepelnou pohodu ve vnitřním prostředí

Jestliže se v prostředí vyskytují radiační (sálavé) složky tepelného toku – pozitivní, např. sluneční radiace a sálavá složka vytápění i negativní, např. ochlazovací účinek zasklených ploch i chladných stěn obvodového pláště – nestačí k popisu tepelného stavu prostředí jen teplota vzduchu (suchá teplota měřená jakýmkoli teplotním čidlem), ale je třeba zhodnotit působení radiační složky ještě spolu s vlivem rychlosti proudícího vzduchu na výsledný

[1)] ČSN 06 0210, ČSN 73 0540, ČSN 73 4301

tepelný stav prostředí. Používanou veličinou, která toto působení respektuje je *výsledná teplota měřená kulovým teploměrem* t_g. Měla by se pohybovat ve stejném rozmezí jako teplota vzduchu v prostorech bez radiačních složek a vysoké rychlosti proudění, tedy také $t_g = 22 \pm 2$ °C.

Vlastní působení radiačních složek tepla v prostředí se vyjadřuje tzv. *radiační teplotou* t_r. Pro pocit tepelné pohody je rozhodující rozdíl radiačních teplot působících na člověka v místě jeho pobytu, vyjadřovaných jako *asymetrie radiační teploty* Δt_r. Pro horizontální směr působení – viz obr .2, má být $\Delta t_r < 10$ °C, pro vertikální směr působení (např. sálavé stropní vytápění) má být $\Delta t_r < 5$ °C.



Obr. 9-2: Princip stanovení asymetrie radiační teploty působící v horizontálním směru

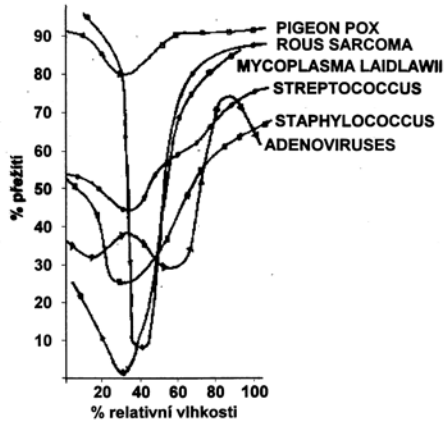
Důležitým parametrem je *rozdíl teplot* v úrovni hlavy a kotníků stojící nebo sedící osoby. Ten by pro zachování pocitu pohody neměl být větší než 3 °C.

Teplota podlahy t_s by se měla pohybovat v rozmezí 18 – 27 °C podle využití místností.

Důležitým požadavkem je, aby se teplota stěn místností nelišila od teploty vzduchu v místnosti o více než 2 °C.

Teplotní veličina, která se používá i při zjišťování chyb stavební konstrukce (tepelných mostů), nebo příčin růstu plísní v bytech je *teplota rosného bodu.*

Jednou ze základní veličin, která spolu s teplotou ovlivňuje právě růst plísní v bytech je vlhkost vzduchu, nejčastěji vyjadřovaná jako *relativní vlhkost vzduchu rh (%)*. Ta by se celoročně měla pohybovat v rozmezí 30 – 60 %. Je-li v prostředí dlouhodobě relativní vlhkost vzduchu větší než 60 %, je tento stav většinou doprovázen růstem plísní. Spory plísní jsou ve vzduchu všude kolem nás a vlhko a teplo jsou optimální podmínky pro jejich masivní růst a šíření se. Stejně tak pro růst mikroorganismů v prostředí – obr. 9-3.



Obr. 9-3: Růst některých mikroorganismů v závislosti na relativní vlhkosti vzduchu

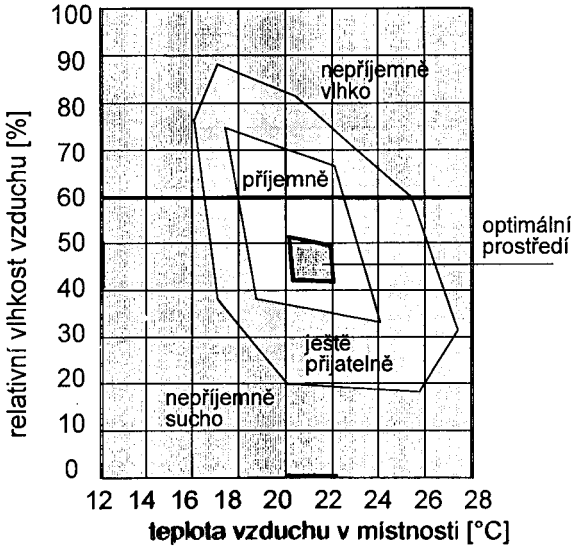
Trvale vysoká vlhkost v prostředí bytů je většinou způsobena (pokud je budova stavebně v pořádku) nedostatečným větráním. Běžné činnosti člověka v bytě představují velký zdroj vlhkosti (tab. 9-1), kterou je nutno z bytu dostatečným větráním odvést. Vezmeme-li v úvahu, že člověk je zdrojem vlhkosti (dýchání, pocení) průměrně 150 g vodní páry za hodinu, pak ve dvoučlenné domácnosti je to 7,2 litrů za den. Vlhkost je pouze ve formě vodní páry a jedinou možností jak ji z prostředí odvést je dostatečné větrání.

Druh činnosti		**Množství vodní páry**
ČLOVĚK	lehká činnost	30 – 60 g/h
	středně těžká práce	120 – 200 g/h
	těžká práce	200 – 300 g/h
KOUPELNA	s vanou	cca 700 g/h
	se sprchou	cca 2 600 g/h
KUCHYNĚ	při vaření	600 – 1 500 g/h
SUŠENÍ PRÁDLA (pračka 4,5 kg)		
	odstředěného	50 – 200 g/h
	mokrého kapajícího	100 – 500 g/h
ŽEHLENÍ PRÁDLA		cca 200 g/h
BAZÉNY (volné vodní plochy)		cca 40 – 50 g/m^{2}h
ROSTLINY		
Pokojové květiny		5 – 10 g/h
Vlhkomilné rostliny v květináči		7 – 15 g/h
Fíkus střední velikosti		10 – 20 g/h

Tab. 9-1: Některé zdroje vlhkosti ve vnitřním prostředí bytů

V otopném období nastává často i opačný extrém. Relativní vlhkost vzduchu klesá pod 20 %. To představuje pro lidský organismus již zcela nefyziologické prostředí, kdy dochází k vysychání sliznic, klesá tak obranyschopnost organismu a vyskytují se častěji respirační onemocnění.

Vnímání relativní vlhkosti vzduchu lidmi v závislosti na teplotě vzduchu je z hlediska tepelně vlhkostní pohody prostředí na obr. 9-4.



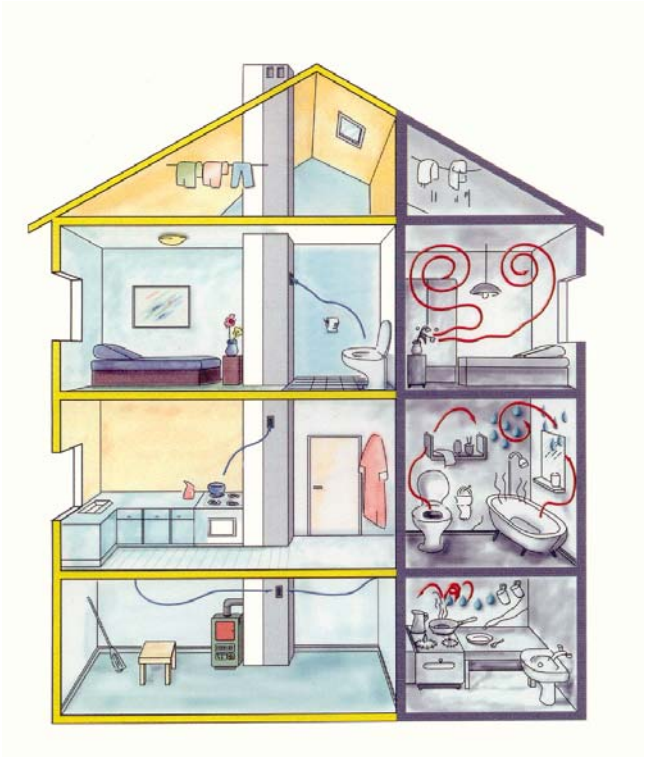
Obr. 9-4: Tepelně vlhkostní pohoda ve vnitřním prostředí budov

Velmi obtěžujícím faktorem může být *rychlost proudění vzduchu* v prostředí. Ta by se měla pohybovat v rozmezí 0,1 – 0,2 m/s. Je-li rychlost proudění nižší než 0,05 m/s, působí tento stav na člověka jako „těžký, nedýchatelný vzduch“, je-li vyšší než 0,25 m/s, způsobuje u citlivějších jedinců již silný pocit nepohody, pocit průvanu. Rychle proudící vzduch může kromě pocitu nepohody způsobit i zdravotní potíže, především v létě, kdy se člověk intenzivněji potí. Proudícím vzduchem dochází k tzv. adiabatickému odpařování potu. Teplo potřebné k odpařování je odebíráno z pokožky a ta je tím ochlazována. Typickým příkladem je, pustíme-li si v létě na sebe stolní ventilátor. Chvíli je to příjemné, postupně se ale ochlazení stává nepříjemným a může tak dojít i k silnému prochlazení ofukované části těla - a objeví se v parném létě rýma.

Všechny uváděné mikroklimatické parametry, jejich definice, způsob měření a měřicí přístroje jsou uvedeny v ČSN EN 7726 – Mírné tepelné prostředí – Přístroje pro měření fyzikálních veličin.

9.2 Chemické faktory vnitřního prostředí

Zdrojem škodlivin v interiéru je venkovní prostředí, podloží budovy, vlastní budova a její vybavení, činnost člověka i používané běžné čistící, kosmetické a regenerační přípravky.



Obr. 9-5: Zdroje znečištění ve vnitřním prostředí bytu

Škodliviny pronikající do interiéru z venkovního prostředí jsou závislé na lokalitě, kde se stavba nachází – ve městech a průmyslových zónách jde o oxidy dusíku, uhlíku a síry, ozón, organické chemické látky, pevné aerosoly, těžké kovy a celou řadu dalších, na venkově se jedná především o organické látky a pevné částice, často i alergenní povahy.

Pro hodnocení kvality vnitřního prostředí bytů z hlediska porovnání s limity pro chemické látky můžeme při absenci předpisů pro vnitřní prostředí bytů použít vyhlášku (zatím v návrhu) pro hodnocení jednotlivých faktorů vnitřního prostředí v pobytových místnostech[2)]. Limity pro některé chemické látky (jinými se vyhláška nezabývá) jsou v tab. 9-2.

Pro hodnocení lze použít i limity vyplývající z nařízení vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší.

[2)] Pobytové místnosti pro účely v této vyhlášce jsou definovány v §13 zákona č. 258/2000 Sb. o veřejném zdraví a liší se od definic ve vyhlášce č. 137/1998 Sb. právě vyloučením bytů a bytových staveb.

Chemická látka	Limitní hodnota
oxid dusičitý	100 μg.m^{-3}
frakce prachu PM 10*	150 μg.m^{-3}
frakce prachu PM 2,5**	80 μg.m^{-3}
oxid uhelnatý	5 000 μg.m^{-3}
ozón	100 μg.m^{-3}
azbestová a minerální vlákna***	1 000 vláken . m^{-3}
amoniak	200 μg.m^{-3}
benzen	7 μg.m^{-3}
toluen	300 μg.m^{-3}
suma xylenů	200 μg.m^{-3}
styren	40 μg.m^{-3}
etylbenzen	200 μg.m^{-3}
formaldehyd	60 μg.m^{-3}
trichloretylen	150 μg.m^{-3}
tetrachloretylen	150 μg.m^{-3}

* frakce prachu PM10 jsou prachové částice o průměru 10 μm, které projdou speciálním selektivním filtrem s 50% účinností

** frakce prachu PM 2,5 jsou prachové částice o průměru 2,5 μm, které projdou speciálním selektivním filtrem s 50% účinností

*** průměr vlákna < 3 μm, poměr délky a průměru vlákna je > 3:1

Tab. 9-2: Limitní koncentrace chemických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností

9.3 Biologické faktory vnitřního prostředí

Jde o plísně a dřevokazné houby, bakterie, viry, zvířecí a rostlinné alergeny. Jejich množství v interiéru opět závisí na vnějším znečištění i činnosti člověka ve vnitřním prostředí. Je zde patrný i vliv ročního období. Např. v létě po dešti najdeme ve vzduchu velké množství spor plísní, ale jen málo bakterií. Při nulových teplotách najdeme venku značné množství bakterií, zatímco spory plísní lze nalézt jen v minimálním množství.

Také zde se můžeme opřít o již zmíněnou vyhlášku o vnitřním prostředí pobytových místností budov. Podle tohoto předpisu je nepřípustný viditelný nárůst plísní na zdech i jakémkoli jiném povrchu v místnosti. Limitní hodnoty jsou max. 500 KTJ plísní/m^3 a 500 KTJ bakterií/m^3 vzduchu (při stanovení koncentrace biologických částic aktivním nasáváním vzduchu aeroskopem).

Jedním z častých alergenů v našich domácnostech jsou roztoči (obr. 9-5), resp. jejich zbytky a výkaly (guanin). Horní limitní hodnotou pro 1g prachu vysátého z lůžka, čalouněného nábytku nebo koberců jsou 2 μg alergenů roztočů, nebo 0,6 μg guaninu.



Obr. 9-5: Zvětšená fotografie jednoho z druhů roztočů

9.4 Větrání

Většinu škodlivin lze z vnitřního prostředí odstranit, nebo jejich výskyt omezit dostatečným větráním. Doporučená množství větracího (čerstvého) vzduchu vyjádřená jako násobnost výměny vzduchu v prostoru najdeme v ČSN 73 0540, ČSN 73 4301 a to ve výši 0,3 – 0,6 h^{-1} podle typu prostoru. Chceme-li stanovit množství vzduchu jako hygienický limit pro 1 osobu, vychází se zpravidla z množství kysličníku uhličitého v prostoru. Ukazatelem znehodnocení vnitřního ovzduší přítomností lidí je v praxi hodnota CO_2 ve výši 0,07 % objemových. Z této hodnoty, průměrné koncentrace CO_2 ve venkovním ovzduší a hodnoty produkce CO_2 člověka při klidové aktivitě vyplývá požadovaný objemový průtok čerstvého vzduchu v množství 25 $m^3.h^{-1}$ na 1 osobu.

Základem je přirozené větrání s infiltrací a exfiltrací vzduchu (průnik vzduchu netěsnostmi oken, dveří a pláště budovy), při použití těsných oken musí být infiltrace nahrazena tzv. mikroventilací, tj. systémem větracích štěrbin, které jsou přímo součástí oken (zasklení nebo rámu i ostění okna), nebo jsou umístěny na fasádě. Měly by být regulovatelné, ať už individuálně uživatelem bytu nebo automaticky většinou od čidla vlhkosti. Jejich použitím nesmí dojít ke zhoršení akustických vlastností oken, ani ke zvýšenému průniku nečistot z venkovního do vnitřního prostředí..

Předpokladem správné funkce přirozeného větrání je i občasné provětrání místností, tzn. tam, kde tomu nebrání vysoké venkovní znečištění nebo hluk, otevřít na krátkou dobu (5 – 10 min) plný průřez okna a rychle vyměnit vzduchu v místnosti, aniž by (v zimním období) došlo k poklesu teploty vnitřních stěn..

V prostorách bytu, kde dochází k vývinu škodlivin, především již zmiňované vlhkosti, by mělo být větrání posíleno malými odtahovými ventilátorky – v koupelnách a WC, s minimálním výkonem 20 $m^3.h^{-1}$ odsávaného vzduchu z WC a 60 $m^3.h^{-1}$ z běžných vanových koupelen.

V kuchyních je nucený odvod vzduchu přes odsávací digestoř nad sporákem – vždy s odvodem vzduchu mimo budovu. Používané recirkulační digestoře jsou účinné pouze na záchyt tukových částeček, velmi krátkou dobu na záchyt pachů a zcela neúčinné na odvod vlhkosti z prostoru. Doporučují se kuchyňské digestoře s možností regulace průtoku v rozmezí 200 – 300 $m^3.h^{-1}$ odsávaného vzduchu.

Budeme-li uvažovat pouze přirozené větrání s náhodným otevíráním oken a nekontrolovatelnou infiltrací vzduchu závisející na venkovních podmínkách (resp. rozdílu teplot vnitřního a vnějšího vzduchu), síle a směru větru, orientaci budovy apod., je tento způsob větrání značně energeticky nákladnou záležitostí. Řešením je tzv. řízené větrání (i větrání přirozené), kdy množství větracího vzduchu je řízeno některým z čidel umístěných ve vnitřním prostoru místností (čidlo vlhkosti, CO_2, radon apod.). Nesmíme zapomínat, že

dostatečné množství přiváděného vzduchu je i podmínkou pro správnou funkci plynových spotřebičů v místnosti – je třeba vždy zajistit potřebné množství spalovacího vzduchu.

Není-li přirozené větrání dostatečné[3)], nebo volíme-li provozně levnější způsob větrání, používají se různé systémy větrání nuceného.

9.5 Podtlakové individuální větrací systémy

Systémy s přirozeným přívodem venkovního větracího vzduchu a s nuceným odvodem odpadního vzduchu. Větrací vzduch se do prostředí dostává podtlakem vyvolaným činností malých odsávacích ventilátorů. Přívod vzduchu musí zajistit infiltrace nebo mikroventilace oken, nebo regulovatelné štěrbiny na fasádě budovy. Podle doporučení našich technických norem nelze vzduch odváděný z koupelen a WC směšovat ve společném odtahu se vzduchem odváděným z kuchyně (mohlo by dojít k přefuku pachů a ostatních látek z jednoho prostředí do druhého). Použití jednotrubkových systémů s instalovanou těsnou zpětnou klapkou je možné pouze po schválení příslušnou institucí[4)].

9.6 Podtlakové centrální větrací systémy

Systémy s přirozeným přívodem venkovního větracího vzduchu a s nuceným odvodem odpadního vzduchu, kdy je odvod vzduchu zajištěn jedním centrálním ventilátorem nebo větrací jednotkou. Systém může fungovat pro jeden samostatný byt, nebo pro skupinu bytů u vícepodlažních domů většinou dispozičně umístěných nad sebou. Výhodou systému je stabilita vyregulovaných průtoků vzduchu a možnost jeho použití pro řízené větrání. Nevýhodou je, že jsou s plným výkonem stále větrány všechny místnosti bez ohledu na jejich okamžité využití nebo obsazení osobami. Je třeba také počítat s akustickými úpravami zamezujícími šíření hluku do okolí (při umístění na střeše budovy) a přenosu hluku a vibrací do objektu.

9.7 Rovnotlaké individuální větrací systémy

Systémy s nuceným přívodem i odvodem vzduchu s jednou bytovou větrací jednotkou nebo s několika pokojovými jednotkami kombinovaný s odsáváním vzduchu. Tyto systémy umožňují dostatečné větrání bytu upraveným vzduchem (filtrace, ohřev, chlazení). Lze uplatnit zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu.

Výhodou je zajištění komfortního a ekonomického větrání i při zcela těsných oknech. Zařízení je určeno pro trvalý provoz řízený mikropocesory s útlumem provozu v noci nebo při opuštění místností. Nevýhodou jsou vyšší investiční náklady a nároky na prostor pro instalaci vzduchotechnické/klimatizační jednotky.

[3)] Stanovit výměnu vzduchu v prostoru s přirozeným větráním je možné některou z metod uvedených v ČSN EN ISO 12569 – Tepelné vlastnosti budov- Stanovení výměny vzduchu v budovách – Metoda změny koncentrace indikačního plynu.

[4)] v řízení vedeném podle stavebního zákona pracovníky Zdravotních ústavů (do konce roku 2002 pracovníky hygienické služby)

9.8 Rovnotlaké centrální větrací systémy

Jsou obdobou předchozích systémů s tím rozdílem, že vzduchotechnická jednotka je společná pro jeden nebo více bytů.

Dostatečné větrání je podmínkou zdravého životního prostředí v budovách. U energeticky úsporných staveb je třeba energeticky náročné přirozené větrání nahradit kontrolovatelným řízeným větráním, které zajistí splnění hygienických požadavků na vnitřní prostředí při minimálních provozních nákladech.

10 Vytápění

10.1 Úvod

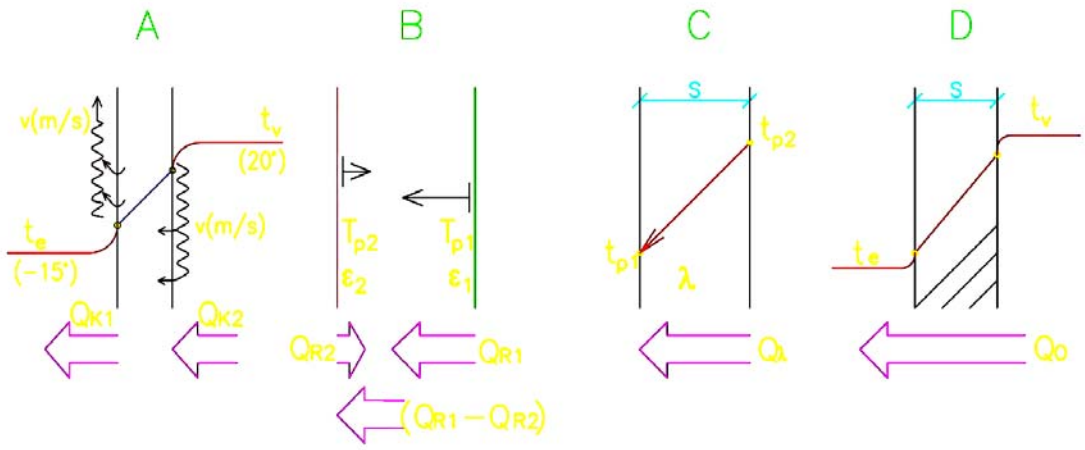
Vytápěcí zařízení má zajistit především tepelně vlhkostní mikroklima v oblasti pobytu člověka v místnosti. Vedle toho může vytápění sledovat požadavek ochrany stavební konstrukce nebo zařízení, zejména zajištění povrchové teploty nad teplotou rosného bodu vzduchu v místnosti nebo ovlivňovat transport vlhkosti ve vzduchu a konstrukci.

Splnění obou požadavků, tj. zajištění tepelné pohody i ochrany stavební konstrukce je spjato neodmyslitelně se stavební konstrukcí, zejména s tepelně technickými vlastnostmi obvodového pláště, ale i režimem a způsobem využívání místností v budově.

Jak se uplatní tato vzájemná vazba mezi konstrukcí budovy a vytápěním se projeví ve volbě teplosměnných ploch. Některé zásady návrhu teplosměnných ploch, které jsou dále v příspěvku představovány, jsou však dále ovlivněny použitým topným zdrojem, režimem užívání a požadavkem na uživatelský komfort.

10.2 Sdílení tepla

Pro pochopení vytápění je nutné znát zásady sdílení tepla. Například v kotli spalujeme palivo, spaliny předávají teplo otopné vodě, ohřátá voda proudí potrubím z kotle k tělesům, z tělesa se teplo předá do místnosti a z místnosti se pak teplo ztrácí do chladného venkovního prostoru. Vždy při předávání, ztrácení, příjmu tepla, proudění se jedná o sdílení tepla.



Obr. 10-1 Schematické zobrazení způsobu sdílení tepla

A Konvekcí (prouděním), B Radiací (sáláním), C Kondukcí (vedením), D Prostup tepla stěnou

10.2.1 Sdílení tepla konvekcí (obr. 10-1A)

Proudí-li tekutina, např. vzduch podél hmotného tělesa, např. stěny, která je chladnější, bude se do ní předávat ze vzduchu teplo, jakoby se teplo do stěny „tlačilo“ a to tím více, čím bude větší rychlost proudění vzduchu podél stěny. Opačně bude-li např. na venkovní straně stěny proudit vzduch, pak teplo ze stěny jakoby se „nasávalo“, a to více, čím větší bude rychlost proudění vzduchu.

Teplo se předalo do stěny a na druhé straně bylo ze stěny odejmuto konvekcí (prouděním).

K tomu, abychom si dokázali spočítat množství tepla, které za hodinu prošlo do stěny (bylo odejmuto) stanovujeme součinitel přestupu tepla (α).

Součinitel přestupu tepla (α) vyjadřuje množství předaného (odejmutého) tepla za hodinu (výkon) vztažený na 1 m^2 povrchu stěny při rozdílu teploty vzduchu v okolí (t_v) a teploty na povrchu stěny (t_p) o jeden stupeň Celsia. $|t_v - t_p| = 1$ °C.

Velmi přibližně je součinitel přestupu tepla (α) pro rychlost proudění vzduchu (v) podél stěny:

v (m/s)	0,1	0,2	0,4	0,5	1,0	2,0	3,0
α (W/m^2K)	6,0	7,3	9,7	10,5	14,0	18,7	24,4

Výkon při předání tepla konvekcí se stanovuje ze vztahu:

$$Q_K = S \cdot \alpha (t_v - t_p)$$

Např. pro S = 1 m^2, α = 8 W/m^2K, t_v = 20 ^{0}C, t_p = 16 ^{0}C je $Q_K = 1 \cdot 8 (20 - 16) = 32$ W

10.2.2 Sdílení tepla sáláním (radiací) (obr. 10-1B)

Teplo z povrchu teplejšího tělesa (1) bude sálat na opačné těleso (2), u něhož je povrchová teplota nižší. Přenos tepla je z plochy povrchu na plochu povrchu a vzduch mezi sálavými plochami těles se neohřívá (platí pouze přibližně a sice v závislosti na znečištění ovzduší, např. vodní párou, CO_2 , prachem apod.).

Množství předaného (vysálaného tepla) závisí na rozdílu čtvrté mocniny povrchových teplot (v absolutní stupnici $T_p = t_p + 273$) a z rozdílu součinitelů pohltivosti povrchu materiálu (ε). Konstantní ve výpočtu zůstává součinitel sálavosti absolutně černého tělesa, označovaný C = 5,77 W/m^2 . K^4. Sálání tělesa je vztaženo na absolutní teplotu a každé těleso nad teplotu – 273 °C vydává teplo sáláním. Podle obr. 10-1B je pro dvě rovnoběžné plochy tělesa výkon v závislosti na povrchových teplotách a součinitelích přestupu dán vztahem:

$$Q_R = Q_{R1} - Q_{R2} = S_1 \cdot \varepsilon_1 \cdot 5{,}77 \cdot \left(\frac{T_{p1}}{100}\right)^4 - S_2 \cdot \varepsilon_2 \cdot 5{,}77 \cdot \left(\frac{T_{p2}}{100}\right)^4$$

Pro plochu S = 1 m^2 a součinitel pohltivosti ε = 1 je vysálané množství tepla z povrchu tělesa v závislosti na povrchové teplotě:

$T_p = 273 + 0$ °C	$Q_k = 320$ W/m^2
$T_p = 273 + 20$ °C	$Q_k = 424$ W/m^2
$T_p = 273 + 50$ °C	$Q_k = 627$ W/m^2
$T_p = 273 + 100$ °C	$Q_k = 1116$ W/m^2
$T_p = 273 + 200$ °C	$Q_k = 2888$ W/m^2

Součinitel pohltivosti materiálu závisí od úpravy povrchu materiálu a je např. pro:

dřevo	ε = 0,9
nátěr matný	ε = 0,98
nátěr olejový	ε = 0,92
omítka	ε = 0,93
leštěné kovy	ε = 0,05
pozinkovaný plech	ε = 0,23
hladký kámen	ε = 0,42

Obecně leštěné povrchy (zrcadla) nepohlcují sálavé teplo, ale dobře jej odrážejí (např. jsou vhodné na povrch stěny za otopným tělesem) a naopak matné povrchy dobře pohlcují teplo, např. vhodný je matný nátěr otopného tělesa, přičemž na odstínu barev prakticky nezáleží.

Stanovení výkonu sálavého tělesa, jak bylo naznačeno u dvou rovnoběžných povrchů těles, lze považovat za relativně přesný způsob podle uvedeného výpočtu. Daleko složitější je to při stanovení nestejných ploch, např. sálání malé plochy na velkou plochu a nebo na plochy, které nejsou se sálavým povrchem rovnoběžné. Obecně lze uvažovat, že sálání z velké plochy na malou plochu bude dávat malý výkon a naopak z malé plochy na velkou plochu bude dávat výkon velký. Např. u velkoplošného sálavého stropního vytápění z hlediska osálání temene hlavy musí být povrchová teplotaosálané plochy poměrně nízká a naopak pro stejné osálání temene hlavy může mít sálavý panel s malou plochou poměrně vysokou povrchovou teplotu.

10.2.3 Sdílení tepla vedením (obr. 10-1C)

Z povrchu stěny o vyšší teplotě prochází více tepla napříč materiálem, pokud je více vodivý, tj. má-li větší součinitel vodivosti (λ). Součinitel vodivosti (λ) je např. pro:

dřevo při vedení kolmo k vláknům	0,14 až 0,24 W/mK
dřevo při vedení rovnoběžně s vlákny	0,29 až 0,43 W/mK
beton	1 W/mK
ocelový plech	50 W/mK
pěnový polystyren	0,4 W/mK

Při stejné tloušťce stěny projde, jak je uvedeno, betonem čtyřikrát více a ocelí dvěstěkrát více tepla, než například dřevěnou stěnou.

Výpočet prošlého množství tepla za hodinu (výkon) pak stanovíme ze vztahu:

$$Q_\lambda = S \cdot \frac{\lambda}{s} (t_{p1} - t_{p2})$$

Např. dřevěnou stěnou tloušťky s = 0,1 m na ploše S = 1 m^2 při t_{p1} = 17 °C a t_{p2} = -10 °C bude tepelná ztráta z vedení tepla:

$$Q_\lambda = 1 \cdot \frac{0{,}25}{0{,}1} (17 + 10) = 67{,}5 \text{ W}$$

Tento výpočet je platný pro ustálený stav.

10.2.4 Tepelná akumulace konstrukce

Pro změny teplot, např. uvnitř budovy při náběhu vytápění či přerušovaném vytápění a nebo vychládání je důležité vědět, jak rychle se konstrukce ohřeje nebo za jak dlouho konstrukce vychladne na určitou teplotu. Tuto vlastnost materiálu stěny vyjadřuje tepelná jímavost materiálu.

Rozhodujícím kriteriem pro posouzení množství tepla na ohřátí stěny a času pro dosažení ustáleného stavu je tepelná jímavost materiálu použitého na stěnu, u které se na její jedné straně změní teplotní podmínky.

Tepelná jímavost materiálu je vyjádřena vztahem:

$$b = \lambda \cdot c \cdot \rho \quad (W^2 \cdot s \cdot m^{-4} \cdot K^{-2})$$

kde:

λ	je součinitel tepelné vodivosti	$(W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$
c	měrná tepelná kapacita	$(J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$
ρ	objemová hmotnost	$(kg \cdot m^{-3})$

Pro zjednodušené porovnání tepelných vlastností materiálů uveďme přibližně jejich tepelné jímavosti b (hodnoty orientační):

Dřevo měkké kolmo k vláknům	256 020	$(W^2 \cdot s \cdot m^{-4} \cdot K^{-2})$
Beton prostý	2 217 600	
Beton liapor	352 000	
Zdivo CDK	725 000	
Pěnový polystyren	1 860	
Rotaflex	1 425	

Zjednodušeně lze z těchto hodnot usoudit, že u materiálu s nižší tepelnou jímavostí se dosáhne ohřátí na požadovanou teplotu rychleji a množství tepla na dosažení jejich ohřátí na teplotu ustáleného stavu bude zároveň menší.

Stěny s velkou tepelnou jímavostí udrží více tepla a jsou vhodné pro nepřerušované vytápění, pro které platí vyhláškou pravidlo, že při poklesu průměrné denní teploty po dva dny pod 13 C v topném období (1.9 až 31.5) je důvod pro vytápění. Kriteriální teplota 13 °C byla vyhláškou z r. 1989 zvýšena z 12 °C na 13 °C zejména proto, že budovy z posledního období jsou méně hmotnější, někdy i s nižší tepelnou jímavostí konstrukce. Teplo z konstrukcí s nižší tepelnou jímavostí a s menší tloušťkou stěny (i s větší izolační schopností) neudrží tak dlouho teplo a v topném období místnost v případě nevytápění rychle vychladne. Jeto důvod pro spuštění vytápění při poklesu pod venkovní teplotu + 13 °C i v kratším časovém úseku než dva dny.

Naopak při přerušovaném nebo tlumeném vytápění je vhodné volit konstrukci s nižší tepelnou jímavostí (s nižší tloušťkou konstrukce) tak, aby po zatopení bylo rychle dosaženo příznivě vysoké povrchové teploty, zejména u nejochlazovanější části konstrukce. Více je uvedeno v kapitole 10.6. o dynamickém hodnocení obvodového pláště.

10.2.5 Prostup tepla (obr. 10-1D)

Prostup tepla, např. obvodovou konstrukcí, je součtem vedení tepla materiálem a přestupů tepla na obou stranách stěny. Prostup tepla je vyjádřen součinitelem prostupu tepla (k), který určuje množství tepla (výkon), které za hodinu projde stěnou 1 m^2 při rozdílu teplot vzduchu na obou stranách 1 °C.

Součinitel prostupu tepla (k) násobíme plochou (S) a rozdílem teploty vzduchu na vnitřním líci stěny (t_v) a teploty venkovního vzduchu (t_e) a stanovíme výkon:

$$Q_o = k \,.\, S\,(t_v - t_e)$$

Např. pro k = 1 W/m^2K, plocha S = 1 m^2, t_v = 20 °C, t_e = -15 °C je tepelná ztráta (výkon) prostupem:

$$Q_o = 1 \,.\, 1\,(20+ 15) = 35 \text{ W}$$

10.3 Vytápění z hlediska tepelné pohody

Člověk v budově při své činnosti vyvíjí teplo nazývané teplem metabolickým. Podle námahy se tato tepelná produkce stanoví na jednotku povrchu a je např.:

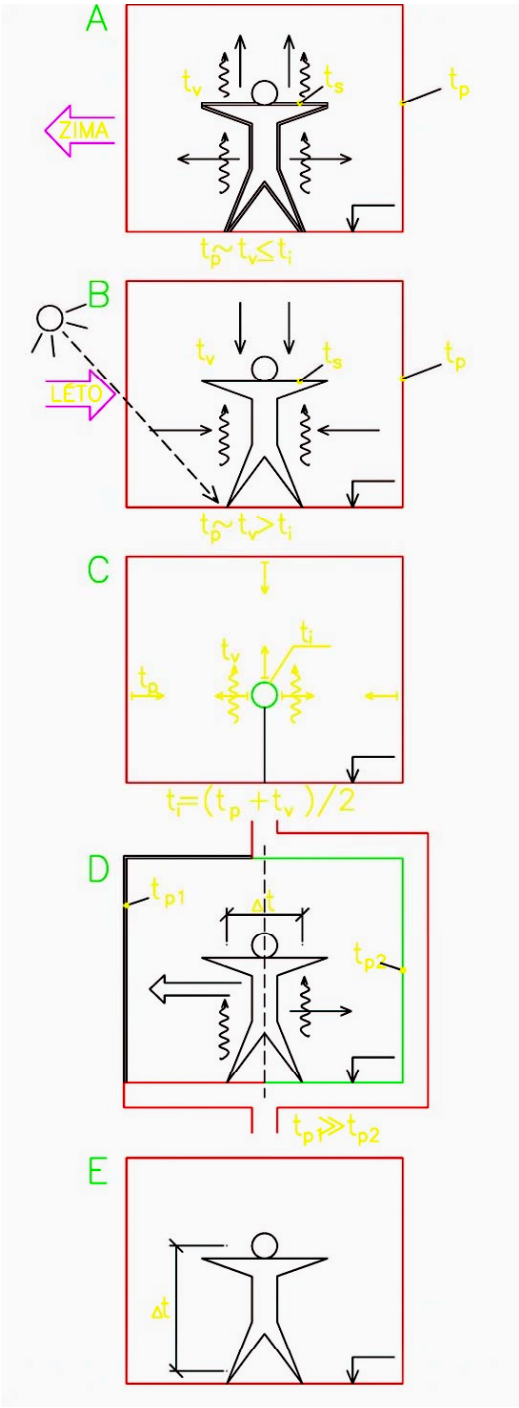
Q_m = 40 W/m^2 při klidu

Q_m = 100 až 130 W/m^2 při lehké činnosti s pohybem

Q_m = 220 až 420 W/m^2 při tanci (od valčíku k polce)

Člověk sdílí metabolické teplo do okolí převážně:

- prouděním (konvekcí) tak, že vzduch okolo povrchu člověka toto teplo odebírá
- sáláním (radiací) z povrchu těla, resp. povrchu oděvu na povrch místnosti (strop, stěny, podlaha).



Obr. 10-2 Schéma sdílení tepla od subjektu (člověka) do prostoru místnosti

A Při ochlazování místnosti (v zimě),
B Při ohřívání místnosti (v létě),
C Měření celkové (výpočtové) teploty kulovým teploměrem,
D Rozdílnost povrchových teplot v poloprostorech místnosti,
E Rozdílnost teploty vzduchu po výšce

Za ideální (při vytápění nebo chlazení místnosti) se považuje stav, kdy odchází přesně, podle činnosti člověka, vyprodukované množství metabolického tepla.

V zimních měsících je tedy smyslem vytápění ohřát vzduch a zajistit na povrchu místnosti takové teploty, které dovolí odvod metabolického tepla od jednoho, resp. více osob (obr. 10-2A).

Při nižší teplotě vzduchu a nebo povrchu stěn se vytváří u člověka pocit chladu – je odváděno větší množství tepla do vzduchu a nebo se větší množství tepla vysálá na povrch stěn.

V letních měsících naopak je často teplota vzduchu, resp. teplota povrchu místnosti tak vysoká, že prostředí od člověka není schopné přijmout produkované metabolické teplo. Vytváří se stav přehřátí člověka, teplo se sdílí pocením, člověk má tendenci zklidnit činnost k nehybnosti, aby produkce tepla byla nízká (obr. 10-2B). Celkově tak vzniká nepohoda z nadměrné teploty v okolí člověka. V letních měsících s významným podílem slunečního záření je u místností s velkými tepelnými zisky nutné navrhovat chlazení, kterým snižujeme teplotu vzduchu, ale i následně a nebo prioritně také teplotu povrchu místnosti na přijatelnou mez, při které je na jakési úrovni odvod metabolického tepla.

Je-li vydání tepla člověkem do vzduchu v místnosti (konvekce) a na povrch místnosti (radiace) předpokladem pohody, je třeba při vytápění nebo při chlazení vždy sledovat teplotu vzduchu, ale také teplotu povrchu místnosti.

Pro pohodu člověka se stanovuje teplota, která je složena z obou teplot, tedy z teploty vzduchu (t_v) a průměrné teploty ze všech ploch povrchu místnosti, která se nazývá

účinná povrchová teplota (t_p). Účinná povrchová teplota se stanoví podle teplot povrchů (t_{pi}) na jednotlivých plochách místnosti (S_i) (okna, obvodové stěny, příčky, strop, podlaha) podle vztahu:

$$t_p = \frac{\sum_1^n t_{pi} S_i}{\sum_1^n S_i}$$

Teplota pohody (t_i) je vyjádřena podle účelu místnosti (činnosti a oblečení člověka) jako základ pro její trvalé udržení v době pobytu člověka v místnosti v zimním i letním období. Je předepsána např. normou ČSN 06 0210 a ztráty tepla v zimním období musí být vykompenzovány výkonem otopné plochy tak, aby byla tato teplota trvale zajištěna. Je podkladem pro výpočet tepelné ztráty a návrh otopné plochy.

Přibližně je výpočtová teplota (t_i) rovna teplotě tepelné pohody člověka a stanoví se jako aritmetický průměr z teploty vzduchu v místnosti (t_v) a účinné povrchové teploty (t_p) ze vztahu:

$$t_i = \frac{t_v + t_p}{2}$$

Normou je dána t_i

pro obytné místnosti	20 °C
pro lázně a koupelny	24 °C
chodby	15 °C apod.

Normou daná kritéria pro teplotu (ti) (součtová teplota, jinak též výpočtová teplota) podle uvedeného vztahu nemusí vyjadřovat tepelnou pohodu v případě velkého rozdílu mezi teplotou vzduchu (t_v) a účinnou teplotou povrchu (t_p) (v klidu nastává nepohoda, je-li rozdíl nad 7 °C a při fyzické práci nad rozdíl 10 °C).

Je dohodnuto měřit výslednou teplotu (t_i) v místnosti kulovým teploměrem v ose místnosti ve výšce 1 m nad podlahou. Rtuťový teploměr umístěný v černé kouli zajišťující stínění od povrchu místnosti vyjadřuje nejlépe odpovídající stav teploty pohody a v případě nedodržení této hodnoty je důvodemk provedení úpravy ve způsobu vytápění místnosti.

Vliv oděvu se započítává jako vedení tepla z povrchu člověka na povrch oděvu a je tedy rozhodující pro tepelný odpor oděvu vodivost materiálu a tloušťka vrstvy a další předání tepla konvekcí a radiací je pak úměrné teplotě povrchu oděvu (t_{ps}). Vliv součinitele pohltivosti (ε) na povrchu oděvu určuje jaká je intenzita předání tepla sáláním.

Při různých systémech vytápění a různých teplotách povrchu obvodového pláště se vytváří i rozdíl mezi teplotami, které jsou v pobytové zóně u člověka:

- po výšce (obr. 10-2E) – mezi teplotou v úrovni hlavy a teplotou v úrovni kotníků podle tepelného odporu oděvu (R = 0,1 až 0,4) se nepohoda vytváří při vyšším teplotním rozdílu než 24 °C (pozitivní rozdíl) a 1,5 až 7 °C (negativní rozdíl). Lidské tělo tedy snáší lépe zvýšení teploty v úrovni hlavy než naopak u kotníků.
- vodorovně (obr. 10-2D) – z nepříznivého účinku, např. prosklené stěny, resp. stropu v poloprostoru pomyslného pobytu člověka. Intenzivně ochlazovaný poloprostor z prosklené části vytváří intenzivní účinek sálání z povrchu člověka a zároveň v druhé části z poloprostorem s vyšší povrchovou teplotou je účinek sálání od člověka nižší. Při

průhledných výplních, např. skleněných oknech, je pro vliv sálání do tohoto prostoru rozhodující nejen povrchová teplota, ale velikost součinitele propustnosti skleněné plochy.

Pozn.: Z tohoto hlediska není vhodné provádět prosklení bazénů nebo koupelen, neboť člověk je bez oděvu (vyšší povrchová teplota pro konvekci, ale hlavně radiaci) a při vlhkém povrchu těla se přidává při odpařování i ochlazování povrchu těla pro získání skupenského tepla výparného.

Při nízké účinné povrchové teplotě (t_p) je vždy nutné pro pohodu člověka zvyšovat teplotu vzduchu v místnosti a tím je dán i vyšší požadavek na výkon tělesa. Z tohoto hlediska nejsou některá současná hodnocení prosklených ploch obvodových plášťů, vycházejíc pouze z prostupu tepla, dostatečně seriozní.

10.4 Výpočet měrné tepelné ztráty prostupem tepla stěnou

U běžných ochlazovaných konstrukcí obalujících budovu se výpočet prostupu tepla provádí pro výpočtové venkovní teploty oblastí t_e = - 12, resp. -15, -18, - 21 °C.

Uvnitř budovy se uvažuje výsledná teploty (t_i) v místnostech podle účelu místnosti, tvořená zjednodušeně průměrem mezi teplotou vzduchu a účinnou povrchovou teplotou.

Tento výpočet nám stanoví jmenovitý výkon vytápěcího zařízení (např. při teplotě t_e = -15 °C), neboť zajišťuje vnitřní výpočtovou teplotu (t_i) na požadované úrovni (např. 20 °C) v celém topném období, které je přibližně 250 dní dlouhé.

Od počátku vytápění (pokles průměrné venkovní teploty po dva dny po sobě pod 13 °C) do jeho ukončení (stoupnutí teploty nad 13 °C po dva dny po sobě) v období od 1.10. do 31.5. se konkrétní topná sezóna může zkracovat, je-li tzv. teplý rok. Dále předepsaná délka topné sezóny se řídí podle lokality stavby, např. horská nebo nížinná oblast, a je různá tak, jak se mění venkovní výpočtová teplota (t_e). Pro posouzení nebo porovnání tepelně technických vlastností staveb a návrh vytápěcího zařízení jsou tato kritéria nezbytná.

Během topného období se mění výkon vytápěcího zařízení tak, jak se mění tepelná ztráta budovy (místnosti) v závislosti na proměnné teplotě, např. od –15 °C do 13 °C.

Vyjádříme-li závislost četnosti výkonů příslušných k výskytu konkrétních denních teplot, pak získáme křivku četnosti, jak je zobrazena na obr. 10-3.

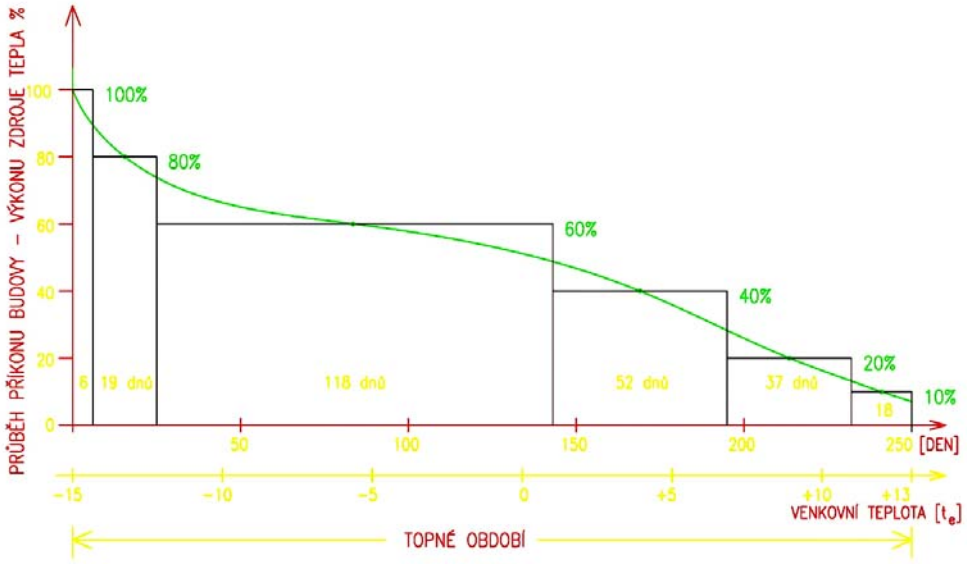
Na tomto diagramu je na ose x v úseku doby vytápění (250 dní) zobrazena i stupnice teplot (od -15 do +13 °C) a odpovídající křivka průběhu, např. denních tepelných ztrát (interval 1 den na ose x), vyjadřuje četnost výskytu. Je-li strmá, znamená krátký časový úsek pro daný výkon. Např. doba největší tepelné ztráty při venkovní teplotě okolo –15 °C trvá asi pouze 6 dní a naopak největší období s trváním až 118 dní je při výkonu přibližně 60 % z maximální tepelné ztráty. Na obr. 10-3 je pro instruktivnost této představy zprůměrovaný průběh výkonu v intervalu po 20 %-tech úbytku z největšího výkonu.

Podle diagramu průběhu výkonu otopné plochy během topného období se může rovněž hodnotit i tepelná ztráta obvodového pláště tak, abychom zjistili celoroční tepelnou ztrátu a odvodili tak účinnost tepelné izolace, a to podle režimu vytápění.

Např. pro 1 m^2 plochy ochlazované stěny je měrná tepelná ztráta (výkon) dána (při výpočtové teplotě t_e = -15 °C a t_i = 20 °C) stoprocentní hodnotou ze vztahu:

$$Q_o = 1 \,.\, k\,(20 + 15) = k \,.\, 35 \text{ W}$$

Z průběhu jednotlivých výkonů stěny během topného období pak velmi jednoduše stanovíme roční tepelnou ztrátu, resp. množství tepla na její pokrytí.



Obr. 10-3 Průběh velikosti tepelných ztrát během topného období v závislosti na venkovní teplotě

Příklad 1

Stanovme průměrnou tepelnou ztrátu 1 m^2 stěny v průběhu topného období podle obr. 3 pro součinitele prostupu tepla k = 2,5 W/m^2K.

Jmenovitá tepelná ztráta	$Q_o = 1 . 2,5 (20 + 15) = 87,5$	W/m^2
	80 % Q_o =	70,0
	60 % Q_o =	52,5
	40 % Q_o =	35,0
	20 % Q_o =	17,5
	10 % Q_o =	8,75

Volme přibližně během dne průměrný výkon vytápění během celého roku 90 % plného výkonu. je tím vyjádřeno snížení výpočtové teploty na denní průměr t_{im} v důsledku např. nočního tlumeného vytápění. Potom je $t_{im} = 20 – (1 – 0,9) . (t_i – t_e)$. Snížení teploty t_i na úroveň pomyslné teploty t_{im} je v průběhu venkovních teplot značně rozdílné a z toho důvodu je volba paušálního snížení výkonu na 90 % plného výkonu velmi nepřesná. Zde to bylo použito jen pro urychlenía zjednodušení výpočtu.

Pak denní ztráta tepla $Q_o = Q_o . 24 . 0,9 = 21,6 Q_o$

V příslušných výkonových pásmech odstupňovaných po 20 % bude roční tepelná ztráta 1 m^2 plochy jednoduše:

pro	100	%	Q_{r100}	=	87,5	· 6 ·	21,6	=	11 340 Wh/m^2
	80	%	Q_{r80}	=	70	· 19 ·	21,6	=	28 728
	60	%	Q_{r60}	=	52,5	· 118 ·	21,6	=	132 573
	40	%	Q_{r40}	=	35	· 52 ·	21,6	=	39 312
	20	%	Q_{r20}	=	17,5	· 37 ·	21,6	=	13 986
	10	%	Q_{r10}	=	8,75	· 18 ·	21,6	=	3 402
									229 341

Rychleji, je-li výkonový průměr během topného období 48,8 %, se stanoví roční tepelná ztráta 1 m^2 také:

$Q_{r1} = 87,5 \,.\, 21,6 \,.\, 250 \,.\, 0,488 = 230\,580$ Wh/m^2.

Zjednodušeně pak můžeme stanovit roční tepelnou ztrátu 1 m^2 zdi pro různé součinitele prostupu tepla stěnou:

k = 2,5	Q_{r1} =	230,58 kWh/m^2
k = 1,0	$Q_{r1} = 1 \,.\, (35) \,.\, 21,6 \,.\, 250 \,.\, 0,488$ =	92,33 kWh/m^2
k = 0,5	$Q_{r1} = 0,5 \,.\, (35) \,.\, 21,6 \,.\, 250 \,.\, 0,488$ =	46,11 kWh/m^2
k = 0,3	$Q_{r1} = 0,3 \,.\, (35) \,.\, 21,6 \,.\, 250 \,.\, 0,488$ =	27,66 kWh/m^2

Z toho pak můžeme zjednodušeně provést bilanci teplot při různém zateplení ochlazovaného pláště budovy (např. rodinného domku), tvořeného:

okny s plochou	80 m^2
stěnami	160 m^2
střechou	100 m^2

	Nezatepleno			**Zatepleno extremně**		
	k	Q_{r1}	Q_r	k	Q_{r1}	Q_r
Stěna 160 m^2	1,0	92,23	14 756,8	0,5	46,11	7 377,6
Střecha 100 m^2	0,5	46,11	4 611,0	0,3	27,66	2 766,0
Okna 80 m^2	2,5	230,6	18 448,0	1,0	92,23	7 378,0
Celková roční ztráta Q_r (kWh)			37 815,8			17 522,0
Spotřeba ZP za rok Q_r:8 (m^3)			4 727,0			2 190,0
Cena ZP za rok (6,3 Kč/m^3)			29 779,0			13 798,0

Pro úplnost stanovme ještě přibližně roční spotřebu tepla na větrání

při 0,3 – násobné výměně vnitřního objemu místností 500 m^3

$Q_r = 0,3 . 500 . 0,36 (20 + 15) . 250 . 24 . 0,488 . 10^{-3} = 5\ 534$ kWh/rok

Spotřeba zemního plynu na větrání v topném období ($Q_r : 8$) ……..692 m^2

Cena ZP za rok na teplovzdušné větrání v budově (6,3 Kč/m^3) ……4 358 Kč

Z měrné tepelné ztráta na 1 m^2 ochlazované plochy lze podle různého průběhu výkonu v topném období stanovit s dostatečnou přesností ekonomickou výhodnost zvyšování tepelného odporu obvodových konstrukcí.

10.5 Vliv povrchové teplotykonstrukcí místností na vytápění

Jak bylo výše uvedeno, je pro tepelnou pohodu prostředí v místnosti nutno sledovat i povrchovou teplotu, zejména ochlazovaných ploch.

Prostupem tepla stanovujeme tepelnou ztrátu pro návrh teplosměnné plochy, která kryje tepelnou ztrátu. Tepelnou ztrátou však stanovíme pouze ztrátu prostupem tepla z místnosti do venkovního prostředí nebo do sousedních místností, kde je nižší teplota. Výpočet prostupu tepla však nevypovídá o tom, kolik je ploch v místnosti s nižší povrchovou teplotou. Navrhneme-li teplosměnnou plochu (otopné těleso) pouze na tepelnou ztrátu prostupem, bude v místnostech, kde je více ochlazovaných ploch, větší nepohoda, než v místnostech, kde účinná povrchová teplota je vyšší. K tomu, abychom v místnosti, která má více ochlazovaných ploch, vyrovnali vliv nižší účinné povrchové teploty, musíme navrhnout vyšší teplosměnnou plochu, kterou se zvýší teplota vzduchu tak, aby byla zachována rovnocenná teplota pohody pro člověka (t_i). Ve výpočtovém schématu tepelných ztrát se proto zavádí přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn. Přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn, označena (p_1) zvyšuje teplosměnnou plochu na základě průměrného součinitele prostupu tepla (k_c), který se stanoví ze vztahu:

$$k_c = \frac{Q_o}{S.\Delta t} \qquad (W/m^2K)$$

kde: Q_o je tepelná ztráta prostupem (W)

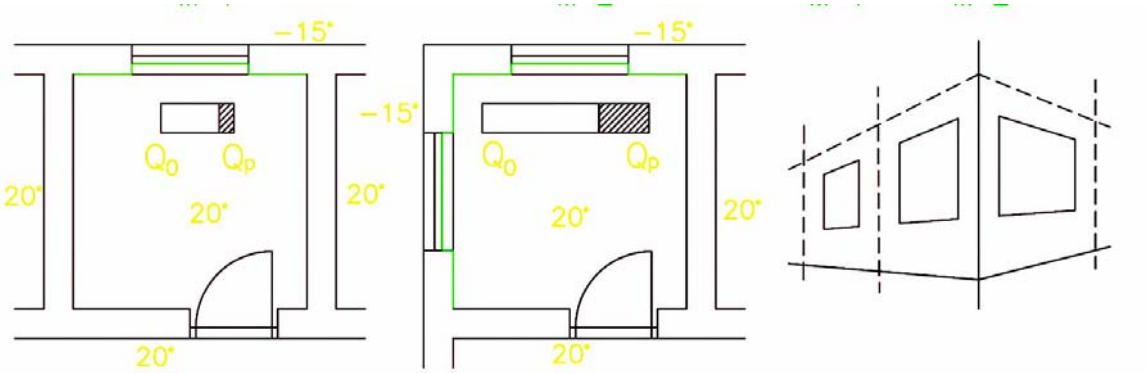
S – plocha všech povrchů místnosti (m^2

Δt – rozdíl mezi výpočtovou venkovní teplotou (např. $t_e = -15$ °C) a výslednou (výpočtovou) teplotou v místnosti (např. $t_i = 20$ °C)

Velikost přirážky (p_1) je stanovena jako 15 % průměrného součinitele (k_c) podle vztahu:

$p_1 = 0,15 . k_c$

Pokud z průměrného součinitele prostupu tepla získáme přirážku (p_1), vyjadřujeme tím skutečnost, že na nižší povrchovou teplotu v místnosti musíme zvýšit tepelný výkon teplosměnné plochy o 15 % k_c z prostupu tepla, tedy o tuto hodnotu se zvyšuje teplota vzduchu (t_v).



Obr. 10-4 Vliv velikosti ochlazované plochy na zvýšení teploty vzduchu v místnosti
M1 Místnost s jednou ochlazovanou stěnou, M2 Místnost se dvěmi ochlazovanými stěnami

Porovnejme pro představu dvě místnosti podle obr. 10-4 tak, že místnost v řadovém uspořádání je označena jako M_1 a místnost v rohovém uspořádání je označena jako M_2.

Pro porovnání uvažujme:

- světlé rozměry místnosti 3,16 x 3,16x 3,16 m,
- plocha ochlazovaného zdiva stěny je 7 m^2
- celková plocha povrchů (stěny, strop, podlaha, příčky) 60 m^2
- výpočtová venkovní teplota t_e = - 15 °C
- výpočtová teplota v místnosti t_i = 20 °C
- výpočtový teplotní spád Δt = 35 °C
- součinitel prostupu tepla venkovní stěnou k_s = 1,0
- součinitel prostupu tepla oknem k_o = 2,5

Výpočet pro místnost M_1

Tepelná ztráta prostupem tepla:

$$Q_o = 7 \,.\, 1 \,.\, 35 + 3 \,.\, 2{,}5 \,.\, 35 = 507 \text{ W}$$

Průměrný součinitel prostupu tepla:

$$k_c = \frac{Q_o}{S_p.\Delta t} = \frac{507}{60.35} = 0{,}24$$

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn:

$$p_1 = 0{,}15 \,.\, k_c = 0{,}036$$

Zvýšený výkon teplosměnné plochy na ochlazované stěny:

$$Q_p = 3{,}6\ \%\ Q_o = 18 \text{ W}$$

Výpočet pro místnost M_2

Tepelná ztráta prostupem tepla:

$$Q_o = 2 \,.\, (7 \,.\, 1 \,.\, 35 + 3 \,.\, 2{,}5 \,.\, 35) = 1014 \text{ W}$$

Průměrný součinitel prostupu tepla:

$$k_c = \frac{Q_o}{S_p . \Delta t} = \frac{1014}{60.35} = 0{,}48$$

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn:

$$p_1 = 0{,}48 \,.\, k_c = 0{,}072$$

Zvýšený výkon teplosměnné plochy na ochlazované stěny:

$$Q_p = 7{,}2\ \%\ Q_o = 73 \text{ W}$$

Zvýšení výkonu teplosměnné plochy na ochlazované stěny u rohové místnosti (M_2) je více jak čtyřnásobné oproti místnosti řadové M_1.

Uvedeným výpočtem hodnotíme jen velmi přibližně a s dostatečným předimenzováním výkonu vliv působení snížené účinné povrchové teploty v místnosti. S vyšší teplotou venkovního vzduchu se význam povrchové teploty na ochlazovaných plochách snižuje, jak ukazuje následující tabulka výpočtu povrchových teplot ochlazovaných stěn v průběhu topného období (s venkovní teplotou t_e = -15 °C až do +13 °C).

Tabulka je instruktivní i v tom, že u ochlazovaných konstrukcí s vysokým tepelným odporem jsou povrchové teploty dostatečně vysoké, takže přirážku p_1 můžeme zanedbat.

metodikou přesného výpočtu účinné povrchové teploty bychom zjistili, že výpočet přirážkovou metodou vede k předimenzování otopného tělesa u plných neprůsvitných konstrukcí stěny.

Výpočet průběhu povrchových teplot t_p různých obvodových konstrukcí během topného období je uveden v následující tabulce pro čtyři součinitele prostupu tepla.

Tabulka je sestavena pro šest období s venkovními teplotami odpovídajícími ročnímu průběhu výkonů podle obr. 10.3 při výpočtové teplotě vzduchu t_v = 20 °C.

V posledním řádku tabulky jsou uvedeny roční průměry při délce topné sezony 250 dnů, tj. 6000 h.

Výpočet průběhu povrchových teplot (t_p) obvodových konstrukcí během topného období

				t_p °C			
Venkovní teplota t_e °C	**Výkon %**	**Počet dnů**	**Počet hodin**	**k = 2,5 k/α = 0,312**	**k = 1 k/α = 0,125**	**k = 0,5 k/α = 0,0625**	**k = 0,3 k/α = 0,0375**
-15	100	6	144	9,4	15,6	17,8	18,7
-9,4	80	19	456	10,8	16,3	18,16	18,9
-2,2	60	118	2832	13,1	17,2	18,6	19,2
1,8	40	52	1248	14,3	17,7	18,9	19,3
7,4	20	37	888	16,1	18,4	19,2	19,5
11,2	10	18	432	17,25	18,9	19,4	19,7
4,56	**48,8**	**250**	**6000**	**13,8**	**16,2**	**18,7**	**19,3**

Výpočtové hodnoty uvedených povrchových teplot v tabulce jsou v dostatečných mezích přesnosti. Z definice účinku sálavého sdílení tepla víme, že výkon (vydání tepla ze sálajícího povrchu) závisí na součiniteli pohltivosti ε. Pokud hodnotíme sklo jako neprůsvitný materiál, je jeho ε v rámci přijatelné meze. U okna se jedná o průhledné sklo, jeho propustnost k sálavým paprskům je vysoká (vysoký součinitel α) a tím se nutně snižuje součinitel pohltivosti ε. Pokud neprovedeme úpravu skla na snížení

propustnosti, je sálavý výkon od zdroje sálání na plochu průsvitného okna vysoký, protože rozdíl $\varepsilon_1 - \varepsilon_2$ dává vysokou hodnotu. Z povrchu lidského těla do průhledné okenní konstrukce odchází daleko více tepla a požadavek na zvýšení teploty vzduchu v poloprostoru s oknem je vyšší. Rovněž sálavé otopné plochy posazené proti nebo šikmo k prosklené části ochlazované plochy vyšším výkonem na tuto plochu vytváří vlastně vyšší tepelnou ztrátu a jsou tedy méně energeticky výhodné než sálavé plochy působící v zasklené stěněse sáláním do místnosti.

Z hlediska tepelné pohody a následně i z hlediska energetického jsou nadměrné prosklené plochy nevýhodné (skleněný dům, prosklené fasády), neboť i při vysokém tepelném odporu prosklených ploch je pronikání sálavého tepla přes tyto plochy intenzivní. Nutné úpravy, např., stavební, zastínění záclonami, průsvitnými žaluziemi, závěsy apod. a nebo nucenou konvekcí teplého vzduchu podél těchto prosklených stěn mohou tento zvýšený účinek tepelné ztráty pouze snížit a zlepšit tepelnou pohodu z ochlazované části poloprostoru.

Přirážkový způsob výpočtu zvýšení výkonu na ochlazované stěny zcela opomíjí s možností použití velkoplošného vytápění (velkoplošná tělesa, podlahové, resp. stěnové otopné plochy), která zásadně zvyšují celkovou účinnou povrchovou teplotu místnosti. Známe-li povrchové teploty velkoplošných otopných ploch, snadno stanovíme účinnou povrchovou teplotu (i poloprostoru) a zjistíme pak, že pro zachování výsledné teploty t_i se nám značně sníží požadovaná teplota vzduchu (t_v). Vytápění na nižší teplotu vzduchu je vytápění, které vede k významným energetickým úsporám. Je tedy i z tohoto hlediska výhodné.

10.6 Vliv stavební konstrukce na režim vytápění (obr. 10-5)

V kapitole 10.2.4 je popsán vliv akumulace tepla na režim vytápění. V předchozí kapitole byl popsán význam povrchové teploty na pohodu prostředí a nutnost vytápění na vyšší teplotu vzduchu v případě, že máme nižší účinnou povrchovou teplotu, zejména z ochlazovaného poloprostoru místnosti.

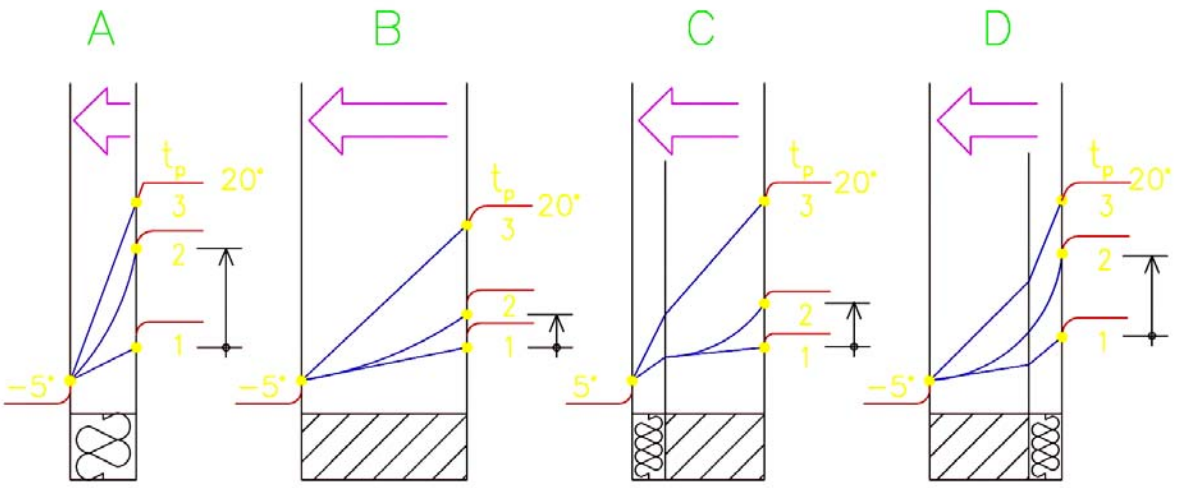
Možnost použití přerušovaného nebo tlumeného vytápění během topného období bude záviset na tom, za jak dlouho dokážeme zvýšit povrchovou teplotu, zejména na ochlazovaných konstrukcích, po začátku doby plného náběhu vytápění. Na obr. 5 jsou porovnávány průběhy povrchových teplot na ochlazované konstrukci u stěn, u kterých uvažujeme stejný tepelný odpor a různé složení. Porovnání je provedeno při nízké venkovní teplotě, např. – 5 °C, ve třech stavech režimu provozu:

- povrchová teplota t_p v bodě 1 – setrvalý stav s chladnou místností před počátkem vytápění. Průběh teplot stěnou je lineární.
- povrchová teplota t_p v bodě 2 – dynamický stav po začátku vytápění v čase τ, kdy s prostupem tepla se zvýšila povrchová teplota z bodu 1 na bod 2. Průběh teplot stěnou je nelineární.
- povrchová teplota v bodě 3 – ustálený stav, kdy prostup tepla je shodný s dlouhodobým prostupem při nepřetržitém vytápění. Průběh teploty stěnou je lineární.

Pro posouzení náběhu se hodnotí v čase τ rychlost zvýšení povrchové teploty, tedy vzdálenost bodu 2 od bodu 1. Čím vyšší vzdálenosti bodu 2 od bodu 1 se dosáhne, tím rychleji se nám podařilo dosáhnout příznivě vysoké povrchové teploty, tedy z hlediska tepelné pohody rychlejšího dosažení výsledné teploty t_i s nižší teplotou vzduchu. Výhodné je použití materiálu, který rychle přijímá teplo (s nízkou tepelnou jímavostí v podle kap. 10.2.4).

Z porovnávaných čtyř různých materiálových složení stěn vychází:

- u složení podle obr. 10-5A (lehké stěny s nízkou tepelnou jímavostí) je zvýšení povrchové teploty t_p v čase τ po náběhu plného (zvýšeného) vytápění nejvyšší
- u složení podle obr. 10-5B (těžká stěna s vysokou tepelnou jímavostí) je zvýšení povrchové teploty t_p ve stejném čase τ nejmenší
- u složení stěny podle obr. 10-5C (např. zateplením z venkovního líce) je zvýšení povrchové teploty t_p jen nepatrně vyšší, než u stěny podle obr. 10-5B. Po ukončení vytápění stěna dlouho udržuje vyšší povrchovou teplotu t_p, ale naopak po začátku vytápění se povrchová teplota jen pomalu zvyšuje
- u složení stěny podle obr. 10-5D (např. se zateplením na vnitřním líci stěny tepelně izolačním materiálem, je náběh na vyšší teplotu t_p podstatně kratší, podobný jako u stěny podle obr. 10-5A.



Obr. 10-5 Zvýšení povrchové teploty na vnitřním líci venkovní stěny v čase τ po náběhu vytápění

A Lehká stěna s nízkou akumulací tepla, B Těžká stěna s vysokou akumulací tepla,

C Zateplená stěna s vnější tepelně izolační vrstvou, D Zateplená stěna s vnitřní tepelně izolační vrstvou

V Vnitřní povrchová teplota stěny místnosti

t_{p1} – ve vychladlé místnosti před vytápěním

t_{p2} – po čase τ od počátku vytápění

t_{p3} – po ustálení při trvalém vytápění

Celý popis problematiky dynamického stavu teplot při přerušovaném vytápění (rekreační objekty) nebo při tlumeném vytápění (v mimoprovozní době) je pouze informativní. Pro zmírnění nepříznivého účinku chladných ploch po náběhu do provozu lze použít řadu dalších řešení a úprav jak stavebních (např. používáním závěsů na počátek náběhu) nebo vhodnou volbou vytápěcího zařízení (nucenou konvekcí s vysokou teplotou podél ochlazovaných stěn, stěnovým velkoplošným vytápěním nebo vůbec velkoplošným vytápěním přímotopným), kterým se v krátké době zvyšuje účinná povrchová teplota oproti klasickému konvekčnímu vytápění.

10.7 Volba teplosměnné plochy a teplovzdušných výústek

Jak plyne z předchozího, je pro zajištění tepelné pohody nutné vytvořit optimální závislost teploty vzduchu v místnosti s účinnou povrchovou teplotou. O co je větší účinná povrchová teplota, o to může být menší teplota vzduchu a naopak. Tato závislost při návrhu způsobu vytápění místnosti musí být ještě korigována:

- s poměrem sálavé a konvekční složky teplosměnné plochy,
- s akumulační schopností teplosměnné plochy a stavební konstrukce,
- s režimem užívání místnosti (provoz vytápění trvalý, přerušovaný nebo tlumený),

- s tvarem místnosti (standardní objemy nebo halové podle hloubky a výšky místnosti),
- způsobem větrání místnosti (trvale nucené, nárazové oknem apod.),
- místem pro využívání v prostoru místnosti (celoplošné, lokální),
- způsobem využívání tepelných zisků (např. od slunce),
- použitým zdrojem tepla - trvalý provoz (kotel na tuhá paliva)
  - nízkoteplotní zdroj (TČ, solární energie)
  - přerušovaný provoz (kotel na plyn, kapalná paliva, elektrické vytápění).

Každá teplosměnná plocha použitá v místnosti předává teplo jak konvekcí, tak sáláním, kromě teplovzdušného vytápění, kde přivedený teplý vzduch předává teplo konvekcí.

Obvodové stěny v místnosti mají různou tepelnou jímavost a různou dobu pro nabíjení k dosažení povrchové teploty po době přerušení vytápění nebo po jeho útlumu. Dřevěné konstrukce, zejména u obvodových stěn, mají oproti zděným stěnám tu výhodu, že lze mnohem rychleji dosáhnout požadované povrchové teploty. To souvisí zejména s režimem užívání místnosti, je-li občasný, je výhodné vytápění ztlumit během nepřítomnosti osob a naopak je většinou nutné rychle zajistit ohřev konstrukce tak, aby se co nejrychleji zvýšila povrchová teplota.

Teplosměnnou plochu je nutné volit s ohledem na prostor místnosti, zejména na tvar nejvíce ochlazovaných stěn a dále výšku místnosti tak, aby se dosáhlo co nejrovnoměrnějšího rozloženíteploty vzduchu v místě pobytu lidí.

V místnostech, zejména halových, kde je subjekt pevně dislokován, se může lokální sálavou plochou nebo místním teplovzdušným vytápěním zvyšovat výpočtová teplota t_i a ostatní neužívané části prostoru mohou mít pak teplotu nižší.

U místností s významným prosklením na prosluněné části budovy nebo v místnostech, kde se vytvoří náhle a dočasně tepelný zisk (např. odslunce, lidí, technologie) by teplosměnná plocha měla účinně a rychle reagovat na takto vzniklé zvýšení teploty v místnosti a následně pak i rychlý náběh po ukončení tepelného zisku.

U topného zdroje s trvalým provozem, kde nelze nebo není vhodné přerušovat nebo omezovat výkon je možné, a někdy dokonce výhodné, volit teplosměnnou plochu s akumulací tepla. Rovněž je výhodné ukládat teplo do stavební konstrukce a řešit vytápění s trvalým provozem.

10.8 Druhy teplosměnných ploch

Podle obr. 1 proveďme zjednodušené a stručné hodnocení nejzákladnějších typů běžně používaných typů otopných ploch.

10.8.1 Otopná tělesa (obr. 10-6A)

Dnes se používají otopná tělesa různé konstrukce a tvaru buď klasická teplovodní nebo elektrická. Zejména podle tvaru se řídí podíl sálavé složky (70 % až 30 %) ke složce konvekční (30 % až 70 %).

Proudící vzduchokolo tělesa je ohříván přirozeným vztlakemteplejšího vzduchu podle tvarové úpravy povrchu a výšky tělesa. Sálavá plocha s úpravou tvaru i úpravou povrchu pro sálání je nasměrována do místnosti a usměrněna do pobytové zóny. Z toho důvodu je konstrukce, např.

deskových těles, řešena tak, že čelní plocha do místnosti má povrchovou úpravu pro sálánía teplo sálá nejteplejší částí tělesa, tj. z vodního objemu tělesa (nejteplejší plocha). Přídavné plochy tvořící průduchy pro proudící vzduch jsou přidány k vodní části tělesa směrem ke stěně. Toto zvýšení přestupní plochy tělesa je výhodné pro zvýšení konvekce a zároveň se snižuje proudícím vzduchem teplota zadního povrchu tělesa. Zadní povrch tělesa by měl mít úpravu pro nízké sálání (nízký součinitel ε), aby ztráta sáláním do obvodové stěny, představující tepelnou ztrátu byla co nejmenší. Všeobecná tendence snižovat teplotu otopné vody vyvolává požadavek na větší plochu tělesa. Větší plocha tělesa je výhodná nejen pro rovnoměrnější konvekci vzduchu podél ochlazované plochy obvodové stěny, ale zároveň je větší plochou tělesa překryta chladná plocha parapetu. To přispívá ke zvýšení účinné povrchové teploty v poloprostoru ze směru od nejvíce ochlazované plochy od oken.

Těleso s malým vodním obsahem je flexibilní pro využití tepelných zisků,pro přerušovaný provoz zdroje a rychlý náběh do provozu.

Oproti velkoplošnému vytápění (stropní, podlahové, stěnové) je účinná povrchová teplota místnosti nižší, je však vyšší než při vytápění konvektorem nebo při teplovzdušném vytápění. Méně vhodné je použití otopných těles u místností s velkou světlou výškou, kde rozložení teplotního gradientu po místnosti jeméně nerovnoměrné a nepříznivě nižší může být teplota vzduchu u podlahy.

10.8.2 Stěnové vytápění (obr. 10-6B)

Stěnové velkoplošné vytápění je variantou podlahového vytápění, přejímá jeho přednosti a může být i součástí podlahového vytápění.

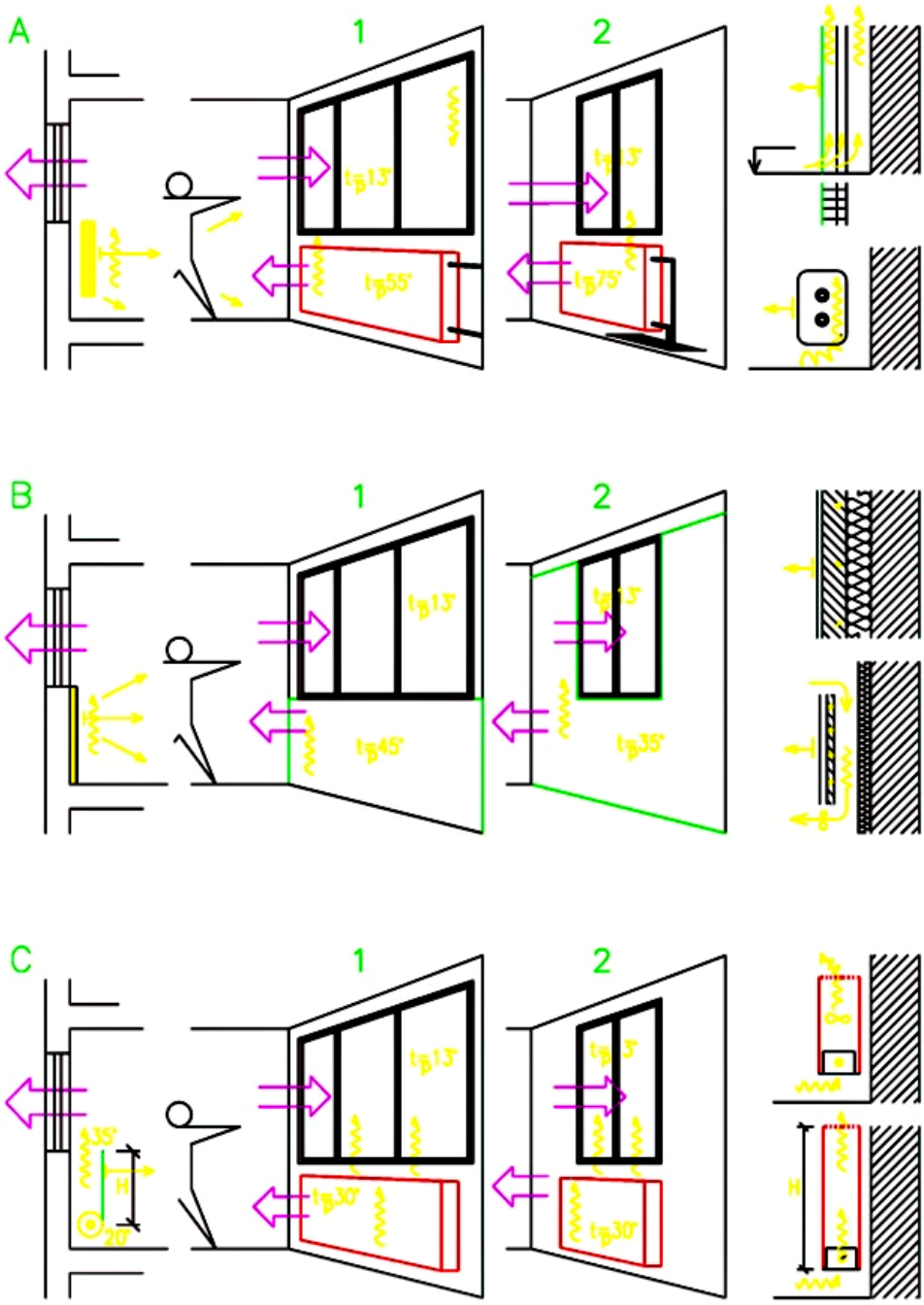
Povrchová teplota stěnové otopné plochy může být vyšší a tím se také zvyšuje i sálavá složka, zejména při vhodné povrchové úpravě. Výhodné je zejména použití otopné plochy na obvodovou stěnu (obr. 10-6B2) nebo alespoň na parapet pod okny (obr. 10-6B1), čímž se výrazně zvýší účinná povrchová teplota místnosti a hlavně v poloprostoru od okenní stěny.

Použití stěnového vytápění je vázáno nezastavěností stěn nábytkem – parapety obvodové stěny bývají často volné.

Pro použití u lehkých staveb s přerušovaným provozem v užívání a při využití tepelných zisků bývá, shodně s ostatními typy velkoplošného vytápění, žádoucí přímotopný charakter otopné plochy, tvořený např. elektrorohožemi, tapetami apod..

Pro využití stěnového vytápění v místnostech s vyšší světlou výškou je třeba zvážit i půdorysný rozměr (hloubku místnosti), povrchovou teplotu i výšku otopné plochy nad podlahou. Konvekční účinek sdílení tepla do místnosti je většinou nižší než u otopného tělesa.

Při velkoplošném stěnovém vytápění, provedeném v kontaktu se stěnou, se i přes tepelně izolační vrstvu teplo šířívedením do konstrukce. Přenos tepla vedením je s tím, že teplota na povrchu přenosové plochy je mnohem vyšší než při běžném konvekčním vytápění. Z toho lze odvodit i velikost zvýšené tepelné ztráty, která je cenou za zvýšení tepelné pohody. To je také důvodem, proč otopná stěnová plocha se předsazujepřed stěnu a vytvořenou mezerou se nechává proudit vzduch také pro zvýšení konvekčního účinkušíření tepla v místnosti, kromě snížení tepelné ztráty. Provětrávání mezi teplosměnnou plochou a zdivem je pak nucené ventilátorem, jak je naznačeno vpravo na obr. 10-6B.



Obr. 10-6 A, B, C Druhy teplosměnných ploch místností

A Otopná tělesa, přímotopná a akumulační 1 Velkoplošná, 2 S nižší sálavou plochou

B Stěnové velkoplošné plochy přímotopné nebo akumulační

1 V parapetu stěny, 2 Na celé ploše stěny

C Konvektory s přirozenou nebo nucenou konvekcí

1 Velkoplošné, 2 Skříňové pod oknem

10.8.3 Konvektory (obr. 10-6C, D)

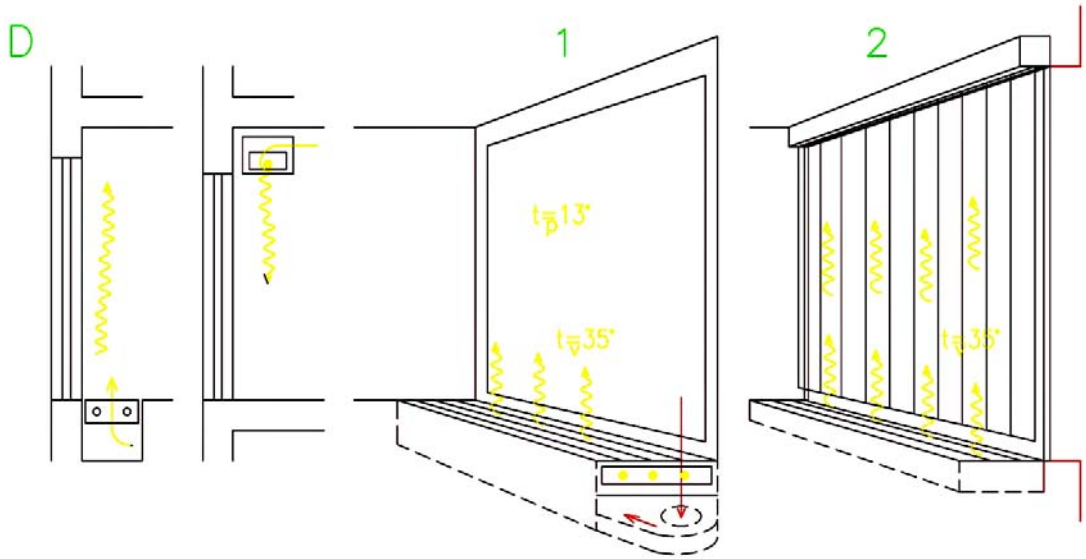
U konvektorů je teplo předáváno téměř výhradně konvekcí. Od ohřátého vzduchu proudícího přes žebrovou trubku se přenáší teplo do vzduchového prostoru místnosti a od něj je ohřívána povrchová plocha místnosti. Proud vzduchu přes žebrovou trubku s otopnou vodou nebo přes elektrospirálu je urychlován vyšší výškou usměrňující stěny (v obr. označenovýškou H) nebo nuceně ventilátorem.

Z hlediska velikosti plochy krycí stěny konvektoru, která vytváří průduch pro proudící vzduch můžeme konvektory rozdělit na skříňové (obr. 10-6C1), velkoplošné (obr. 10-6C2) nebo zabudované – podlahové (obr. 10-6D).

Konvektory velkoplošné vytváří nejen vysokou výšku dělící stěny (pro zvýšené proudění vzduchu), ale při vyšší délce konvektoru se kryje nejochlazovanější podokenní stěna. Z hlediska tepelné pohody proto přispívajívelkoplošné konvektory k vyšší povrchové teplotě ochlazovaného poloprostoru a teplý vzduch zároveň ohřívá i obvodovou konstrukci nad kolektorem.

Zvýšení tepelné pohody je dosaženo za cenu zvýšení tepelné ztráty konvekcí okolo ochlazované plochya s proudícím vzduchem, který má vysokou teplotu, podél stěny nebo okna při vyšší rychlosti proudění, jak je vysvětleno v kapitole 10.2.1.

Konvektory podlahové jsou téměř výhradně pro svoji malou výšku s nucenou konvekcí (ventilátor vytváří proudění vzduchu přes žebrovou trubku). Tím je rychlost proudění jednak vyšší, ale také konstantní bez závislosti na teplotě vzduchu. Díky nucenému proudění se dá konvektor použít i jako podstropní s výdechem podél obvodových stěn. Podlahové nebo podstropní konvektory mají univerzální použití, ale nezastupitelné jsou u venkovních celoprosklených stěn (obr. 10-6D1).



Obr. 10-6 D Druhy teplosměnných ploch místností

D Podlahové konvektory s nucenou konvekcí

1 U prosklené stěny, 2 U prosklené stěny se závěsem

Nepříznivý vliv prosklené stěny snižuje konvektor nejen tím, že do ochlazovaného poloprostoru přivádí vzduch s vysokou teplotou, zvyšuje povrchovou teplotu, zejména v případě použití zakrývacích i průsvitných žaluzií nebo záclon či závěsů. Použití závěsů i žaluzií má obzvláště v kombinaci s podlahovými konvektory význam u dynamického režimu vytápění, např. po náběhu do provozu, jak je popsáno v kapitole 6.

Větší tepelná ztráta konvekcí, z rychlejšího proudění vzduchu, se pohybuje, jak je mnohdy uváděno, okolo 3 %.

Konvektory s nuceným prouděním vzduchu lze použít i pro chlazení konvekcí s tím, že žebrovou troubou protéká chladná voda nad teplotou rosného bodu vzduchu v místnosti. Chlazení se stává nutností právě u zcela prosklených stěn pro pokrytí tepelných zisků od slunce v letním období.

Konvektor je zařízení velmi flexibilní, s rychlým náběhem k dosažení požadované teploty vzduchu v místnosti, např. po skončení tlumeného provozu vytápění. Také je flexibilní při využívání tepelných zisků, zejména při nuceném proudění vzduchu pomocí ventilátoru. Rovněž při klasickém přerušovaném větrání okny plným otevřením, po velkém ochlazení vzduchu v místnosti, dokáže konvektor nejrychleji ze všech ostatních teplosměnných ploch ohřát vzduch na požadovanou teplotu.

Konvektor je vhodné připojit na flexibilní zdroj s přerušovaným provozem nebo je konvektor vhodný při využití elektrické energie pro přímé ohřívání vzduchu.

10.8.4 Sálavé stropní plochy (obr. 10-6E)

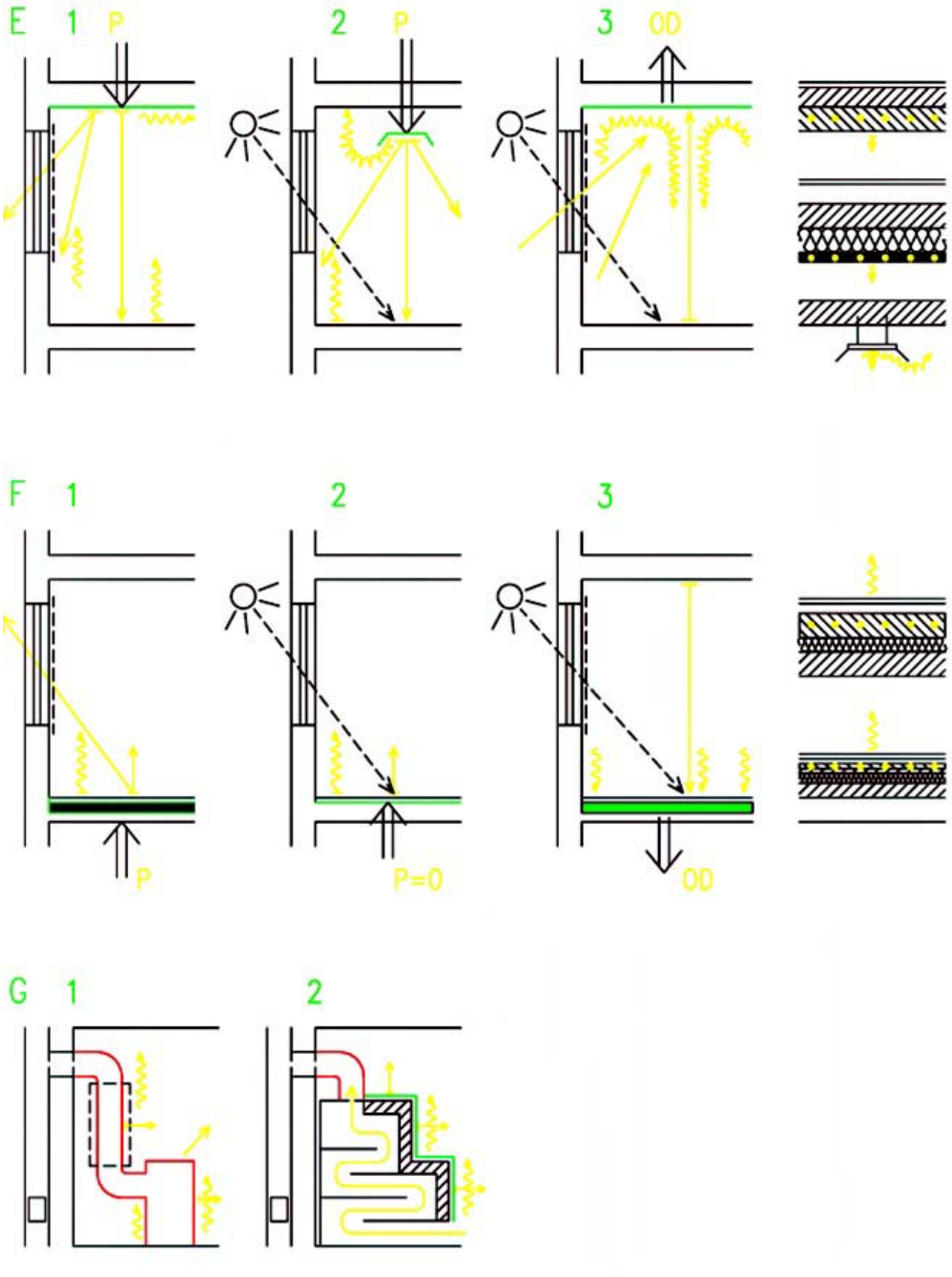
Ze stropních teplosměnných ploch je při vytápění místnosti využívána pouze sálavá složka. Složka konvekční z ohřívání vzduchu okolo teplosměnné plochy je tepelnou ztrátou.
Z povrchu sálavé plochy dopadají sálavé paprsky zejména na podlahu, ale i na okolní stěny kde se ohřívá vzduch od povrchu konstrukce. Podíl odraženého tepla a pohlceného tepla závisí na velikosti součinitele pohltivosti povrchů, podlah a stěn. U prosklených ploch je většinou sálání na okno ztrátou, proto nebývá výhodné jeho používání u prosklených obvodových stěn.

Stropním sálavým vytápěním se významně zvyšuje účinná teplota povrchů v místnosti a při zachování tepelné pohody může být tak dosahováno nižší teploty vzduchu. Vzduch je ohříván od osálaného povrchu podlahy a jeho teplota nad podlahou (v pobytové zóně) je tedy příznivá a gradient rozložení teplot po výšce má téměř přímkový tvar.

Podle povrchové teploty sálavé plochy a podle velikosti plochy se řídí hygienická výška sálavé plochy nad podlahou (nad temenem hlavy) tak, aby dopadající sálavý tok nepřekročil hygienické kritérium.

Sálavé velkoplošné stropní plochy přímotopné (s malou akumulací tepla – obr. 10-6E1), např. plechové podhledy, rohože, lehké desky ohřívané teplosměnnou látkou nebo elektricky, reagují flexibilně na změny při režimu vytápění, při využívání tepelných zisků a jsou tedy vhodné pro systémybudov s dynamickým chováním, např. u lehkých dřevěných budov.

Velkoplošné sálavé plochy se zabudovanými hady se prakticky u dřevěných budov neprovádějí a používají se při zdrojích s trvalým provozem, bez regulace na tepelné zisky, s těžkým obvodovým pláštěm a trvalým vytápěcím provozem.



Obr. 10-6 Druhy teplosměnných ploch místností

E Sálavé stropní vytápění a chlazení

1 Velkoplošné vytápění, 2 Sálavé panely, 3 Velkoplošné chlazení

F Podlahové velkoplošné vytápění a chlazení

1 Akumulační, 2 Přímotopné, 3 Chladící plochy

G Lokální topidla

1 Přímotopná, 2 Akumulační

Ze všech typů teplosměnných ploch sálavé plochy většinou zajistí nejrychleji a nejvíce ohřátí povrchů místností (podlaha, nábytek, stěny) už z toho důvodu, že strop je oproti teplosměnným podlahovým a stěnovým plochám většinou zcela volný. Výhodná je velkoplošná sálavá plocha, třeba i s nižší sálavou teplotou povrchu oproti zavěšeným zářičům s vyšší povrchovou teplotou.

Oproti konvektoru je sálavé stropní vytápění méně vhodné, při nárazovém větrání plně otevřeným oknem, protože doba na ohřátí vzduchuzvenčí o nízké teplotě je delší. Naopak může být sálavá plocha velmi vhodná u místností s vysokou světlou výškou. Často se používá pro místní vytápění při použití nad stálým pracovním místem.

Stropní plochy využívané v zimním období na sálavé vytápění se mohou v letních měsících využívat na velkoplošné chlazení. Taková řešení jsou u nás známa dlouhá léta, především z prací prof. Cihelky a nově jsou k nám řadou firem dodávané.

Výhoda chlazení stropem je v tom, že na chladnou plochu stropu z ostatních ploch, zejména z osluněné podlahy a stěn, dopadá sáláním teplo, které je z konstrukce stropní plochy odváděné. Zároveň je konvekcí teplý proudící vzduch na povrchu stropu ochlazován a klesá k podlaze.

10.8.5 Podlahové vytápění a chlazení (obr. 10-6F)

Velkoplošným podlahovým vytápěním se předává teplo do místnosti převážně konvekcí, protože oproti stropnímu vytápění je povrchová teplota podlahy, z hlediska hygienického nižší. Teplo předané vzduchu konvekcí nad podlahou zajistí výhodně vyšší teplotu vzduchu v zóně pobytu osob, neboť ohřátý vzduch od podlahy stoupá.

Tím, že podlaha tvoří podstatnou plochu místnosti a teplota povrchu je 26 až 30 °C, zvyšuje se příznivě celková povrchová teplota místnosti, ovšem méně než u sálavého stropního vytápění (zejména velkoplošného). Pokud v místnosti chybí velkoplošné otopné těleso nebo velkoplošný konvektor na parapetu obvodové stěny, je snaha o zvětšení výkonu podlahové plochy u obvodové stěny tak, aby se alespoň trochu kompenzovala nižší účinná povrchová teplota v poloprostoru obvodové stěny (obr. 10-6F1).

Podlahová otopná plocha, pokud je s akumulací tepla do betonové mazaniny, má všechny nevýhody akumulačního vytápění a nevhodný je pak systém přerušovaný, tlumený, s menší možností využití tepelných zisků, hlavně u prosklené stěny. Výhodný je však akumulační podlahový systém u trvalého a zejména nízkoteplotního zdroje a u konstrukcí s větší akumulací tepla a trvalým vytápěním.

Pro halové prostory s velkým rozponem, s velkou plochou podlahy oproti ploše ochlazované stěny nebo s velkou světlou výškou, je toto vytápění velmi vhodné. Méně flexibilní je podlahové vytápění při větrání místnosti oknem, s nárazovým velkým ochlazením vzduchu, protože doba ohřevu vzduchu je oproti konvekčnímu vytápění dlouhá.

Pro lehké dřevěné stavby, zejména s občasným využíváním, bývá velmi vhodné použití přímotopné podlahové plochy, např. elektrické topné rohože, ukládané pod podlahový povlak (obr. 10-6F2).

Při přerušovaném vytápění nebo při vytápění tlumeném je po náběhu vytápění u elastické přímotopné plochy dosaženo významnéhorychlého zvýšení účinné povrchové plochy. Je tím dosaženo tepelné pohody v krátkém čase, zvláště v kombinaci s konvektorem s nucenou konvekcí.

Při vodním podlahovém vytápění s vodními otopnými trubkami je někdy využívaná podlahová plocha pro velkoplošné chlazení, především ze sálavého účinku ostatních povrchů

místnosti a zejména od přímého sálání od slunce. Konvekční účinek však může vést ke kumulaci chladného vzduchuu podlahy a pak nepříznivý rozdíl teplot mezi polohou u kotníků a ve výšce hlavy může vytvářet tepelnou nepohodu. Chladný vzduch nad podlahou lze odvést přirozenou konvekcí otvorem v úrovni podlahy, mimo prostor místnosti a místnost větrat přívodem vzduchu z neosluněných prostor budovy. Přirozené větrání takto přispívá i ke konvekčnímu chlazení místnosti. Jinak lze recirkulačním ventilátorem ochlazovaný vzduch od podlahy míchat s teplejším vzduchem do prostoru místnosti, podobně jak je tomu u hal s recirkulačním ventilátorem pod stropem.

10.8.6 Lokální zdroje tepla (obr. 10-6G a H)

Do lokálních zdrojů v této kapitole řadíme topidla, kamna a krby (s tím, že elektrická topidla jsou zařazena do otopných těles nebo do sálavých ploch).

Řada dřevěných staveb je využívána pro rekreaci a při tom se často používají a do obliby se dostávají právě tyto typy lokálních zdrojů, zejména na spalování dřeva.

10.8.6.1 Přímotopná topidla (obr.10-6G1)

Přímotopná topidla, nejčastěji na tuhá paliva, slouží k vytápění místnosti tak, že teplo je předáváno do místnosti sáláním z povrchu topidla a konvekcí z proudění vzduchu okolo topidla a kouřovodu. Ke zvýšení sálavého účinku výrobce většinou volí vhodnou povrchovou úpravu s vysokým součinitelem tepelné pohltivosti. Při nízké tepelné akumulaci stěny topidla je uvedení do stacionárního stavu velmi rychlé. Pro získání tepla od kouřovodu je důležité, aby jeho délka a plocha byly co největší. Pro zvýšení konvekčního účinku kouřovodu jsou používány celé řady úprav na zvětšení plochy tak, aby se co nejvíce spaliny ochlazovaly a tím se i snížila komínová ztráta.

Odvod spalin je nejčastěji do komína s přirozeným tahem, s regulací komínového tahu škrcením – snižováním přívodu vzduchu na spalování.

Přívod vzduchu na spalování může být průduchem z venkovního prostoru a pak je topidlo zařazeno do kategorie C s uzavřeným spalovacím prostorem bez nároku na přívod spalovacího vzduchu z prostoru místnosti a tím se nadměrně místnost neochlazuje.

10.8.6.2 Topidla akumulační (obr. 10-6G2)

Nejčastěji jsou používána klasická kachlová kamna, která jsou upravena tak, aby se zvýšila přestupní plocha pro proudící spaliny. V kamnech klasické konstrukce se dosahuje většího ochlazování spalin při předání tepla do stěny, která má vyšší akumulaci.

Předání tepla do prostoru místnosti je většinou zvýšenou plochou oproti přímotopným topidlům, a to jednak sáláním a jednak prouděním okolo povrchu. Větší setrvačnost při vytápění se využívá při trvalejším režimu provozu místnosti s menší možností regulovat výkon. Jinak regulace spalování je většinou shodná se spalováním v přímotopných topidlech a kamna jsou tedy zařazeny mezi spotřebiče podtlakové.

Topidla jsou většinou umístěna u střední zdi, kde sdílením tepla se zvyšuje teplota ve vnitřním poloprostoru místnosti. Zvyšuje se tak rozdíl mezi tepelnou pohodou u obvodové stěny a u vnitřní stěny.

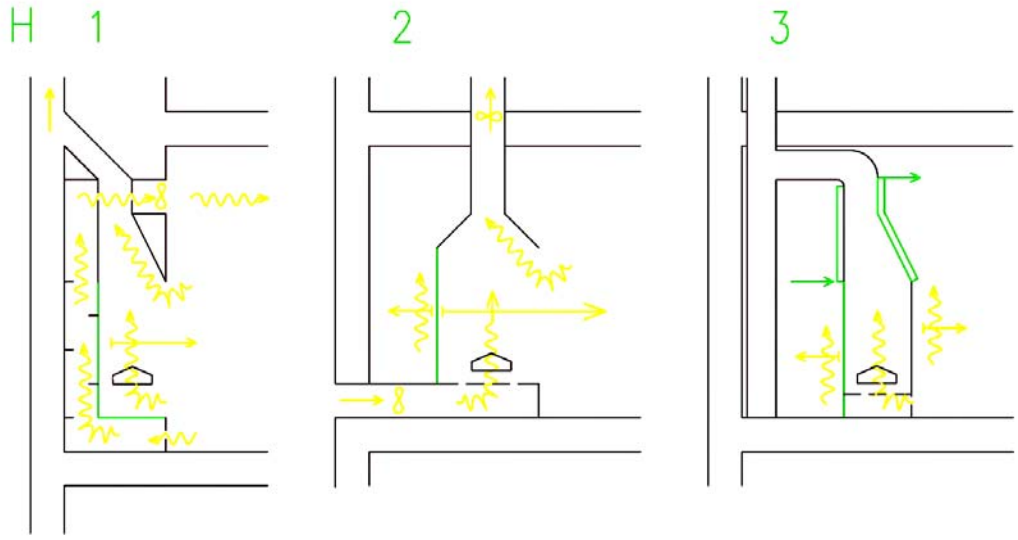
10.8.6.3 Krby a krbová kamna (obr. 10-6H)

Krby tvoří otevřené ohniště, ze kterého je předáváno teplo sáláním z plamene a osálané plochy krbu do prostoru místnosti.

Přívod vzduchu bývá pod krbový rošt nejčastěji z prostoru místnosti nebo je přirozeně či nuceně přiváděn z venkovního prostoru. Odvod spalin je buď přirozeným tahem komína nebo nuceně podtlakem spalinového ventilátoru, umístěného nejčastěji v ústí komína.

Výkon krbu nelze regulovat komínovým tahem, neboť se jedná o spotřebič atmosférický, u něhož komín slouží pouze k odvodu spalin.

Naopak změna přirozeného komínového tahu je regulována vzduchem z místnosti, který nazýváme vzduchem terciálním. Při větším komínovém tahu (např. nízké venkovní teplotě) je přisáváno do komína značné množství vzduchu (terciálního) a místnost je tak intenzivně větrána a musí být do ní zajištěn dostatečný přívod vzduchu. Tím může být místnost i nadměrně ochlazována, pokud přívod vzduchu ke krbu není proveden zkratem. Řízený odvod spalin ventilátorem s proměnou otáček pro konstantní podtlak tento nedostatek nadměrného větrání eliminuje. Přitom je zajištěn požadovaný odvod spalin i při náběhu krbu do studeného komína bez závislosti na tahu podle proměnné venkovní teploty vzduchu, tedy i pro letní



Obr. 10-6 Druhy teplosměnných ploch místností

H Krby a krbová kamna

1 Stěnový krb s doplňkovou konvekční plochou, 2 Krb v prostoru místnosti,

3 Krbová kamna s doplňkovou konvekční plochou

období.

10.8.6.3.1 Stěnový krb (obr. 10-6H1)

Tím, že krb je architektonickou součástí řešení interiéru a zároveň je odvodem spalin vázán na polohu komína, je velmi často vestavěn nebo přistavěn k vnitřní stěně. Z hlediska tepelné pohody by tomu mělo být naopak, tj. měl by být instalován k obvodové stěně, neboť sálavá plocha by měla kompenzovat vliv nízké povrchové teploty z ochlazovaného poloprostoru

s okenními otvory. Sdílení tepla sáláním je pouze z krbové otevřené plochy, jinak je teplo vedeno do stěnové konstrukce, která se zahřívá.

Pro využití konvekčního tepla jsou často podél pláště krbu provedeny vzduchové průduchy pro přirozenou nebo nucenou konvekci. Ohřívaný vzduch odjímá teplo z konstrukce pláště krbu. Vyšší účinnost teplosměnných ploch vzduchových průduchů je však pouze pod kouřovodem. Případný výměník v úrovni kouřovodu je zatížen ochlazováním od terciálního vzduchu přisávaného spalinám z místnosti, a to zejména v zimním období, kdy přirozený tah komína je největší.

10.8.6.3.2 Krby v prostoru místnosti (obr. 10-6H2)

Umístíme-li krb do prostoru místnosti, je zvýšena nejen sálavá složka vytápění z vnějšího pláště krbu, ale uplatní se i konvekční složka z proudění vzduchu podélvětší plochy vnějšího líce. Na obr. 10-6H2 je takové řešení naznačeno s tím, že je možné i snížit jinak vysoké větrání místnosti. Přívod vzduchu pod rošt z venkovního prostoru a odvod spalin spalinovým ventilátorem v komíně omezuje potřebuvzduchu na spalování i terciálního vzduchu. Případné použití doplňkového konvekčního výměníku pro ohřívání vzduchu nebo otopné vody má shodné zásady jako u stěnového krbu.

10.8.6.4 Krbová kamna (obr. 10-6H3)

Potřebu vytvoření duševní pohody pro člověka s vizuálním vnímáním ovládaného ohně, kterou bezesporu krby poskytují, nesnižují nijak podstatně krbová kamna. Přitom se využívá všech výhod kamen. Krbová kamna jsou většinou v prostoru místnosti, spalování je řízené škrcením komínového tahu a tím, že se jedná ne o spotřebič atmosférický, ale podtlakový, se vzduch lépe dostává k palivu a spalování je regulovatelné.

Uzavřený spalovací prostor je z hygienického hlediska lépe přijatelný pro interiér, neboť snadněji je ovladatelné spalování, přikládání a čistší provoz při odpopelňování. Kouřovod se zde již podílí na předání tepla do prostoru místnosti stejně tak, jako je tomu u topidel.

Konstrukcí krbových kamen se tak může vytvořit přímotopné topidlo a nebo i topidlo akumulační s případnými doplňujícími konvekčními výměníky.

10.9 Velkoplošné teplovzdušné plochy

V předchozích kapitolách byla naznačena výhodnost velkoplošných otopných ploch, která je ještě zdůrazněna stále větším používáním netradičních zdrojů tepla.

Tento pohled je však jednostranný ve chvíli, kdy si uvědomíme, že otopná plocha v místnosti nekryje pouze ztrátu tepla prostupem, ale vždy je třeba vytápěný prostor zároveň větrat (např. pro odvod škodlivin, vlhkosti).

Tradiční řešení přirozeného větrání infiltrací, kdy studený vzduch přicházející okenními spárami do místnosti, je ohřívání otopným tělesem. Otopné těleso je podle schématu výpočtu tepelné ztráty tedy „zvětšeno“ o tepelnou ztrátu na větrání – ohřátí chladného venkovního vzduchu, který proudí do místnosti.

Nutnost větrání a dodržení hygienického minima přívodu čerstvého vzduchu (30 m^3/h; 0,5 – násobná výměna vzduchu v místnosti) zůstává stálá, i když se postupným, stále přísnějším zateplováním, snižuje tepelná ztráta prostupem na třetinu až čtvrtinu.

Podíl tepelné ztráty na větrání je tedy stále vyšší a tím stoupá význam konvekčního (teplovzdušného) vytápění.

Při řízeném teplovzdušném větrání je možné přivádět teplý vzduch v podhledu stropu, pod podlahou, velkoplošným konvektorem tak, že konstrukce povrchu místnosti je proudícím vzduchem zahřívána. Teplovzdušné vytápění má tu výhodu, že snáze zajistí udržení výpočtové teploty na požadované mezi i při proměnných vnějších tepelných podmínkách (tepelné zisky, náběhy soustavy), a proto se často k podlahovým , stropním velkoplošným systémům přidává teplovzdušné dotápění. Systém kombinace sálavého a teplovzdušného vytápění je dlouhodobě u nás používán, hlavně u nebytových a halových prostor a je do budoucna perspektivní při stále větším používání netradičních zdrojů, protože teplovzdušné vytápění je vytápění nízkoteplotní.

10.10 Závěr

Dřevěné konstrukce jsou mnohdy používány na budovy odlišné tvarem, účelem, režimem vytápění i použitým zdrojem nežje tomu u budov běžných z klasických materiálů. Nízká tepelná akumulace obvodových stěn a často i přerušované užívání mohou být výhodou, kterou lze využít pouze při vhodně voleném vytápěcím systému.

Uvedené nejzákladnější principy a hodnocení otopných ploch jsou pouze námětem při jejich používání a rozhodně neplatí univerzálně. Univerzálně naopak platí požadavky na tepelnou pohodu, kde uvedené zásady byly však vzhledem k rozsahu naznačeny pouze stručně. Pro různé typy dřevěných staveb je proto třeba podrobněji posuzovat používání různých otopných systémů, dále je rozpracovávat především ve smyslu dosažení energetických úspor

11 Zajištění dlouhodobé trvanlivosti dřevěných konstrukcí

Dřevo je jedním z nejstarších a nejpoužívanějších materiálů. Je to způsobeno jeho příznivými vlastnostmi, jako malá objemová hmotnost, lehká zpracovatelnost, dobré tepelně technické vlastnosti, nízká tepelná vodivost a jeho vzhled. Nevýhodou dřeva je hořlavost, malá odolnost proti povětrnostním vlivům a proti napadení dřevokaznými škůdci.

Z těchto důvodů je nutno dřevo chránit a prodloužit tak jeho životnost vhodným užitím, správným konstrukčním uspořádáním a technologickým zpracováním.

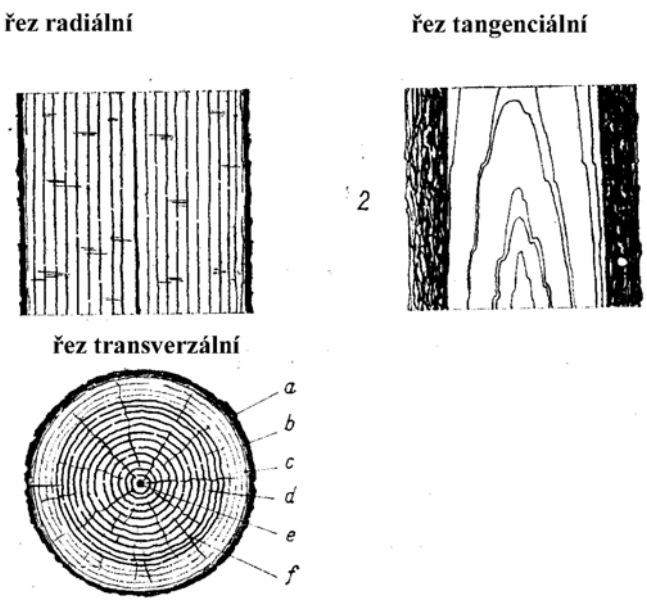
Pro základní pochopení tohoto materiálu je nutno si vždy uvědomit, že dřevo je přírodního původu a proto i součástí oběhu živin v přírodě.

Protože je dřevo přírodním materiálem, je jeho stavba nehomogenní, je hydroskopické s různou hustotou dřevní hmoty, technické charakteristiky závisejí na anatomické stavbě. Pro pochopení vlastností dřeva je nutno seznámit se s jeho základními vlastnostmi.

11.1 Stavba dřeva

Základem dřevní hmoty jsou buňky, resp. buněčné stěny, které tvoří vlákna především celulosy.

Makroskopická stavba má největší význam pro technickou praxi, popisuje se na základních řezech kmene. Radiální směr (označovaný R) prochází osou kmene rovnoběžně s vlákny. Tangenciální (označovaný T) vede mimo střed kmene rovnoběžně s jeho osou, příčný - transversální (označovaný A) vede kolmo na podélnou osu kmene (obr. 11-1).



Obr. 11-1 Základní řezy
a – kůra, b – lýko, c – kambium, d – jádrové dřevo
e – dřeň, f – dřeňové paprsky

Jádrové dřeviny mají střední část kmene tmavší a okrajovou světlejší. U rostoucích stromů slouží běl k transportu a ukládání živin, proto je i méně odolná. Bělové dřeviny mají v celém příčném směru stejnou barvu.

Zralé dřevo vytvářejí staré stromy u kterých vnitřní vrstvy dřeva postupně odumírají a přestávají vést živiny. Je to dřevo nejlepší jakosti, pevnosti a trvanlivosti. Vlhkost dřeva zralého je po pokácení stromu podstatně nižší než vlhkost bělového dřeva.

Cévy dřevní jsou odumřelé válcovité dutinky rozdílného průměru a velikosti, mají tlusté zdřevnatělé stěny buněk. Na příčném řezu se jeví jako kruhové dírky - póry, na podélném

dřevě tvoří různě dlouhé rýhy. Pravé cévy - tracheje mají pouze listnaté dřeviny, jehličnany mají tracheidy, viditelné jen pod mikroskopem.

U některých dřevin jsou velké cévy jen v jarním dřevě a tvoří na příčném řezu soustředné kruhy. Jsou to dřeviny kruhovitě pórovité. Menší cévy vidíme na příčném řezu ve vrstvě jarního i letního dřeva, je to dřevo rozptýleně pórovité. Pórovitost má význam estetický, ovlivňuje technologii povrchové úpravy výrobků, je charakteristickým poznávacím znakem a je podstatná pro impregnační vlastnosti dřeva.

Dřeňové paprsky prostupují všemi dřevinami od dřeně až ke kůře, čímž umožňují přenesení živin do všech částí stromu. U dubu, buku jilmu atd. jsou výrazně patrné na všech řezech, u jehličnanů a některých listnáčů (lípy, topolu, břízy) nejsou pouhým okem viditelné. Na příčném řezu je můžeme pozorovat jako světlé, většinou lesklé proužky rozdílné šířky. Množství, rozložení, zbarvení a velikost dřeňových paprsků ovlivňují výběrové druhy listnatého řeziva a dýh.

Pryskyřičné kanálky jsou úzké, příčné a podélné mezibuněčné prostory, vyplněné pryskyřicí. Svislé kanálky se jeví na příčném řezu jako lesklé nebo tmavé tečky. Vyskytují se ve dřevě borovice, smrku, modřínu, douglasky, vejmutovky a limby. Pryskyřičné kanálky chybějí ve dřevě jedle, tisu a našich listnáčů.

Kambium, lýko a kůra. Obvodovou část rostoucího stromu obklopuje velmi úzká neviditelná mízová vrstva - kambium, složená ze živých tenkostěnných buněk, vnitřní vrstva - lýko, která přiléhá ke kambiu a dřevu, a vnější ochranná vrstva - kůra, borka. Úkolem lýka v rostoucím stromě je rozvádět organické látky, bílkoviny a uhlohydráty od koruny do kmene a kořenů (záhy z jara stoupají vzhůru). Kambiální buňky se během vegetačního období dělí a tvoří se buňky nové, čímž se zvětšuje obvod pletiv, která během let vytvářejí souvislý dřevní kužel. Lýkové buňky se později mění v kůru. Tloušťka, uložení, vrstvení a zbarvení kůry jsou rovněž důležité znaky při rozeznávání dřevin a vlastností dřeva.

11.2 Základní charakteristiky dřeva (vybrané)

11.2.1 Vlhkost

Vlhkost dřeva má zásadní význam pro jeho zpracování a trvanlivost. Vyjadřuje se v procentech vzhledem k hmotnosti absolutně suchého dřeva. Při sušení dřeva se nejprve odpaří voda volná (kapilární). Při obsahu vody ve dřevě asi 23-35% (bod nasycení vláken = BNV) se začíná odpařovat voda vázaná a dřevo zmenšuje svůj objem, sesychá, mění svoji pevnost, pružnost, objemovou hmotnost a hustotu. Bod nasycení vláken odpovídá rovnovážné vlhkosti dřeva při 100% relativní vlhkosti prostředí. S další klesající vlhkostí prostředí klesá i rovnovážný obsah vázané vody a naopak, a současně dochází k deformacím dřeva. Vlhkost mokrého dřeva běžně dosahuje více než 100%.

Vzhledem k nehomogenní vláknité struktuře dřeva je při jeho vysoušení sesychání a při navlhání jeho bobtnání v každém směru různé. Čím pomaleji dřevo vysychá, tím je větší jeho sesychání (bobtnání). Při vysoušení vzniká ve dřevě napětí, které materiál deformuje, dochází k tvarovým změnám dřeva, k jeho borcení. Při rychlém sušení dřeva je borcení příčinou vzniku tzv. výsušných trhlin.

Dřevo uskladněné na volném prostranství nebo pod střechou v hráních lze vysušit na vlhkost nejméně 15%, dřevo větších rozměrů - stavební - na asi 20%.

Zjišťování vlhkosti dřeva

Podle ČSN 49 0103 se vlhkost dřeva zjišťuje zkouškou hmotnosti. Vzorek vlhkého dřeva hmotnosti G_u se suší v laboratorní sušárně při teplotě 103 °C až do konstantní hmotnosti G_o, tj. tak dlouho, až přestane ubývat na váze. Hmotnostní vlhkost u se pak vypočítá podle vzorce:

$$u = \frac{G_u - G_o}{G_o} \bullet 100 \ [\%]$$

Hmotnost vlhkého vzorku G_u a hmotnost suchého vzorku G_o se udává v g. Hmotnostní zkouškou lze spolehlivě určit nejen vlhkost rostlého dřeva, ale i dřevovláknitých desek, třískových desek a dýh. Nevýhodou této zkoušky je dlouhá doba sušení vzorků v laboratorní sušárně (6 až 24 hodiny). Elektrickým vlhkoměrem je možné pohodlně a rychle určit vlhkost dřeva od 7 do 25 %, je však pouze orientační v případě měření impregnovaného dřeva. Pro orientační zjištění možno použít nomogram pro stanovení rovnovážné vlhkosti dřeva v závisloti na vlhkosti vzduchu v daném prostředí. Jeden z užívaných nomogramů je na obr. 11-4.

11.3 Trvanlivost dřeva, životnost dřevěných konstrukcí

Trvanlivost dřeva je dána jeho kvalitou a podmínkami uložení ve stavebním objektu. Na základě zkušeností lze konstatovat, že dřevěné prvky, které nejsou namáhány vlhkostí a napadeny dřevokaznými škůdci mají jako konstrukční prvky životnost nejméně 500 let. Dle zkoušek 100 až 300 let starých konstrukcí je zřejmé, že staré nepoškozené dřevo mívá vyšší pevnost než dřevo současné. Je to dáno skutečností, že v dřívějších dobách bylo káceno dřevo vyzrálé, plaveno a kvalitně vysušeno. Dřevo v současné době užívané má nižší pevnost a bude mít pravděpodobně i nižší trvanlivost, neboť se užívá především dřevo polomové, méně kvalitní. Často se v současnosti dodává na stavbu dřevo již napadené dřevokaznými škůdci.

Trvanlivost dřeva ve stavebním objektu je podmíněna jeho konstrukčním řešením, způsobem užívání a údržbou.

Pro dřevěné prvky užívané v exteriéru, resp. v nepříznivých podmínkách v interiéru se doporučuje užívat dřeviny s relativně vyšší trvanlivostí.

dřeviny	druh
s relativně vyšší trvanlivostí	- akát
	- dub
	- modřín
	- douglaska
s relativně nižší trvanlivostí:	- buk
	- jedle
	- javor
	- bříza
	- lípa
	- topol
	- vejmutovka a další.

Trvanlivost dřeva vzhledem k různorodosti jednotlivých dřevin není definována.

11.4 Chemické složení dřeva

Po chemické stránce je dřevo materiálem velmi složitým. Skládá se z organických látek, které tvoří buněční stěny, tj. celulosy (50 %), hemicelulos (22%) a ligninu (22 %). Druhou skupinu tvoří látky zásobní (6 %), které se nalézají v buněčných dutinách. Jsou to hlavně polyglycidy (polysacharidy), tuky, látky dusíkaté, látky pryskyřičné, třísloviny, barviva, alkaloidy aj. Kromě těchto organických látek (spalitelných) jsou ve dřevě látky anorganické (draslík, sodík, vápník, fosfor, hořčík aj.).

Poměr zastoupení jednotlivých základních látek v jehličnatých a listnatých dřevinách není stejný. Celkově se v jehličnatých dřevinách nalézá více celulosy a ligninu než v listnatých, ale méně hemicelulos.

Základní stavební látkou buněčné stěny je celulosa. Chemicky náleží k polyglycidům (polysacharidům). Celulosa je látka chemicky stálá, nerozpustná ve vodě, alkoholu, zředěných kyselinách a alkáliích. Rozpouští se v roztocích anorganických solí, anorganických kyselin, v koncentrovaném roztoku chloridu zinečnatého aj. Nejvíce celulosy se tvoří v mladém dřevě. Dřevní celulosa je surovinou pro různé deriváty celulosy (acetylcelulosy, hydrocelulosy aj.).

Technická celulosa - buničina se získává chemickým zpracováním různých vláknitých surovin, především vlákninového dříví. Z buničiny se vyrábí papír, syntetické hedvábí, syntetická vlákna, celofán, celuloid, laky, lepidla atd.

Poměr celulosy a ligninu je pro vlastnosti dřeva nejdůležitější. Lignin prostupuje celulosu a způsobuje zdřevnatění buněčných stěn. Velký význam má při výrobě tvrdých dřevovláknitých desek suchou cestou, kde při vysoké teplotě změkčuje a spojuje dřevní hmotu v pevnou a tvrdou desku. Podobně jako hemicelulosa, je i lignin chemicky nestálý a působením louhů a kyselin se narušuje a rozpouští.

Hemicelulosy mají větší význam při hydrolýze dřeva, při níž se ze dřeva získává glukosa, různá barviva atd.

11.5 Vady dřeva

Základním požadavkem hospodárné výroby je správné a dokonalé zužitkování jednotlivých druhů a jakostí dřeva s ohledem na jeho vady. Některé vady vznikají při růstu stromů nepravidelnostmi ve stavbě dřeva, příčinou jiných je chybné skladování a ošetřování kulatiny nebo řeziva. Některé vady mohou zvýšit přirozený vzhled a kresbu dřeva, např. vlnitá vlákna, oddenkové výřezy, různé zauzleniny, očkové útvary. Za nejdůležitější vady dřeva se považují tyto defekty:

Vady tvaru kmene - křivost sbíhavost, boulovitost, zbytnění oddenku, kořenové náběhy, zploštění kmene (excentrický růst).

Vady struktury - dvojitá dřeň, vnitřní běl, točivost, svalovitost, křemenitost, prosmol, smolníky, nepravé jádro.

Vady zbarvení - zapaření, šednutí, zkřenčení, modrání.

Zapaření je biologická změna v bělavém dřevě, projevující se hnědým zbarvením různé intenzity, s charakteristickými tmavšími okraji. Vzniká za teplého a vlhkého počasí při nesprávném skladování kulatiny a řeziva a čerstvě pokáceného nebo zpracovaného dřeva .Zapaření probíhá velmi rychle a u dřevin z listnatých stromů, zejména buků, může přejít v pestrou hnilobu.

Šednutí povrchu dřeva způsobují vlivy povětrnosti. Nejdříve se okysličují třísloviny, čimž se trvanlivost a odolnost dřeva přechodně zvýší. Šednutí se však postupně zvýrazňuje, povrchové buňky se odlupují, lignin se vyluhuje a dřevo plstnatí. U dřeva dlouho

skladovaného bez ochrany před povětrnostními vlivy se zhoršují jeho fyzikální a později i mechanické vlastnosti.

Zkřenčení je chemický rozklad dřeva způsobený houbami, plísní a vlivy povětrnosti. Projevuje se u dřeva vlhkého, neodkorněného a špatně uskladněného. Šedá barva proniká celým dřevem. Zkřenčené dřevo je pak lehčí, světlejší a brzy se rozpadá. Vyskytuje se u buku a jiných bělových dřevin.

Modrání postihuje dřevo borovice, je-li dlouho uskladněno neodkorněné, kulatina ve vlhkém, teplém a tmavém prostředí. Namodralé dřevo je třeba rychle vysušit, aby nebylo napadeno jinými houbami. Zelená pruhovitost vzniká u tlusté kulatiny javorové, bukové, olšové a lipové. Způsobuje ji houba, která vylučuje barviva. Tato vada je velmi nepříjemná, hlavně u cenných dýhových výřezů bílého javoru.

Suky porušují stejnorodost dřeva, ztěžují opracovatelnost a ovlivňují fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva. Nejvíce snižují pevnost dřeva v ohybu a v tahu. Sukovitost nejvíce škodí u tenčího řeziva, latí a lišt. Z hlediska pevnosti a únosnosti dřevěných prvků jsou nejzávažnější tzv. sdružené suky, které vycházejí z jednoho místa do několika směrů.

Očka jsou zarostlé vegetační pupeny, které vytvářejí různou spletitostí dřevních vláken zajímavé očkové útvary a zauzleniny. Nejkrásnější očkové zauzleniny mívají některé oddenkové výřezy s pařezovou částí, někdy i dřevo javoru a břízy. Očkovité dřevo se pro běžné technické účely nehodí, je však vhodné pro výrobu dýh.

Trhliny růstu stromu - trhliny dřeňové, odlupčivé a mrazové, anebo rychlým sušením a nestejnoměrným sesycháním kulatiny a řeziva - trhliny výsušné .

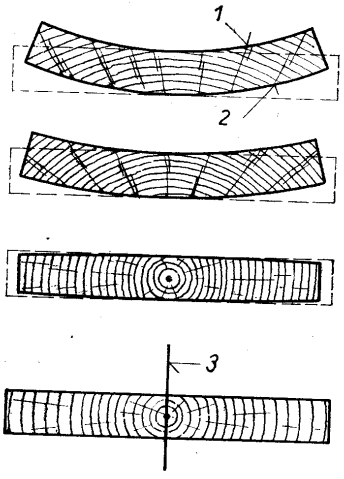
Dřeňové trhliny probíhají směrem od dřeně k obvodu ve směru dřevních vláken v různém úhlu. Odlupčivé trhliny směřují kolem letokruhů v určité délce kmene .Nacházejí se v místech náhlého přechodu úzkých a širokých letokruhů, obvykle u jedle. Mrazová trhlina se vyskytuje častěji u listnáčů než u jehličnanů, procházejí od obvodu ke středu kmene.

Výsušné trhliny probíhají ve směru dřeňových paprsků. Dělí se na trhliny nepřecházející a trhliny přecházející z čela na plochy nebo boky. Vznik čelních trhlin omezíme, jestliže čela kulatiny nebo řeziva opatříme vhodnými nátěry.

11.5.1 Vady dřeva způsobené změnami vlhkosti

11.5.1.1 Borcení dřeva - tvarové změny.

Rozdílné sesychání v tangenciálním a radiálním směru se projevuje tím, že při vysoušení vzniká ve dřevě napětí, které materiál deformuje. Čím dále je prkno vyříznuto od středu kmene, tím více se bortí - prohne. Radiálně vyříznutá prkna z jádra sesychají v šířce méně než prkna krajová a v tloušťce méně v jádru než v běli. Při rychlém sušení je borcení dřeva příčinou povrchových trhlin. Borcení dřeva zmírníme, prořízneme - li prkno ve dřeni, (Obr. 11-2)



Obr. 11-2 Borcení prken a tvarové změny při sesychání

11.5.1.2 Ustrnutí dřeva.

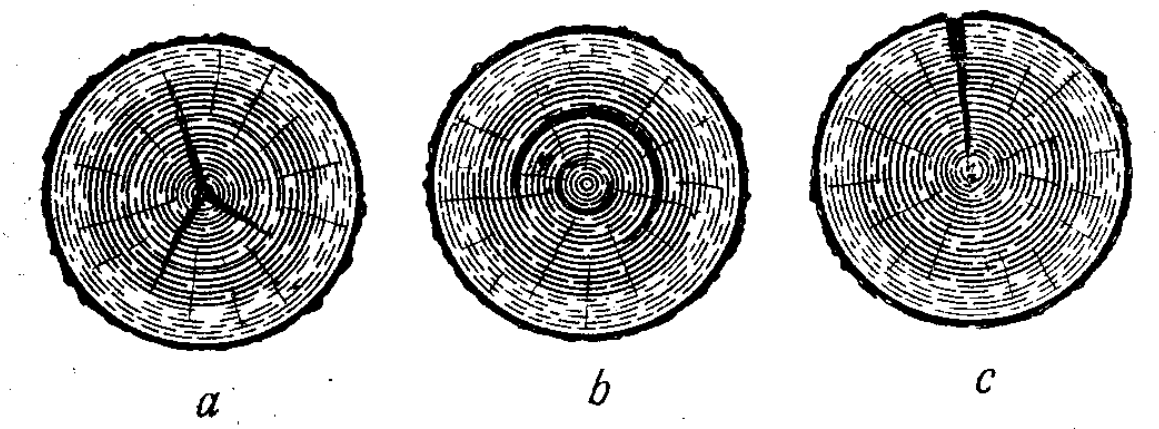
Při nerovnoměrných změnách vlhkosti bobtná a sesychá dřevo ve svých vrstvách nerovnoměrně, tím je namáháno na tah a tlak. Ustane-li tah nebo tlak, vrátí se dřevo zase do

původního stavu za předpokladu, že deformační síly nepřekročily hranice jeho pružnosti. Při překročení hranice pružnosti se vlhké dřevo ustálí v novém tvaru a do původního stavu se již nevrátí. Takové ustálení nazýváme ustrnutí v tahu nebo v tlaku.

11.5.1.3 Zkornatění dřeva.

Dřevo, které v jednotlivých vrstvách nerovnoměrně ustrnulo vlivem napětí, je dřevo zkornatělé. Napětí ve dřevě vznikne, když vnější vrstvy sesychají rychleji než vrstvy vnitřní. Ve vnějších vrstvách dřeva vznikne napětí tahem, kdežto uvnitř dřeva tlakem. Protože vnější vrstvy nemohou zmenšit svůj objem, buď popraskají,

anebo ustrnou v tahu. Zkornatění bývá tím větší, čím tlustší je řezivo, čím vyšší byla jeho počáteční vlhkost a čím rychleji se sušilo. Zkornatělé řezivo se bortí, když se rozmítne, trhá se při frézování a štěpí se v dlabech.



Obr. 11-3 trhliny kmene

a) vnitřní trhlina křížová, b) kruhová, c) povrchová

11.6 Degradace dřeva a její formy

V případě, že se dřevo vyskytuje v podmínkách vhodných pro dřevokazné činitele nastávají v jeho struktuře degradační procesy a mění se jeho vlastnosti.

Nejvýznamnější jsou ty, které poškozují molekuly dřeva, resp. jejich základní stavební látky - molekuly polysacharidů a ligninu. Tyto následně ovlivňují makroskopickou strukturu dřeva.

Typy znehodnocení dřeva:

A) Poškozující složky buněk dřeva

- chemické reakce (hydrolýza, dehydratace, oxidace a jiné) způsobují agresivní chemikálie (emise SO_2, NO_X atd.), kyseliny a zásady, anorganické fungicidy, retardéry hoření atd.
- termooxidace, pyrolýza, dehydratace způsobují termické účinky (oheň) a zvýšená teplota
- fotooxidační reakce v ligninu do hloubky asi až 2,5 mm způsobuje UV záření
- biochemické reakce katalyzované enzymy hub způsobují dřevokazné houby
- mechanicko - biochemická degradace způsobují hmyz a měkkýši.

B) Nepoškozující složky buněk dřeva

- mechanické trhliny způsobují změny teploty a vlhkosti.
- Mechanické otvory a okus způsobené hmyzem, měkkýši a savci.
- Zbarvení dřeva způsobené dřevozbarvujícími houbami a plísněmi.
- Poškození stečením buněk způsobují bakterie a houby.

11.6.1 Abiotické poškození dřeva

11.6.1.1 Atmosférická koroze dřeva

Jedná se o přirozené stárnutí dřeva způsobené povětrností. Probíhá vždy v různé intenzitě v závislosti na vnějších podmínkách (vlhkostních, světelných teplotních a jiných).

Intenzita je podstatně vyšší v exteriéru (nechráněné dřevo) než v interiéru.

Atmosférická koroze je způsobována těmito činiteli:

a) voda a vodné roztoky chemikálií,

b) kyslík

c) agresivní plyny a imise

d) prach, písek

za současného působení energetických polí:

a) teplo

b) sluneční záření

c) proudění (pevných látek a kapalin ve styku se dřevem)

Nejpodstatnější vliv má na atmosférickou korozi má voda a sluneční záření.

Voda způsobuje vlhkostní napětí jehož příčinou je různé rozložení vody v dřevě.

Závažná poškození způsobuje mrznoucí voda -led, za silných mrazů dochází k poškozování buněk i k tvorbě trhlin.

Záření způsobuje rozštěpení především ligninu. Způsobuje i barevné změny povrchu dřeva nejprve zbarvení žluté později až hnědé do hloubky až asi 2,5 mm od povrchu.

Kombinací atmosférických činitelů dochází k vyplavování fotochemicky degradovaných složek ze dřeva. Dřevo mění barvu do šeda, příčinou je absorpce imisí ze vzduchu. Dochází k pomalému eroznímu odbourávání povrchu dřeva (závisí na mnoha faktorech, různí autoři udávají 1 až 13 mm za 100 roků).

11.6.1.2 Termický rozklad dřeva

Působením tepla dochází k dehydrataci, termooxidaci a dalším reakcím v závislosti na teplotě.

Při teplotě do 66 °C tyto reakce téměř neprobíhají. V intervalu 66 až 110 °C v závislosti na době namáhání mají spíše malý význam. Při teplotě 130 až 150 °C začíná rozklad dřevní hmoty. V intervalu 180 až 195 °C nastává intenzivní rozklad, kdy se uvolňuje množství prchavých produktů, především hořlavé plyny, které při dostatečné koncentraci a teplotě vzplanou. Při teplotě 270 až 280 °C již dřevo hoří bez pomoci jiného zdroje tepla v okolí. Tepelným rozkladem se povrchová vrstva dřeva mění na dřevěné uhlí, které dosahuje teploty 400 až 500 °C.

Průběh hoření ovlivňují především druh dřeva, povrch, vlhkost a geometrický tvar prvku.

11.6.1.3 Chemická koroze dřeva

Chemická koroze nastává při styku dřeva s agresivními chemickými látkami, především kyselinami (anorganickými i organickými), zásadami a oxydanty. Chemická koroze nastává při styku v libovolném skupenství.

Chemickou korozi dřeva způsobují i některé prostředky na ochranu dřeva např. na bázi amonných solí, které však nejsou v současné době již doporučovány.

11.7 Biokoroze dřevěných konstrukcí

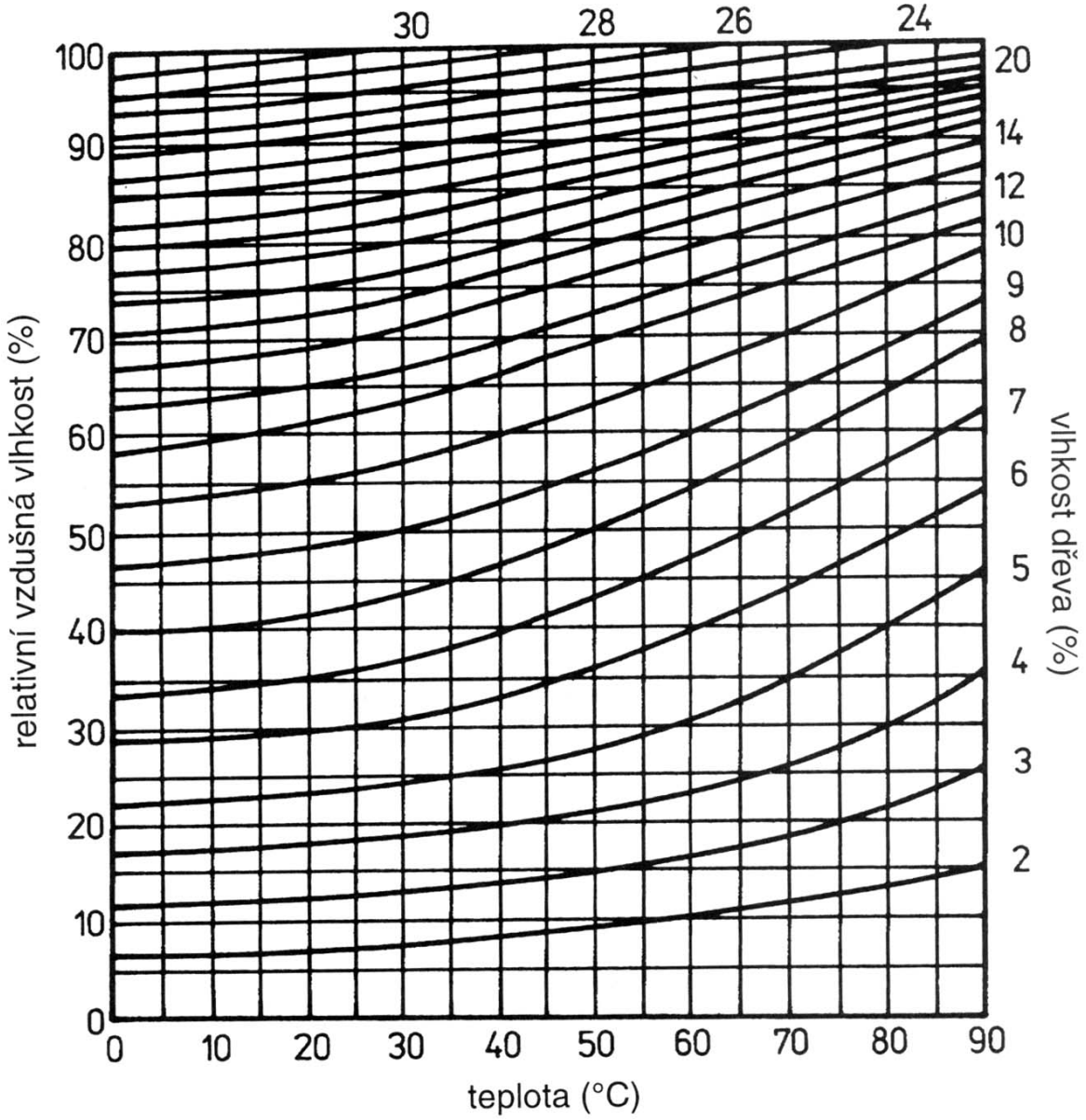
Většina tesařských konstrukcí pozemních staveb je sestavována ze dřeva smrkového, jedlového, borového a někdy i modřínového. Pouze ve vyjímečných případech je možno nalézt na starých konstrukcích dřevo dubové, bukové, ojediněle i jasanové.

Dřevo smrkové se používá nejčastěji na veškeré tesařské práce. Je lehké, pružné, dobře kližitelné. Dřevo jedlové je zpravidla lepší jakosti než dřevo smrkové. Je však hůře opracovatelné a má horší mechanické vlastnosti než dřevo smrkové. Dřevo borové je velmi trvanlivé a odolné proti vlivům vlhkosti a povětrnosti. Nemá být používáno na konstrukce namáhané ohybem. Dřevo modřínové je nejlepší, ale také nejdražší dřevo našich stromů. Je trvanlivé, vzdoruje poměrně dobře vlhku a to i při střídavém uložení v suchu a ve vlhku. Je vhodné pro konstrukce vystavené vlivům povětrnosti. Dřevo dubové je tvrdé, pevné, houževnaté a trvanlivé. Dobře vzdoruje vlhkosti. Pod vodou ztvrdne tak, že vydrží bez újmy na jakosti i několik století. Nevýhodou je že značně sesychá přičemž se dřevo trhá. Bukové dřevo by nemělo být používáno v konstrukcích namáhaných ohybem a tahem. Bukové dřevo značně pracuje a špatně odolává povětrnosti a vlhkosti.

Vlhkost dřeva a škůdci

Vlastnosti dřeva jsou ve velké míře závislé na jeho vlhkosti. Obsah vody ve dřevě závisí především na vlhkosti okolního prostředí. Syrové dřevo má vlhkost 40 až 80%. Přirozeným vysoušením klesá vlhkost až na 15 až 20%. Vysušením v sušárnách může vlhkost klesnout až na 8% přičemž dochází k inhibici růstu plísní a k inhibici rozvoje dřevokazného hmyzu.

Většina hub vyžaduje minimální vlhkost dřeva v oblasti 40%. Dřevomorka domácí se spokojí s 18%. vlhkostí dřeva. Maximální vlhkost pro zastavení růstu hub sehrává významnější úlohu při ochraně skladované kulatiny postříkem nebo bazénováním a je limitovaná 5 až 20% podílem vzduchu ve dřevě.



Obr. 11-4 Graf přepokládané vlhkosti dřeva na závislosti na teplotě a relativní vlhkosti vzduchu podle prof. Rypáčka

11.7.1.1 Dřevokazné houby

V prvé fázi biokoroze je dřevo atakováno buď životaschopným myceliem z jiné napadené dřevěné části stavby nebo výtrusy dřevokazných hub. Ve druhé fázi dochází k vylučování extracelulárních enzymů z vrcholů hyf (celulázy typu C1, Cx, xylanázy, peroxydázy a. j.) do dřevěného substrátu, čímž dochází ke katalytickému rozkladu chemických vazeb ve stavebních složkách dřeva.

Celulozovorní houby působí depolymerizaci hemiceluloz a celulozy (hnědá hniloba).

Ligninovorní houby působí depolymerizaci ligninu, hemiceluloz a celulozy (bílá hniloba)

Dřevozbarvující houby a plísně rozkládají průvodní látky například pektiny, cukry apod. Tyto organizmy mají minimální schopnost rozkládat makromolekulární složky buněčných stěn. V další fázi dochází k transportu depolymerizovaných a ve vodě rozpuštěných látek do hyf houby a k jejich metabolické přeměně na stavební látky nutné pro rozvoj organizmu, nebo jsou látky využity jako zdroj energie.

Stupeň napadení dřeva houbami je závislý na:

- obsahu polysacharidů, ligninu a průvodních látek ve dřevu,
- podílu vody a vzduchu ve dřevě,
- teplotě okolního prostředí, záření v různých vlnových délkách a pod.
- kyselosti dřevní hmoty.

Dřeviny které jsou vůči houbám relativně odolné (akát, dub, kaštan) obsahují větší podíl průvodních toxických látek typu tříslovin a živic. Naopak jiné průvodní složky na bázi dusíku, hořčíku, draslíku a vápníku růst hub stimulují. Dřevo se rovněž stává přístupnější pro houby po předúpravách chemickými látkami, zářením, případně po ataku bakteriemi nebo plísněmi.

Pozoruhodné je, že celulosovorní houby rozkládají většinou jehličnaté dřeviny, zatímco ligninovorní houby degradují většinou listnaté dřeviny. Je to vlastně v protikladu s primární chemickou strukturou dřevin, protože jehličnany obsahují více ligninu než listnaté dřeviny.

Dřevokazných hub je velké množství. Většinou se však s nimi setkáváme buď jako s parazity, kteří následně rozkládají dřevo pokácených stromů (např. troudnatec pásovaný, Fomes fomentarius) nebo jako se saprofyty, kteří vegetují na pařezech a odumřelém dřevě. Z mnoha desítek druhů náleží pouze několik k obávané skupině hub, které napadají dřevo v obydlích nebo ve sklepích. Jejich růstové projevy jsou v řadě případů natolik typické (způsob tvorby podhoubí, provazců, plodnic, zabarvení a rozpad dřeva),že mohou dobře sloužit k identifikaci jednotlivých rodů.

Z dřevokazných hub jsou, jak již bylo řečeno, nejnebezpečnější celulosovorní houby, které působí tzv. červenou nebo také hnědou hnilobu.. K celulosovorním houbám náleží dřevomorka domácí (Merulius lacrymans), koniofora sklepní (Coniophora puteana), pórnatka Vaillantova (Poria vaillantii), trámovka plotní (Gloeophyllum sepiarium), trámovka jedlová (Gloeophyllum abietinum), outkovka řadová (Trametes serialis), čechratka sklepní (Paxillus panuoides).

K ligninovorním houbám náleží václavka obecná (Armilaria mellea), troudnatec kopytovitý (Fomes fomentarius), pevník chlupatý (Stereum hirsutum) aj.

Na rozdíl od plísní vystačí dřevokazné houby v řadě případů s nižší vlhkosti substrátu a rovněž na teplotě nejsou příliš závislé. Velmi zajímavý je vztah dřevokazných hub k aciditě substrátu. Jednotlivé druhy velmi rychle nastavují optimální pH dřeva a při umělém vychýlení pH např. roztoky pufrů, jsou houby schopny udržet ve značném rozmezí pro ně optimální pH.

Všeobecně je možno říci, že celulosovorní houby regulují aciditu většinou k nižším hodnotám pH než houby ligninovorní. Záleží ovšem na kmeni houby (její provenienci) a stáří kultury.

V době zrání vytváří dřevokazné houby v plodnicích velké množství výtrusů. Za určitých podmínek (sušší substrát) se tvoří přímo v myceliu tzv. vedlejší výtrusy (konidie, oidie, chlamydospory), nebo se houby rozmnožují pouhou fragmentací mycelia. To je nebezpečné při sanačních pracích, kdy se v objektu likvidují části dřevěné konstrukce napadené dřevokaznými houbami.

Postup rozkladu hmoty dřeva je dvojí. Buď s povrchu dovnitř dřeva, tak postupuje koniofora, dřevomorka, pórnatka, nebo z vnitřku k povrchu. Nákaza se v tomto případě dostává do dřeva trhlinami. (trámovka, outkovka).

Rovněž prorůstání obou skupin hub dřevem je charakteristické. Z míst infekce pronikají dřevokazné houby dřeňovými paprsky a odtud vnikají do hmoty dřeva. Zatímco celulosovorní houby vnikají do buněk dřeva jednotlivými hyfami, přičemž otvory ve stěnách si otvírají

příslušnými enzymy, ligninovorní houby vnikají do buňky celým svazkem hyf, který se často bohatě větví.

Saprofytické houby vstupují do řady vzájemných vztahů, které závisí mj. na teplotě substrátu, stáří houby, množství živných látek a především na tvorbě toxinů , které zabraňují růstu protikultury. Saprofytické houby atakují mnohem větší počet hub než paraziti. Je to dáno tím, že saprofytické houby vyžadují nejen odumřelé dřevo, ale především do něj vstupují sekundárně a dostávají se do styku s odumřelými, nebo parazitickými druhy hub nebo skupinou plísní, které ze dřeva postupně vytlačují nebo jim konkurují.

11.7.1.2 Bakterie, houby dřevozbarvující a mikroskopické (plísně)

Uvedené organizmy vyvolávají především estetické škody na dřevě, zvyšují permeabilitu dřeva a někdy mírně ovlivňují i pokles mechanických vlastností. Oproti dřevokazným houbám potřebují k růstu poměrně značnou vlhkost. Většina plísní a dřevozbarvujících hub roste při 100 - 125% vlhkosti smrkového dřeva. Pro růst na dřevě borovém vyžaduje minimálně 40 - 60% vlhkosti a teplotu 20 až 30°C. Hloubka průniku hyf těchto hub do dřeva je různá. Maximální prostup činí cca 10 mm (Aspergillus fumigatus, Fusarium solani).

Bakterie žijící na vlhkém dřevě (Bacillus asterosporus, Mycobacterium, Actinomyces spp.) výrazně omezují růst dřevokazných hub zejména dřevomorky, trámovky, pornatky, koniofory sklepní a některých dřevozbarvujících plísní. Mimo to rozkládají i některé biocidy určené pro ochranu dřeva (kvarterní amoniové sloučeniny) a snáší vysoké koncentrace anorganických biocidů (tetraboritany, fluoridy).

11.7.1.3 Dřevokazný hmyz

K dřevokaznému hmyzu řadíme jednak fyziologické škůdce stromů, jednak technické škůdce zabudovaného, případně skladovaného mrtvého dřeva. Škůdci dřeva se proto podle životních podmínek a podle výběru potravy zařazují do tří skupin:

a. hmyz na kmenech (na žijících nebo ochořelých stromech případně na kmenech čerstvě poražených)
b. hmyz na zpracovaném dřevě v exteriéru či interiéru (stavební dřevo, nábytek, ploty, řezivo ve skladech).
c. hmyz na shnilém dřevě (rozkladači dřeva enzymaticky depolymerizovaného).

11.7.1.3.1 Základní charakteristiky nejběžnějšího dřevokazného hmyzu

Hmyz který napadá pokácené a odkorněné dřevo a dřevěné výrobky náleží mezi brouky (Coleoptera) a zahrnuje zejména čeledí červotočovití (Anobiidae), hrbohlavovití (Lyctidae) a tesaříkovití (Cerambicidae). Všichni brouci jsou zvyklí na suché prostředí a živí se celulosou dřeva. Často napadají dřevo poškozené houbami, které je pro ně snadněji stravitelné. Na počátku životního cyklu jsou vajíčka ze kterých se vylíhnou larvy, které požírají dřevo. Jejich život trvá různou dobu, podle druhu hmyzu Po ukončení larválního stadia se larvy zakuklí. Před kuklením se larva přiblíží k povrchu dřeva a zachová jen tenkou neprokousanou blanku. Zde si vytvoří místo pro kuklení oddělením chodbičky od ostatních částí zátkou z pilin. Vylíhlý brouk potom vykusuje výletový otvor v tenké blance dřeva.

11.7.1.3.2 Životní podmínky dřevokazného hmyzu

a) Při RV pod 45% nedochází k líhnutí larev, protože nemohou prokousnout zaschlou blánu vajíčka. Optimální vlhkost dřeva je 12 až 18%, což odpovídá RV 60 až 80%.

b) Optimální teplota je 20 až 30° nad 32°C již nedochází ke kuklení larev. Ty jsou však schopny přežít i teploty od -20 do +50°

c) Dřevokazný hmyz vyžaduje k životu kyslík, nevyžaduje světlo.

11.7.1.3.3 Přehled hmyzu

Tesařík krovový (Hylotrupes bajulus).

Tento brouk napadá střešní konstrukce, povaly, stropy, ojediněle i sloupy a ploty. Rozvíjí se při vlhkosti dřeva (w) 9 - 65%, w_{opt} = 20-35%, a při teplotě t = 12-38°C, t_{opt} = 29°C. Při vlhkosti pod 12% se jejich růst značně zpomaluje. Dokonalá přeměna larvy v dospělý hmyz trvá 2 až 10 let (jedna generace). Hromadně vylétá od poloviny července do srpna. Samička žije asi měsíc a klade až 400 vajíček, která se vyvíjí 2-3 týdny. Larva vykusuje chodby podél vláken dřeva, dospělé larvy se zavrtávají hlouběji. Tesařík krovový náleží mezi závažné škůdce opracovaného dřeva. Při déle trvající aktivitě larev tesaříka může dojít až ke zhroucení napadené dřevěné konstrukce. Larvy tesaříka jsou nebezpečné i tím že do střešní konstrukce zavlékají své průvodce, plísně případně i dřevokazné houby, které se v narušeném dřevu rychle rozvíjí. Proto je vhodné napadené části dřevěné konstrukce vyměnit a celou konstrukci represivně a preventivně chránit insekticidy.

Červotoč proužkovaný (Anobium punctatum), červotoč úmrlčí (Anobium pertinax), červotoč kostkovaný (Xestofobium rufovilosum).

Červotoči jsou drobní ovální brouci, délky 2-8 mm, hnědé až černé barvy. Během svého života, který trvá 6-28 dnů, naklade samička 30 vajíček ze kterých se po 12-15 dnech líhnou larvy. Ty jsou dlouhé 5-10 mm, délka jejich života se mění s vlhkostí a teplotou. Průměrná délka života je 1-3 roky. Kuklení trvá asi 14 dní, doba výletu dospělých brouků je konec jara začátek léta. Výletové otvory mají průměr 1,5 - 2,5 mm. Pro červotoče je charakteristické opakované napadení dřeva následnými generacemi, což vede k úplné degradaci dřevní hmoty a k rozpadu. Červotočům vyhovuje vyšší vlhkost a pouze občasné či téměř žádné vytápění. Optimální teplota je až 27°C, ale pro zakuklení je nutný pokles. Dospělí brouci se objevují od června do srpna. Na kratší vzdálenost přeletují, převážně však jen lezou., Vyhlodané chodbičky vyplňují "červotočinou", což je směs výkalů a drobných částeček dřeva. Červotoč úmrlčí (Anobium pertinax), vyhledává přednostně dřevo se zvýšenou vlhkostí (min 18-19%). Napadá dřevo v místech vystavených zimním mrazům a často se vyskytuje ve sklepích a kostelích. Červotoč hnědý (Ernobium molis) se vyvíjí těsně pod zbytky kůry a není proto pro dřevo příliš škodlivý. Červotoč kostkovaný (Xestofobiu rufovillosum) je podobný červotoči proužkovanému. Napadá hlavně listnaté dřevo. Larvy vyhlodávájí chodby obvykle podél vláken dřeva.

V našem klimatu způsobují na dřevě mimo tesaříků značné škody i některé další druhy z řádu blanokřídlých (Hymenoptera) a motýlů (Lepidoptera). Pilořitka velká (Urocerus gigas) a pilořitka fialová (Paururus juvencus) napadají neodkorněnou kulatinu jehličnatých stromů i poraněné stromy. Požerky pilořitek jsou silně ucpané drtí a proto unikají při kontrole řeziva pozornosti. Dřevokaz čárkovaný (Xyloterus lineatus) škodí všem jehličinám a často se vyskytuje s podhoubím houby Ceratocystis pilifera, která působí modrání dřeva. Mravenci dřevokazi (Camponotus ligniperda) žijí často v symbioze s červotoči a tesaříky a vegetují zejména na dřevě, které již bylo atakováno vpředu uvedenými škůdci. Také mravenci vnášejí

do dřeva plísně a houby, čímž urychlují rozklad již narušeného dřeva. Při napadení zdravého dřeva vytvářejí labyrintové chodbičky v zonách jarního dřeva. Příležitostně pronikají do staveb na okraji lesa. Motýli dřevotoč obyčejný a dřevotoč hruškový mají 2-leté generace. Jejich larvy nazývané housenice vyžírají vlhké dřevo i dřeň různých druhů listnatých stromů. Požerky mají průměr až 10 mm.

11.7.2 Porovnání poškození dřeva houbami a hmyzem

Hmyz:

a) vytváří chodbičky, podle jejich velikosti a tvaru lze poznat druh hmyzu.
b) pevnost dřeva klesá, objem zůstává zachován.
c) dřevo mezi chodbami zůstává zdravé, normálně bobtná a smršťuje se.

Houby:

a) napadení začíná většinou od povrchu, vyjímku tvoří trámovka a pórnatka
b) klesá objem a hmotnost dřeva,
c) pevnost dřeva klesá více než při napadení hmyzem
d) vlivem poškození buněčných stěn dřevo nebobtná a nesmršťuje se.

11.8 Ochrana dřeva

Ze zkušeností víme, že ve většině stavebních objektů se vyskytují biotičtí škůdci poškozující dřevo.

Rozvoji biotických škůdců lze ve většině případů zabránit nebo alespoň podstatně omezit dodržováním zásad konstrukční ochrany dřeva, použitím zdravého, suchého a nenapadeného dřeva při opravách a řádnou údržbou střešního pláště. Chemická ochrana dřeva je pak nutná pouze v případech, kdy konstrukčně nelze zajistit podmínky nevhodné pro rozvoj biotických škůdců dřeva.

Dřevo se proti působení biotických škůdců a ohně chrání konstrukčním řešením a případně i chemickým ošetřením.

Způsob ochrany dřeva je závislý na expozici, v níž se dřevo nachází.

11.8.1 Zásady fyzikální a konstrukční ochrany dřeva

Rozvoji biotických škůdců lze zabránit řádnou údržbou a konstrukční ochranou dřeva. Podstatou konstrukční ochrany dřeva je především zajistit, aby se dřevěné konstrukce nevyskytovaly v podmínkách vhodných pro rozvoj biotických škůdců, tj. v prostorech s vysokou vlhkostí, dřevo nebylo smáčeno vodou a nebylo v kontaktu s materiály obsahující vysoký obsah vlhkosti, která přechází do dřeva.

11.8.1.1 Principy fyzikální a konstrukční ochrany dřeva

vycházejí z rozboru činitelů znehodnocujících dřevo a z podmínek jejich aktivity vyplývají tyto zásady pro fyzikální a konstrukční ochranu dřeva:

a) Dřevo a dřevěné prvky je nutno upravit tak a uložit do takové expozice, ve které je působení biotických činitelů omezené nebo vyloučené.

b) Surovinu, řezivo a výrobky umístit do prostředí s podmínkami nepříznivými pro aktivitu biotických škůdců.

Suchá ochrana - snížení a zachování vlhkosti dřeva pod hranicí kritické vlhkosti viz tab. 1 těmito metodami sušení:

- přirozené sušení
- sušení intenzivní - přirozené sušení pomocí ventilátorů či speciální způsoby uskladněn
- umělé konvekční, vakuové, kontaktní, sublimační, mikrovlnné, v kapalinách atp. a následné umístění do trvale suchého prostředí dle zásad konstrukční ochrany dřeva

Mokrá ochrana - zvýšení a zachování vlhkosti dřeva nad hranicí maximální kritické vlhkosti. Užívá se především pro ochranu kulatiny.

c) Dřevěné prvky umístěné v exteriéru vyrábět ze dřeva s realitně vysokou trvanlivostí, jedná se o akát, dub modřín, případně se střední trvanlivostí - jasan, jilm, borovice, smrk a omezit užívání dřevin s malou trvanlivosti - buk, javor, bříza, lípa, topol, vejmutovka a další.

d) Prvky umístěné v exteriéru chránit před přímými povětrnostními vlivy a trvalým zvlhčováním. Platí tyto konstrukční zásady:

1) úkosy na vrcholu sloupů a vhodný způsob jejich upevnění k patkám s cílem omezit kontakt dřeva s vodou a vyloučit kontakt dřeva se zeminou,
2) mezerami mezi jednotlivými prvky a objekty zajistit cirkulaci vzduchu:
3) čtverhranné prvky mají přiléhat k sobě nebo k dalším konstrukcím nejvíce dvěma plochami, musí být uspořádány tak, aby voda nezatékala do konstrukce a neshromažďovala se ve spojích,
4) dřevěné prvky se nesmí při skladování a při zabudování hermeticky zakrýt či uzavřít paronepropustnými fóliemi nebo materiály, pod kterými se často vytvářejí optimální, především vlhkostní podmínky pro rozvoj hub,
5) zastřešení nad domy provádět o sklonu nejméně 12 – 15 ° s dostatečným přesahem před líc objektu,

Dřevěné prvky montovat s takovou vlhkostí, která odpovídá rovnovážné vlhkosti dřeva v daném prostředí, aby se zabránilo dodatečným deformacím prvků. Vlhkost dřevěných prvků při zabudování do interiéru nemá být vyšší než kritická minimální vlhkost dřeva, tj. 8 až 20%. Dřevo nesmí být ani přesušené aby nedocházelo k jeho bobtnání po zabudování.

e) Prvky v interiérech dokonale izolovat od zdrojů vlhkosti, konstrukčně je nutno zajistit:

- dokonalý odvod srážkové vody,
- dokonalá izolace proti podpovrchové vodě a zemní vlhkosti,
- správná izolace a provoz rozvodů vody, větrání a vytápění,
- dokonalá tepelná izolace a zajištění cirkulace vzduchu, aby se vyloučila tvorba kondenzační vlhkosti na dřevěných prvcích,
- izolace dřevěných prvků od betonu, kamenného a cihelného zdiva, ocelových konstrukcí a od hydrofilních hmot, které bývají zdroji kondenzační nebo difusní vlhkosti dřeva,

- v případě uložení dřevěných prvků na libovolný nepropustný podklad zajistit uložení na distanční podložky z nenasákavého materiálu a vždy zajistit odtok vody.

f) Dřevěné prvky navrhovat s ohledem na požární bezpečnost:
   - dřevěné prvky dimenzovat s bezpečnostním faktorem, přednostně užívat čtvercové průměry prvků,
   - povrch dřeva vyhladit, případně upravit nehořlavým materiálem,
   - dřevěné prvky rozmisťovat dle požárního rizika, které se vyjadřuje množstvím dřeva na jednotku plochy objektu,

g) Dřevěné prvky je vhodné ošetřit pomocnými metodami, které omezují přístup a aktivitu dřevokazných činitelů:
   1) netoxické filmotvorné nátěry vytvářející bariéru proti napadení dřeva houbami a hmyzem,
   2) mechanickými přípravky typu S-háků, ocelových pásů apod. ve funkci zábran proti praskání čel kulatiny a pro stabilizaci prvků ve stavebních konstrukcích
   3) opálení a zuhelnatění povrchu dřeva spojeným s tvorbou vrstvy dřevěného uhlí ve funkci mechanické bariéry a směsi dehtových sloučenin s toxicitou vůči biotickým škůdcům,
   4) paření, vaření a ohřívání dřeva za účelem usmrcení živých parenchymatických buněk v čerstvém dřevě, které jsou živným médiem pro mikroskopické a dřevozbarvující houby. Zároveň se potlačí proces dilatace cév (zachování impregnovatelnosti dřeva) a provede se krátkodobá sterilizace dřeva.

h) Dřevěné prvky infikované biotickými škůdci je nutné z objektu odstranit a nahradit prvky ze dřeva zdravého, nebo provést sterilizační ošetření dřeva.
   1) sterilizace dřeva pařením a vařením - řezivo, kulatina,
   2) sterilizace dřeva různými typy záření: UV, RTG, gama záření izotopů 60Co, 90Sr, 137Cs - historické památkové movité objekty, plastiky, rámy obrazů, starožitný nábytek, atd.,
   3) sterilizace dřeva ohřevem,
   4) sterilizace dřeva toxickými plyny nebo kapalinami.

   Sterilizačním opatřením se likvidují aktivní výtrusy i mycelium hub, vajíčka, larvy, kukly i imaga hmyzu.

   Po sterilizačním opatření je nezbytná dlouhodobá chemická ochrana dřeva. Přednostně se doporučuje užívat fungicidní a insekticidní přípravky, které jsou ve dřevě stabilní.

11.9 Chemická ochrana dřeva

Chemická ochrana dřeva se používá vždy v případech, kdy se nepředpokládá dostatečná účinnost fyzikální a konstrukční ochrany dřeva.

Všechny prostředky pro ochranu dřeva musí být ověřena shoda podle zákona 22/1997 Sb.

Legislativně je ochrana dřeva upravena směrnicí č. 8/65 Sb. o ochraně dřeva, která ukládá povinnost při výrobě, zpracování a použití dřeva zabezpečit jeho ochranu před poškozením hnilobou, dřevokazným hmyzem a ohněm. Dále nepřímo vyplývá z jednoho ze základních

požadavků na stavby uvedených v § 18 vyhlášky č. 137/1998 Sb.– zajištění mechanické odolnosti a stability konstrukcí a staveb po dobu jejich životnosti

11.10 Označování chemických prostředků na ochranu dřeva

Chemické prostředky pro ochranu dřeva se označují dle účinnosti proti jednotlivým druhům poškození následujícími symboly (vybrané zde aktuální) dle ČSN 490600-1:

- I_P účinnost proti dřevokaznému hmyzu preventivní,
- F_B účinnost proti houbám třídy Basidiomycetes (např. dřevomorka domácí, trámovky, koniofora sklepní, pórnatky),
- B účinnost proti houbám způsobujícím modrání (dřevozbarvujícím houbám),
- P účinnost proti plísním,

V typovém označení ochranného prostředku je označen symbol aplikace prostředků na dřevo takto:

- S povrchový
- P hloubkový
- SP oba způsoby

Zvolený prostředek musí být hlediska zdravotně hygienické a ekologické závadnosti aplikován tak, aby nedošlo k ohrožení bezpečnosti uživatelů.

11.11 Technologie chemické ochrany dřeva

11.11.1 Úprava dřeva před ochranou

Dřevo určené k ochraně musí vyhovovat předpisům pro danou technologii. Obecně platí, že je nutno dřevo očistit, odstranit kůru, nečistoty a nánosy (včetně barev a laků), mastné skvrny, předchozí ochranné vrstvy, které se nesnášejí s navrženým prostředkem, aby se dosáhlo plného styku ochranného prostředku s povrchem dřeva.

Pro preventivní dlouhodobou ochranu se musí užít výrobky (prvky) v konečném tvaru, aby se neodstranilo při finální úpravě proimpregnované dřevo.

Je-li požadována i ochrana proti ohni, je nutno nejprve provést ochranu proti biotickým škůdcům a následně proti ohni. Užité prostředky musí být vzájemně mísitelné, aniž by docházelo k jejich reakci.

Při užití vodných prostředků je povolena nejvyšší vlhkost dřeva 40%, při užití nevodných prostředků nejvýše 30%. Vlhkost se zjišťuje obvykle odporovými vlhkoměry (pokud dřevo nebylo již dříve chráněno anorganickými látkami). Doporučuje se chránit dřevo s ustálenou vlhkostí, která odpovídá jeho vlhkosti v dané expozici, nedoporučuje se impregnovat zcela suché dřevo s vlhkostí do 10%.

V případě, že dřevo bylo již dříve chráněno, je třeba posoudit vhodnost a snášenlivost dalšího prostředku.

11.11.2 Technologie impregnace

Způsob impregnace se volí v závislosti na:

a) expozici dřeva,

b) druhu dřeva,

c) sortimentu,

d) technických možnostech.

Ochrana dřeva se provádí při teplotě dřeva a okolí vyšší než +5 °C, v případě nutnosti impregnace za teploty nižší je nutno dřevo předem ohřát.

Minimální příjem je stanoven technologickými postupy a návody k užití každého prostředku.

Dřevo se považuje za chráněné proti znehodnocujícím činitelům, jestliže vykazuje předepsanou minimální hloubku průniku, předepsané rozložené a příjem ochranné chemické látky. Při porušení chráněné vrstvy je nutno ochranu opakovat.

Podle hloubky průniku ochranné látky do dřeva ve směru radiálním a tangenciálním se dělí ochrana na:

a) povrchovou - průnik do 2 mm od povrchu,

b) mělkou - průnik od 2 mm do 10 mm od povrchu,

c) hloubkovou - průnik více něž 10 mm od povrchu dřeva.

Při ochraně dřeva chemickými prostředky se používají následující způsoby:

A) Tlakové způsoby impregnace - provádějí se průmyslovým způsobem

a) tlaková impregnace,

b) vakuová impregnace,

c) tlakovakuová a vakuotlaková impregnace,

B) Impregnace při atmosférickém tlaku - lze provádět i na stavbách

d) impregnace máčením - provádí se v bazénech, vanách, lze kombinovat máčení v horkém a studeném roztoku. Doba máčení se řídí daným technologií a druhem prostředku.

e) impregnace nátěrem - provádí se vyjímečně tam, kde nelze užít impregnaci postřikem. Každý nátěr se provádí po zaschnutí předchozího nánosu a jejich množství se řídí požadovaným nánosem. Provádí se štětcem, štětkou nebo válečkem tak aby se docílil rovnoměrný nános ochranného prostředku.

f) impregnace postřikem - nejčastější způsob impregnace proti biotickým škůdcům. Dociluje se nejčastěji povrchové impregnace. Počet nánosů se řídí požadovaným příjmem prostředku, další nános se provádí po zaschnutí předchozího. Provádí se tak, aby se dosáhlo rovnoměrného a celistvého nánosu. Dle druhu chráněné konstrukce dochází ke značným ztrátám až od 80 do 100% naneseného množství. Vždy je nutno zajistit ochranu pracovníků (kůže oči dýchadla).

C) Speciální způsoby impregnace - užívají se pro ochranu kulturních památek, technologii je nutno obvykle zpracovat pro každou akci. Užívají se k lokální ochraně dřeva.

g) impregnace nanášením pastovitých prostředků - nanáší se stěrkami, povrch je nutno zabezpečit před vyschnutím, po dosažené požadované hloubky je možno

zbytky prostředku z povrchu odstranit. Dosahuje se obvykle až polohlubokého průniku látky do dřeva.

h) impregnace bandážováním - na chráněnou část konstrukce se přikládá ochranným prostředkem nasycený nosič, z vnější strany chráněný proti průniku kapalin a vysychání.
i) vkládání patron ochranného prostředku do předem vyvrtaných otvorů.
j) panelová impregnace - chemický prostředek se přenáší nosičem na chráněnou plochu, kde působí delší dobu.
k) injektáž.

Po provedení ochrany je nutno zpracovat protokol, který obsahuje:

- množství, sortiment, resp. konstrukci
- stav dřeva před impregnací,
- podmínky v době impregnace:
- příprava povrchu,
- teplota,
- použitou impregnační látku a její koncentraci,
- použitý impregnační způsob (technologii),
- příjem ochranné látky, resp. nános účinné látky na jednotku plochy,
- datum provedení impregnace a návrh na její obnovu.

11.12 Navrhování ochrany dřeva a průzkumy konstrukcí

Pro navrhování ochrany dřeva konstrukcí nových se užívají návrhové charakteristiky, které však zatím nejsou zcela jednoznačně normované, u konstrukcí stávajících je nutno provést průzkum pro zjištění poškození a napadení dřeva a pro zjištění působícího zatížení.

Jako podklad pro návrh ochrany dřeva je nutno zjistit jeho stav a případné napadení biotickými škůdci, resp. vady a poruchy konstrukce.

11.12.1 Průzkumy dřevěných konstrukcí

Pro zjištění rozsahu a stupně napadení resp. osídlení stavebních materiálů biotickými činiteli je nutno hodnoty napadení zjišťovat současně s ostatními průzkumy, resp. s charakteristikami materiálů, vadami a poruchami konstrukcí.

POSTUP PRŮZKUMU - zjišťuje se a provádí:

a) administrativní údaje (nepodstatné).

b) všeobecné informace o objektu jeho historii a působení faktorů vnějšího i vnitřního prostředí, resp. o jejich změnách.

c) vlastní průzkumné práce:

- celková prohlídka objektu, určení míst sond,
- zjištění vad a poruch materiálů a konstrukcí a jejich dokumentace, dodatečné stavební úpravy,

- zjištění charakteristik materiálů a vnitřního prostředí (vlhkost, pH substrátu, chemické složení materiálů, teplotní parametry při provozu, proudění vzduchu, dříve prováděné sanace a ochrany),
- podrobný průzkum napadených, resp. poškozených konstrukcí, zjištění projevů a rozsahu poškození,
- odběr vzorků pro mikrobiologické analýzy (pro určení druhu škůdců, rozsahu osídlení resp. napadení),
- zjištění připravovaných stavebních úprav.

d) analýzy odebraných vzorků (provádějí odborná pracoviště).

e) zhodnocení celkového stavu konstrukce či objektu.

f) stanovení zásad postupu sanačních prací a zásad souvise jících úprav, resp. stanovení režimu užívání.

11.12.1.1 Vývěr míst sond k zakrytým konstrukcím

V závislosti na místních podmínkách se určí místa sond. Sondy se provádějí především u zhlaví trámů v obvodových zdech domů a v místech, kde mohlo docházet k opakovanému zatékání vody, k její kondenzaci a v prostorech a vysokou relativní vlhkostí vzduchu, v přízemí a v suterénu v místech, kde byly zjištěny poruchy způsobené vzlínající vlhkostí.

Při výběru míst se berou v úvahu i poruchy souvisejících konstrukcí - oblasti zatékání vody a vlhnutí stěn, trhliny v podhledech, poškození podlah apod.

11.12.2 Metody hodnocení dřeva poškozeného biokorozí

Pevnost a pružnost dřeva se jednoduše zkouší:

- pevnost, odpor proti zarážení hřebu, při vrtání,
- délka lom třísky při odštípnutí povrchové vrstvy.

V případě poškození dřevokazným hmyzem se zjišťuje:

- vlhkost dřeva,
- velikost výletových otvorů, jejich počet, tvorba požerků a jejich vypadávání,
- hloubka destrukce dřeva, tvar a rozložení chodbiček,
- určená druhu hmyzu.

V případě poškození dřevokaznými houbami se zjišťuje:

- vlhkost dřeva,
- barva dřeva,
- způsob poškození (např. kostkovitý rozpad),
- postup destrukce
- výskyt mycelia na povrchu, plodnic,
- hloubka poškození prvku,
- určení druhu hub, resp. odběr vzorků pro mikrobiologické analýzy.

11.12.3 Hodnocení dřeva poškozeného biotickými škůdci

Hodnocení poškození dřeva dřevokazným hmyzem:

a) nevýznamné poškození: 2-4 výletové otvory na plochu 1 m2, ostatní hmota celistvá, pevná,
b) B. závažné poškození: 5-16 výletových otvorů na plochu 1 m2, poškození do 10-15 % běli,
c) C. kritické poškození: velká poškození běli až její úplná destrukce,

Hodnocení poškození dřeva houbami:

Plošný rozsah napadení povrchu se klasifikuje takto:

a) žádný - celý povrch beze stop napadení,
b) ojedinělý - součet napadených ploch dosahuje maximálně 5% celkové hodnocené plochy povrchu konstrukce nebo prvku,
c) místní - součet napadených ploch je větší než 5 %, maximálně však 20 % z celkové hodnocené plochy,
d) rozsáhlý - součet napadených ploch je větší než 20 %, ale maximálně 50 % z celkové hodnocené plochy
e) souvislý - součet napadených ploch je větší než 50 % napadené plochy

Povrch dřeva se klasifikuje jako:

A. zdravý - vryp je stejně namáhavý jako u porovnatelného zdravého dřeva a má i stejný vzhled i charakter lomu třísky,
B. částečně znehodnocený - vryp v místech znehodnocení je v porovnání se zdravým dřevem lehký do hloubky maximálně 5 mm a při dřevě o tloušťce menší než 15 mm do 1/3 tloušťky prvku,
C. znehodnocený - vryp v místech napadení je lehký do hloubky více než 5 mm a při dřevě o tloušťce menší než 15 mm do hloubky větší než 1/3 tloušťky prvku.

11.12.4 Projekt ochrany dřeva

Součástí projektové dokumentace všech stavebních objektů, které obsahují dřevěné nosné prvky by měl být projekt ochrany dřeva.

Podkladem pro projekt ochrany dřeva je:

- konstrukční řešení objektu včetně detailní skladby konstrukcí,
- stav stávajících dřevěných prvků,
- budoucí využití objektu.

Projekt řeší:

- rozsah nezbytné výměny prvků,
- způsob impregnace nových prvků vkládaných do budovy,
- způsob impregnace stávajících poškozených i nepoškozených prvků,
- jaké prostředky je nutno užít,
- technologii ochrany s důrazem na špatně přístupná místa konstrukce,
- kontrolu provedené impregnace provedené na zabudovaných prvcích.

11.12.5 Riziko znehodnocení dřeva škůdci

Riziko znehodnocení dřeva biotickými a povětrnostními činiteli je základní výchozí informací pro zpracování návrhu ochrany. Podcenění rizika znehodnocení se často projeví předčasnou ztrátou jeho funkčních nebo užitných vlastností.

Naopak nepřiměřená konstrukční a chemická opatření mohou mít negativní vliv na užitné vlastnosti objektu.

Riziko znehodnocení (tab. 11-1) se podle Reinprechta vyjadřuje pomocí vypočtené vlhkosti dřeva w_{cal}, která se též označuje jako expoziční zatížená dřeva - Z dle rovnice 1.

$$Z \ldots w_{cal} = w_{init} + (w_{init} - w_{eqv}) .a + w_{sek} .a \ [\%] \qquad (1),$$

kde

w_{eqv} - rovnovážná vlhkost dřeva v podmínkách expozice [%]

w_{init} - počáteční vlhkost dřeva v době zabudování [%], pokud nelze závazně určit, provede se nadsazený odborný odhad

w_{sek} - dodatečná (druhotná) vlhkost dřeva v podmínkách expozice vodou srážkovou, podpovrchovou, kondenzační, sorpční atd. [%] (lze užít např. hodno ty z tab. 2)

a - součinitel vysychání dřeva závislý na tvaru, konstrukci uspořádání, proudění vzduchu apod. [v intervalu 0,1 a 0,9]

Tabulka č. 11-1 Riziko znehodnocení dřeva

Vlhkost dřeva expoziční zatížení [% hmot.]	stupeň rizika	riziko znehodnocení dřeva
< 10 (16)	0	žádné
10 (16) až 18	1	požerky dřevokazným hmyzem
18 až 25	2	pomalá hniloba a požerky hmyzem
25 až 30	3	hniloba, plísně a požerky hmyzem
> 30	4	intenzivní hniloba a méně požerky

Tabulka 11-2 - Hodnoty dodatečné vlhkosti dřeva v základních typech prostředí (Reinprecht)

charakteristika prostředí (expozice) zabudovaného dřeva		vlhkost dosažená w_{sek} [% hmot.]
dřevo v zemi pod úrovní povrchu země neizolované		> 60
volně na zemi bez izolace		50
nad zemí	v horském prostředí	40
	v nižších polohách	30
pod střechou	volně ležící na zemi bez izolace	30
	zabudované v pláštích budov	25
	izolované od podkladu v horském prostředí	15
	izolované od podkladu v nižších polohách	12
dřevo v suchém interiéru	ve zcela suchém prostředí	0
	izolované proti vlhkosti v nevětraných vlhkých prostorech	>22

Obvyklý postup při návrhu ochrany dřeva v konstrukcích je následující.

a) Výběr vhodných typů dřevěných materiálů - rostlé dřeviny kvalitní a trvanlivé, materiály na bázi dřeva pro speciální konstrukce (druh lepidla, povrchová úprava a přídavné látky - hydrofobizátory, biocidy, lepidla, retardéry hoření).
b) Optimalizace tvarů a rozměrů dřevěných prvků a celkové konstrukce.
c) Stavebně konstrukční řešení snižující rizika znehodnocení dřevěných materiálů.
d) Návrh chemické ochrany dřeva a materiálů na bázi dřeva.

Zároveň je nutno zhodnotit i zkušenosti z praxe, kdy došlo k poškození dřeva a materiálů na bázi dřeva:

- nevhodným řešením konstrukčních detailů ve fázi projektu či realizace
- nedokonalou realizací návrhů ochrany konstrukční i chemické
- uplatněním nepředvídaných, avšak běžně se vyskytujících faktorů (např. poškození krytiny, uzavření či ucpání větracích otvorů apod.),
- změna provozu v budově,
- zanedbání údržby.

11.12.6 Návrh chemické ochrany dřeva

Způsob ochrany dřeva je závislý na expozici, v níž se dřevo nachází. funkční nedostatky konkrétního řešení (např. možnou kondenzaci vody v konstrukci, průnik vody skládanou

krytinou). Vždy je nutno vzít v úvahu podmínky expozice, to znamená nevýhody konstrukcí a způsob využití budovy.

Při navrhování se užívá ČSN EN 335-1 a ČSN EN 335-2, které rozdělují riziko ohrožení dřeva biotickými škůdci takto:

Třída ohrožení 1 - dřevo v interiéru staveb plně chráněné před povětrností, bez rizika vyluhování vodou, mimo kontakt se zemí nebo neizolovaným zdivem. Vlhkost dřeva nikdy nepřevýší 20%. Předpokládá se možné napadení dřevokazným hmyzem, napadení dřevokaznými houbami a plísněmi je zanedbatelné. Doporučuje se ochrana proti dřevokaznému hmyzu - prostředky s účinností: I.

Třída ohrožení 2 - dřevo v interiéru staveb chráněné před účinky povětrnosti a vyluhování vodou, vlhkost prostředí může vést občasnému zvýšení vlhkosti dřeva nad 20%. V tomto prostředí lze předpokládat možné napadení dřevokazným hmyzem, dřevokaznými houbami a plísněmi. Doporučuje se ochrana proti dřevokaznému hmyzu, dřevokazným houbám a plísním - prostředky s účinností: F_B, P, I.

Třída ohrožení 3 - dřevo v exteriéru nebo v interiéru nechráněné před působením povětrnosti a vyluhování vodou. Není v trvalém kontaktu se zemí nebo sladkou vodou. Vlhkost dřeva je opakovaně a často vyšší než 20%. Lze předpokládat možnost napadení dřeva dřevokaznými houbami, plísněmi a hmyzem. Doporučuje se ochrana proti dřevokaznému hmyzu, dřevokazným houbám a plísním prostředky vodou nevyluhovatelnými s účinností: F_B, B, P, I.

Třída ohrožení 4 - dřevo v trvalém kontaktu s vodou nebo se zemí. Vlhkost trvale vyšší než 20%. Lze předpokládat napadení houbami, hmyzem a plísněmi. Doporučuje se ochrana proti dřevokaznému hmyzu, dřevokazným houbám a plísním prostředky s účinností: F_A, F_B, P, I.

Třída ohrožení 5 - dřevo v trvalém a přímém kontaktu s mořskou vodou. V našich podmínkách nepřichází v úvahu.

U prostředků pro preventivní ochranu je podle zákona 22/1997 Sb. a navazujících nařízení vlády ověřována shoda, u prostředků pro sanaci napadení není požadavek ověření schody deklarován.

Použitá literatura

[68.] směrnice vlády ČSSR o ochraně dřeva č. 8/1965 Sb.

[69.] zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů

[70.] nařízení vlády č. 178/1997 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky

[71.] Oznámení č. 1 ÚNMZ seznam závazných českých technických norem. pol. 9. České technické normy vztahující se k nařízení vlády č. 178/1997 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky. Věstník úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 1997 č. 9. rozeslán dne 12.9.1997

[72.] Oznámení č. 2 ÚNMZ seznam českých technických norem, které obsahují závazné ustanovení. Věstník úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví 1997 č. 9. rozeslán dne 12.9.1997

[73.] vyhláška MMR č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu {9807-}

[74.] ČSN 49 0001:93 Ochrana dřeva. Názvy a definice. {9301- }

[75.] ČSN EN 335-1 (49 0080:94) Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Definice tříd ohrožení biologických napadení Část 1. Všeobecné zásady. {9412- }

[76.] ČSN EN 335-2:94 (49 0080:95) Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Definice tříd ohrožení biologických napadení Část 2. Aplikace na rostlé dřevo. {9501- }

[77.] ČSN 49 0600:76 Ochrana dreva. Základná ustanovenia. Změna a 10.84, b 6.88, c 12.89 {771101- }

[78.] ČSN 49 0600-1:98 Ochrana dřeva. Základní ustanovení - Část 1: Chemická ochrana. {9801- }

[79.] ČSN 0600-4:90 Ochrana dreva. Základná ustanovenia. Časť 4: Ochrana náterovými látkami. {920101- }

[80.] ČSN 49 0609:93 Ochrana dreva. Skúšanie akosti ochrany dreva. {9309- }

[81.] ČSN 49 0615:90 Ochrana dřeva. Technologické postupy impregnace dřeva proti biotickým škůdcům. {900201- }

[82.] ČSN P ENV 1991 - 1 (73 0035:9601) Zásady navrhování a zatížení konstrukcí. Část 1: Zásady navrhování.

[83.] ČSN 73 0540-2:94 Tepelná ochrana budov. Část 2. Funkční požadavky. Změna 1.97 {9405-}

[84.] ČSN 73 0600:94 Ochrana staveb proti vodě. Základní ustanovení. {9404-}

[85.] ČSN 73 1701:83 Navrhovanie drevených štavebných konštrukcií. změna a 9.90, 4 02.98. {8408-}

[86.] ČSN P EN 1995-1-1 (73 1701:96) Navrhování dřevěných stavebních konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. {9605- }

[87.] ČSN 73 1901:75 Navrhování střech. {770401-}

[88.] ČSN 73 2810:93 Dřevěné stavební konstrukce. Provádění.{9309- }

[89.] Paserin, V: Ochrana drevených konsštrukcií ALFA Bratislava 1983

[90.] Reinprecht, L: Štruktura, vlastnosti a identoifikacia hnilého dreva In: Konzervace a ochrana dreva ve stavbách ARISTOCRAT Praha – Telč 1994

[91.] Wasserbauer, R: Biokoroze a konzervace dřeva In Stavba 2/94 s. 38-43

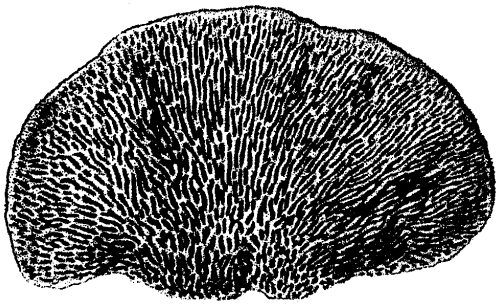
[92.] Reinprecht, L: Ochrana dreva a kompozitov TU Zvolen 1995



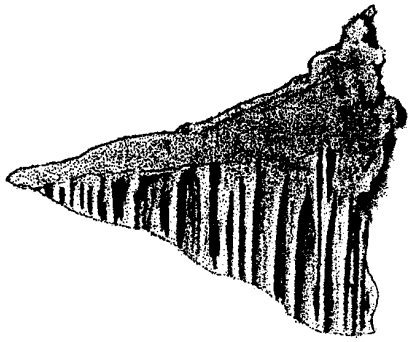
Obr. 11-5



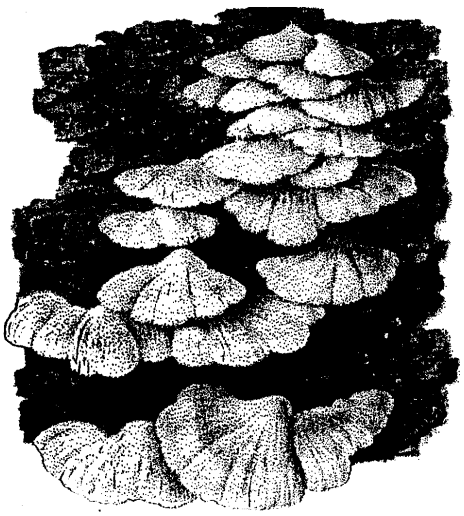
Obr. 11-6



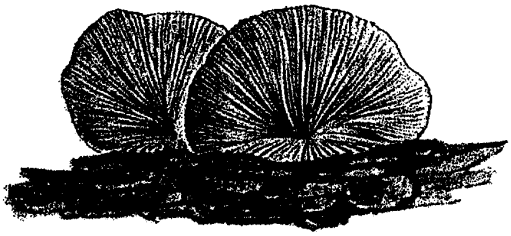
Obr. 11-7



Obr. 11-8



Obr. 11-9



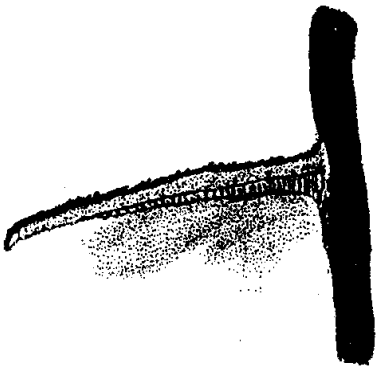
Obr. 11-10



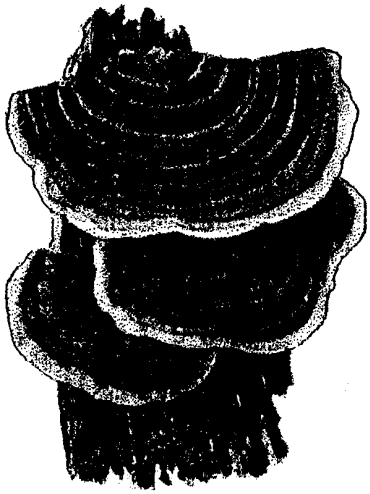
Obr. 11-11



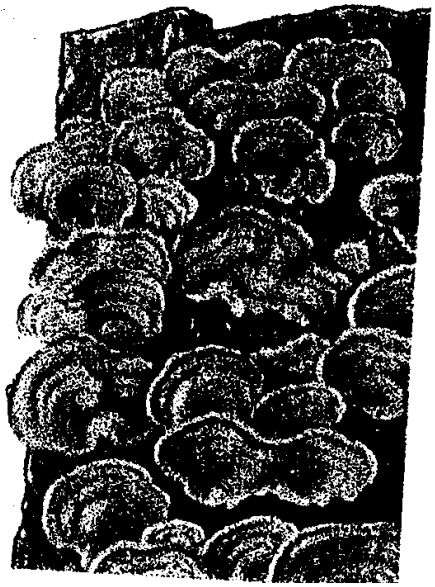
Obr. 11-12



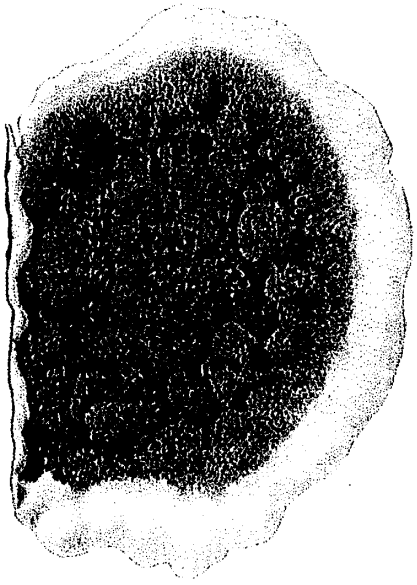
Obr. 11-13



Obr. 11-14



Obr. 11-15



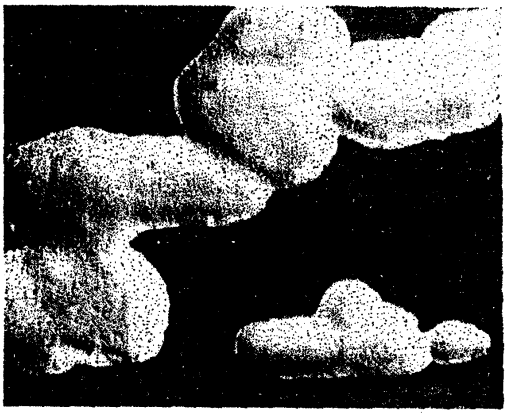
Obr. 11-16



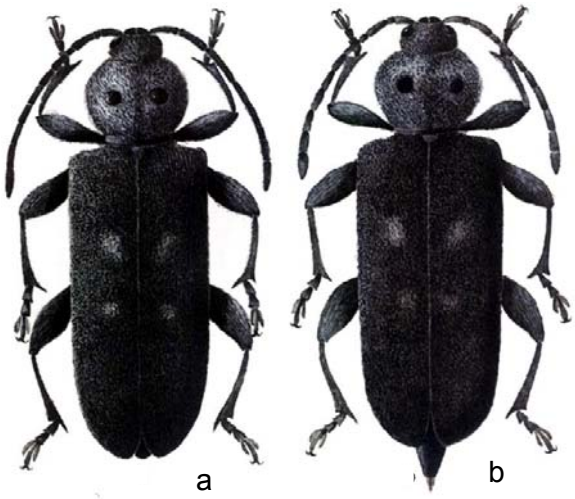
Obr. 11-16



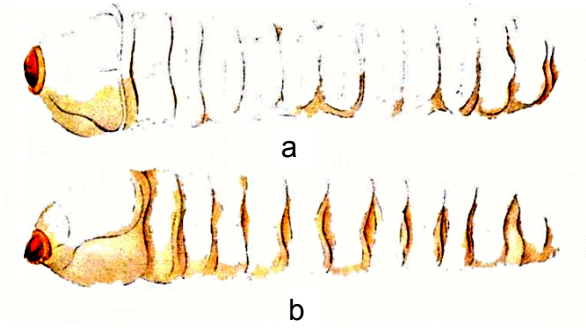
Obr. 11-18



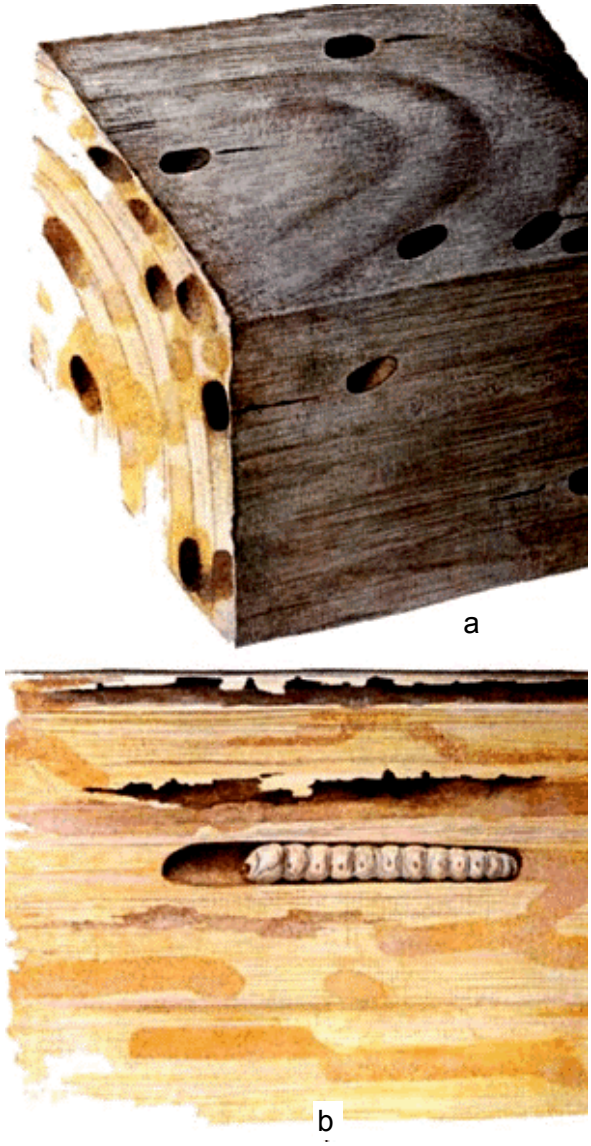
Obr. 11-17



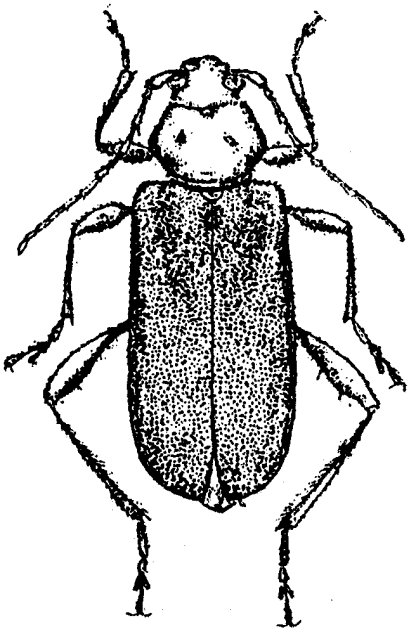
Obr. 11-19



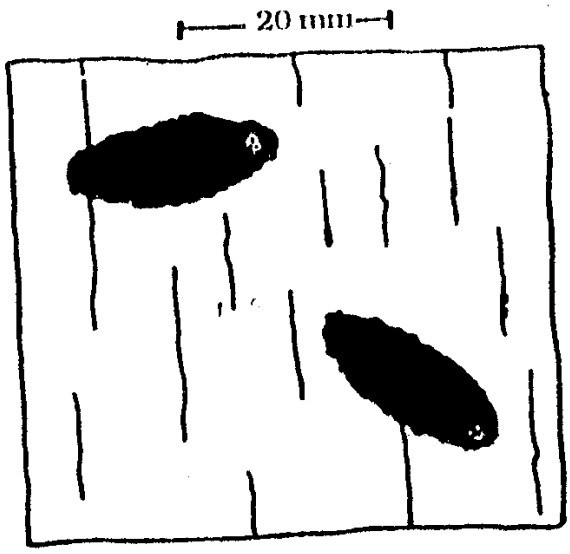
Obr. 11-20



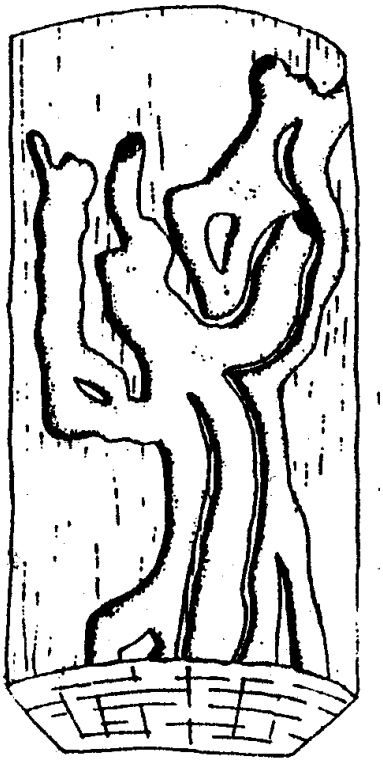
Obr. 11-21



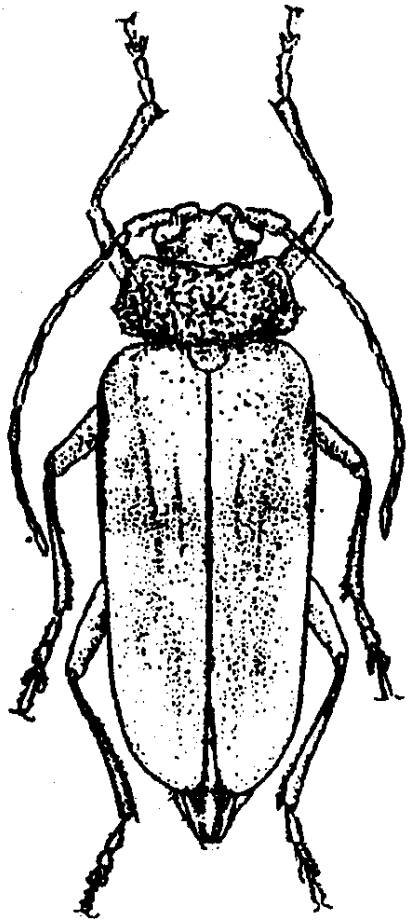
Obr. 11-22



Obr. 11-24



Obr. 11-23



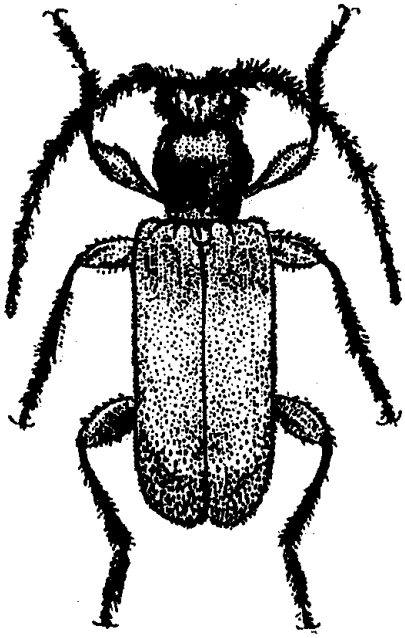
Obr. 11-25



Obr. 11-27



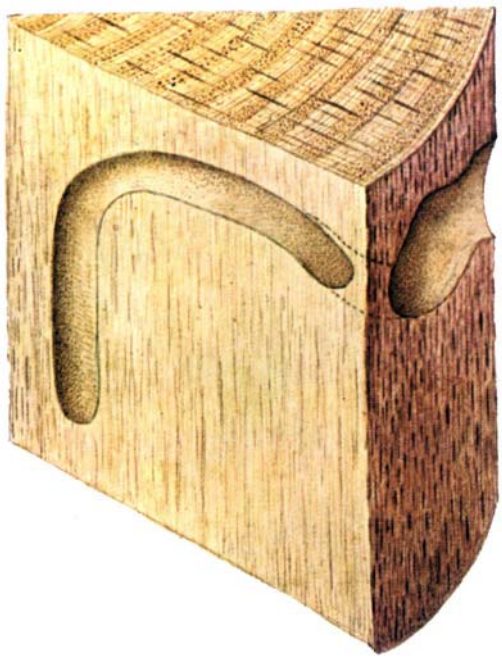
Obr. 11-29



Obr. 11-28

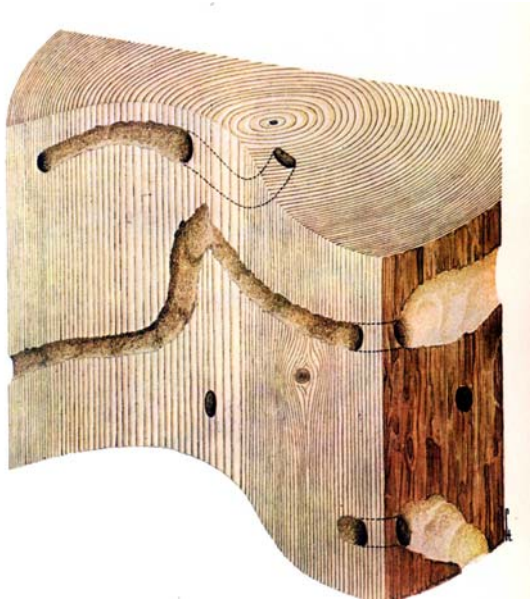


Obr. 11-30

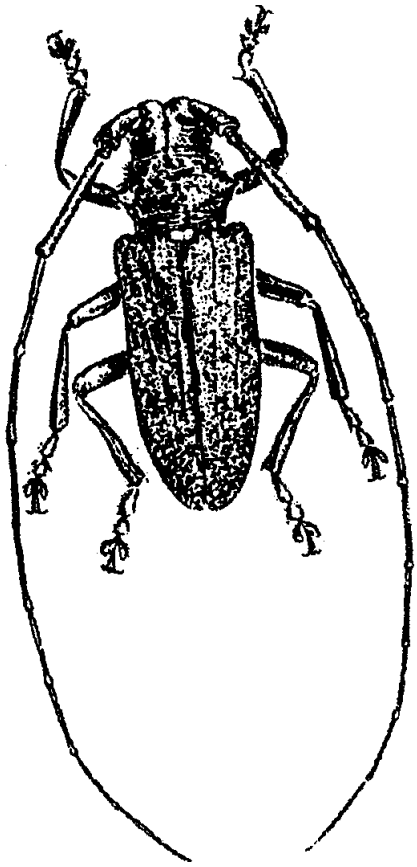


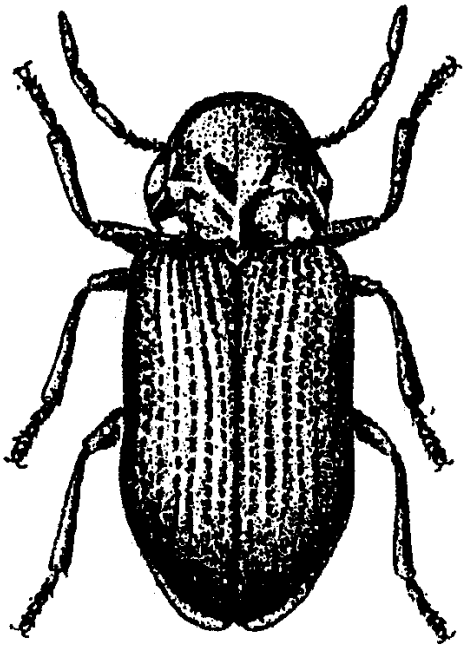
Obr. 11-32

Obr. 11-33



Obr. 11-34





Obr. 11-35

12 Technologie výstavby dřevostaveb

Technologie výstavby pro konstrukční systémy převážně používané na území naší republiky jsou v některých částech shodné. Liší se hlavně podle stupně finalizace dodávaných konstrukcí obvodových stěn, příček, stropů a střešních plášťů. U vyšších stupňů finalizace se prakticky některé montážní práce zhotoví už ve výrobním závodě. Při dodávce kompletizovaných dílců se řada operací přesouvá z realizace objektu do výroby dílců, čímž se snižuje staveništní pracnost a zkracuje doba montáže. U vyšších stupňů prefabrikace a finalizace se ovšem také zvyšují nároky na přepravu a na manipulační a zdvíhací prostředky. Technologie výstavby dřevostaveb klade i specifické, zvýšené nároky na kvalitu a přesnost výstavby spodních staveb, respektive základových desek. Vlastní technologické postupy se mohou u jednotlivých konstrukčních systémů a firem částečně lišit. V této kapitole uvádíme proto jakési vzorové technologie, respektive technologické zásady pro nejpoužívanější konstrukční systémy, sloupkový a panelový.

12.1 Spodní stavba

Nejčastější formou spodní stavby pod vrchní montovanou dřevostavbou je základová deska. Je to dáno jednak skutečností, že v těchto stavbách se zpravidla nepoužívá klasického vytápění na fosilní paliva a není proto potřeba uhelna. Pro zaparkování osobních automobilů pak obvykle slouží lehká zastřešená stání pro auta, obvykle propojená se závětřím před vstupem do domu. Není proto nutno stavět suterén s garáží a skladovými prostory. Nehledě na to že vybudování suterénu je podstatně nákladnější. Na základovou desku, ale i na stropní konstrukci suterénu jsou kladeny vyšší nároky na přesnost rozměrů, přímost obrysových hran a rovinost. Musíme si uvědomit, že konstrukce vnějších a vnitřních stěn na bázi dřeva jsou obvykle realizovány s přesností rozměrů +/- 2 až 5 mm na cca 10 m. Větší přesnosti se dociluje obvykle u panelových systémů. Obvykle se celostěnové, ale i malé a střední panely stěn vyrábějí a dodávají s nulovou až zápornou hodnotou tolerance. Naopak sloupkovými konstrukčními systémy lze snáze eliminovat větší tolerance rozměrů spodní stavby. Značné nároky jsou také kladeny na tolerance rovinnosti desky, zejména v místě osazení nosných stěn prvního nadzemního podlaží (dále jen 1. NP). Obvykle se požaduje tolerance rovinnosti +/- 2 mm na 2 m. Vlastní rozměry spodní stavby nebo základové desky, by měly po započtení vnější fasády, (omítky nebo keramického obkladu) ustupovat na každé straně o více než 20 mm od povrchu konstrukcí obvodových stěn. Horní plocha základové desky, nebo hrubé stropní konstrukce by měla být projektována a provedena minimálně 300 mm nad úrovní definitivní úpravy okolního terénu. Tím se vytváří předpoklady pro zamezení zatékání větrem hnaného deště nebo tajícího sněhu do stykové spáry mezi spodní stavbou a konstrukcemi horní stavby ze dřeva. Důležité je také včasné odstranění odebrané zeminy ze základových spár a skrývky terénu v místě stavby. Splavení ornice deponované v bezprostředním okolí stavby při prudkých deštích v době montáže na plochu betonové desky nepřispívá k zajištění trvanlivosti a spolehlivosti dřevěných konstrukcí. Proto jsou na projektování a provádění spodních staveb kladeny vyšší nároky, než je tomu u staveb zděných, které je možno realizovat s většími tolerancemi. Větší přesnost rozměrů základové desky lze například dosáhnout vyzděním základových pasů speciálními přesnými tvárnicemi určenými pro tento účel a vytvořením přesného věnce na jejich zhlaví. Tím je pak vymezena plocha pro vlastní základovou desku. Stále častěji se z důvodu vysokých nároků na přesnost rozměrů a rovinnosti spodní stavby používá koncepce kdy na základových pasech nebo na stěnách suterénu je osazena nosná podlahová, (stropní) konstrukce z velkoplošných žebrových panelů, nebo je tato konstrukce vytvořena z dřevěných nosníků, (stropnic)se spodním a horním

záklopem z konstrukčních desek na bázi dřeva. Prostor vymezený stropnicemi je potom vyplněn tepelnou izolací z minerálních nebo skelných vláken. Tato konstrukce se na základové pasy, nebo věnec suterénu klade na hydroizolační pásy, aby se zabránilo vzlínání vlhkosti z podloží do dřevěné konstrukce. Prostor pod dřevěnou konstrukcí podlahy musí být účinně odvětrán. Tato varianta zakládání dřevostaveb řeší v podstatě i protiradonovou ochranu interiéru vlastní dřevostavby bez nutnosti použití speciálních protiradonových folií.

12.2 **Sloupkové konstrukce** – (nekompletizované malé a střední panely)

12.2.1 Vnější a vnitřní stěny 1. NP

Zde se montážní postup pro jednotlivé konstrukční systémy v některých částech odlišuje. Ve všech případech se nejprve na betonovou základovou desku, nebo beton stropní konstrukce suterénu nataví v místě osazení stěn na předem provedenou penetraci pásy hydroizolace v šířce cca 300 mm, nejlépe ve dvou vrstvách s překrytím spár. Při použití protiradonových folií které nejsou určeny k natavování se pásy této folie nalepí, např. pomocí oboustranných samolepících pásků.

U sloupkových konstrukčních systémů se v místech osazení, zejména nosných vnějších a vnitřních stěn ukotví spodní práh z tlakově impregnovaných přířezů obvykle shodného průřezu s ostatními konstrukčními prvky konstrukčního rámu stěn. Nejvhodnější dřevinou pro tyto konstrukční prvky je borovice nebo modřín. Jádrové dřevo těchto dřevin má nejvyšší přirozenou odolnost proti napadení plísněmi a houbami. Bělové dřevo se tlakově proimpregnuje. Spodní rámy se sestaví tak aby vymezovaly polohu nosných stěn. Podloží se do vodorovné roviny a vymezí se jimi přímost stěn. Jejich poloha se pak zajistí ukotvením buď do otvorů provrtaných spodním rámem až do betonové desky pomocí provlečených hmoždinek a vrutů se šestihrannou hlavou dotažených na velké podložky. Otvory se před vložením podložek znovu ošetří impregnací. Hlavy vrutů s podložkami se buď zapustí do spodního prahu do převrtaných nebo zadlabaných otvorů, nebo se zapouští do obdobně připravených otvorů ve spodních vlysech konstrukčního rámu stěn. Spodní rámy se také někdy kotví pomocí krátkých úhelníků z žárově zinkovaných ocelových pásů osazených na vnitřní hraně spodních rámů a ukotvených pomocí shodných hmoždinek přes úhelníky do betonové desky. Spodní rámy je vhodné ukládat na samolepící těsnící pásky z pěnového bitumenovaného polyetylénu. Tyto materiály při stlačení ve spáře na cca 1/3 své tloušťky spolehlivě chrání dotěsněnou spáru proti zatékání vody. Vždy po osazení spodního rámu na jedné straně spodní stavby se na ploše základové desky podle výrobních výkresů sestaví a spojí rám sloupkové konstrukce příslušné stěny tak, aby spodní vlys rámu ležel u spodního rámu. To znamená že konstrukční rám sestavují montážní dělníci prakticky vzhůru nohami. Spodní rám ukotvený k podezdívce vymezuje zároveň rovinnost paty stěny a slouží jako zarážka pro přibíjení horního vlysu do sloupků. Pomocí hřebíkových spojů se takto sestaví celá kostra sloupkové obvodové, nebo vnitřní stěny s přesně vymezenou polohou pro otvorové výplně, včetně nadokenních a nadedveřních překladů a jejich podpěr. Potom se takto zhotovený konstrukční rám vyztuží přířezy z konstrukčních desek připevněných předepsanými spojovacími prvky v předepsaných roztečích podle statických požadavků do konstrukčního rámu. V místech otvorů pro okna a dveře se konstrukční desky vyřezávají tak aby styk desek neležel v místě průniku ostění s nadpražím otvoru. To znamená, že svislá spára mezi deskami nesmí procházet zónou největšího smykového namáhání v místě uložení překladů. Konstrukční desky se obvykle připevňují s přesahem přes spodní vlys tak aby umožnily konstrukční spojení se spodním rámem. U obvodových a vnitřních stěn

přenášejících svislá zatížení od vodorovných konstrukcí stropu a střechy se kladou konstrukční desky obdélníkového formátu vždy svisle. U stěn zajišťujících pouze ztužení objektu vůči účinkům tlaku větru se mohou klást jednotlivé přířezy i vodorovně. Po zhotovení každé jednotlivé stěny se tato ručně vztyčí a provizorně se zavětruje pomocí šikmých vzpěr ke kůlům zaraženým vně objektu do zemně. Šikmé vzpěry se na konstrukci stěny v místě ostění oken a dveří a ke kůlům připevňují vždy nejméně dvěma hřebíky, nesmí být demontovány až do doby úplného ztužení konstrukcí 1. NP, což je zpravidla až do zhotovení tuhé podlahové desky na trámech respektive stropních nosnících. Nejprve se takto sestaví a vztyčí delší, okapní stěny. Následně se zhotovují kratší štítové stěny, které jsou mezi okapní stěny vložené. To umožňuje zhotovit konstrukce všech stěn na základové desce. Po ustavení jednotlivých stěn do svislé roviny a do přímky se stěny připevní přesahem konstrukčních desek z vnější strany do spodního rámu. V rozích se pak pomocí hřebíků spojí sloupky navzájem kolmých stěn do sdruženého průřezu. Na zhlaví stěn se pak připevní přířezy horního rámu, (věnce) kterými se v horní rovině stěna stabilizuje do přímky a stěny se vzájemně vyváží přeplátováním přířezů horního rámu přes vrchní vlysy konstrukčního rámu stěn v rozích a v místě napojení nosných a ztužujících příček. V této fázi se mohou stěny provizorně zavětrovat i uvnitř 1. NP navzájem a k základové desce, aby se uvolnil prostor okolo stavby pro manipulaci s dalším materiálem. 1. NP je tak připraveno pro zhotovení stropní konstrukce.

Před zahájením montáže stropu se mezi vnitřními stěnami vymezujícími prostor schodiště zhotoví konstrukce schodnic které se osadí podkladními stupni z překližky, nebo desek OSB pro zajištění transportu osob a materiálu na další podlaží. Případně se osadí montážní schodiště.

Nosné obvodové a vnitřní stěny se pak kotví do základové desky, nebo stropní konstrukce suterénu speciálními úhelníky. Masivní rameno úhelníku se ukotví do hmoždinky v betonové desce. Dlouhé rameno úhelníku s připravenými otvory pro spojovací prostředky se připevní hřebíky, nebo vruty do sloupků nosných stěn ve statikem určených místech.

Rámy nenosných vnitřních dělících stěn se zhotovují až po montáži stropní konstrukce. Osazují se buď na základovou desku, nebo na roznášecí desku podlahové konstrukce v 1. NP.

12.2.2 Stropní konstrukce

Na horní rám obvodových a vnitřních nosných stěn se osadí stropní nosníky z fošen, které se na nosné příčce vzájemně vystřídají a vyztuží se v místech zhlaví a cca ve třetinách rozpětí příčnými vzpěrami. Do zhlaví nosných stěn se stropnice kotví buď ocelovými úhelníky ze žárově zinkované pásoviny s připravenými otvory pro spojovací hřebíky nebo vruty, případně se přikotví specielními až 300 mm dlouhými samořeznými vruty. Na horní stranu stropních nosníků se šachovnicovitě připevní hřebíky konstrukční desky tvořící roznášecí, vrstvu podlahové konstrukce. Po obvodě se na zhlaví a boky stropních nosníků připevní uzávěr stropních trámů z pásů konstrukčních desek. Uzávěry se připevní i do horního rámu 1. NP a v případě výstavby dvoupodlažního objektu i spodního prahu 2. NP. Tím se vytvoří tuhá prostorová konstrukce. Místo stropních nosníků z fošen potřebné dimenze je možno také použít lepené nosníky ze dřeva ve tvaru **I** se stojinou z desek OSB. Nosníky se díky výrobním délkám cca 9 m mohou použít jako spojité nosníky. Výhodou je že se nemění poloha žeber na opačných stranách nosné příčky tvořící vnitřní podporu. Rozdělení přířezů podlahových desek je pak pravidelné.

V případě potřeby se pokračuje stejným způsobem s montáží dalšího podlaží.

U konstrukčních systémů z nekompletizovaných malých a středních panelů se v podstatě používá stejný systém montáže. Nosné panely zhotovené ve výrobě se osazují na spodní práh a svážou se horním rámem. Tím se spojí do kompaktní stěny. Spodní a horní rám také zajišťují jejich osazení do roviny a zajišťují přímost stěn. V svislých rozích se stěny z malých panelů také někdy spojují pomocí rohových sloupků. Dělící vnitřní stěny se pak zhotovují z malých dílců, nebo jako sloupková konstrukce oboustranně opláštěovaná sádrokartonovými deskami až po zastřešení stavby.

12.2.3 Střešní plášť

Nosnou konstrukci střešního pláště tvoří u sklonitých střech s obytným podkrovím zpravidla hambálové vazníky, nebo vaznicová soustava.

U varianty s *vaznicovou* soustavou krovu se nejprve na desce stropní konstrukce zhotoví konstrukční rámy štítových stěn a vnitřních nosných zkosených stěn (obvykle v prostoru vnitřního schodiště) s kapsami pro uložení hřebenové a středových vaznic.V místě kapes pro uložení vaznic je zpravidla sloupek pod vaznicí tvořen jako sdružený sbíjený profil ze základního profilu konstrukčního prvku. Kostry štítových stěn se jednostranně opláštěují konstrukčními deskami, vztyčí se na štítech a provizorně zavětrují ke konstrukci stropu. Obdobně se ručně vztyčí i vnitřní nosné stěny a zavětrují. Do kapes v konstrukci stěn v podkroví se osadí vaznice a pomocí spojovacích prvků se spojí s konstrukčním rámem stěn. Na stranách říms se ke stropní konstrukci ukotví pozednice. Na tuto nosnou kostru se osazují krokve s přesahem v římse, které mohou být napojeny na středních vaznicích. V místech vaznic a pozednice se krokve osedlají a ve svislé poloze se stabilizují pomocí ocelových úhelníků připevněných ke krokvím a k vaznicím a pozednicím. Jako krokve lze také použít spojité lepené nosníky ze dřeva ve tvaru **I** se stojinou z desek OSB. Konstrukce krovu se pak zakryje pojistnou hydroizolací, kontaktní difúzní folií. Folie se připevní kontralatěmi ve sklonu krokví. Na kontralatě se provede laťování a položí krytina, nebo se na kontralatě připevní střešní záklop a krytina z asfaltových pásů, šablon.

U *hambalkové* soustavy krovu se po osazení štítových stěn zhotoví na stropní konstrukci hambalkové vazníky a roznesou se po celé délce stavby, osadí na pozednice a provizorně zavětrují. U konstrukčních systémů z malých nekompetizovaných panelů se často používá varianta, kdy se jednotlivé vazníky i s vaznými trámy sesadí na připravené rovné ploše poblíž stavby a osadí se na horní rámy zavětrovaných obvodových a vnitřních nosných stěn jeřábem. Následně se pak instalují uzávěry trámů a na vazných trámech se z konstrukčních desek zhotoví obdobným způsobem tuhá deska. Ve štítech se osadí na spodní rámy panely štítové stěny a ukotví se ke krajním vazbám. Obvykle shodně se provádí u této alternativy i zakrytí nosné konstrukce střechy.

12.2.4 Kompletace

Jediným rozdílem u nekompletizovaných malých a středních panelů je že tepelná izolace vnějších stěn a akustická izolace vnitřních stěn je již zabudována v konstrukci panelů. Jinak je postup dokončování stavby prakticky shodný.

Nejprve se provede osazení a ukotvení oken a vnějších dveří se zapěněním spár mezi otvory a rámy otvorových výplní izolační pěnou. V místech osazení střešních oken se rozebere krytina a provede se osazení střešních oken. Pojistná hydroizolace se pouze prořízne a zatáhne se pod lemování střešních oken. Na osazení otvorových výplní navazuje dokončení vnějších fasád příslušným zateplovacím systémem a omítkou, nebo vnějším odvětraným pláštěm ze dřeva, tak aby se mohly co nejdříve osadit okapy a okapové svody. Dokončení vnější fasády se provádí včetně ostění kolem otvorových výplní a oplechování parapetů. Na dokončení vnější

fasády navazuje podbití říms a obložení konstrukce krovu ve štítech návětrnými prkny s oplechováním. Prakticky současně se provádí rozvody všech instalací ve svislých a vodorovných konstrukcích. U sloupkových konstrukcí se následně po provedení revize instalací osadí mezi konstrukční prvky všech stěn tepelná izolace z minerálních nebo skelných vláken a zajistí se celoplošně provedenou parozábranou. Parozábrana by měla být pro zajištění vzduchotěsnosti obálkových konstrukcí ve spojích vzájemně přesazena a slepena k tomu určenou samolepící páskou, a zatažena a přilepena k rámům oken. Dále je nutno zajistit dotěsnění všech prostupů instalací pomocí manžet zhotovených ze stejného materiálu a přilepených samolepící páskou k vrstvě parozábrany a k prostupujícím instalacím. Do prostoru mezi stropní nosníky se vloží příslušná akustická izolace a zajistí se proti vypadnutí buď parozábranou, nebo difúzní folií a laťováním kolmo ke stropnicím, které pak slouží k zavěšení podhledu ze sádrokartonových desek. O typu folie rozhoduje skutečnost zda se jedná o vodorovnou konstrukci oddělující vytápěné místnosti v 1. NP a podkroví, nebo odděluje vytápěnou místnost v 1. NP od nevytápěných částí podkroví. Obdobně se vyplní prostor střešního pláště mezi krokvemi a hambalky, nebo vaznicemi tepelnou izolací. Tepelná izolace se zajistí vodorovným roštem z latí a přídavnou tepelnou izolací. Následně se provede shodně vrstva parozábrany a provede vnitřní obložení všech konstrukcí sádrokartonovými deskami. V průběhu dokončování se také na základovou desku instaluje celoplošně hydroizolace proti zemní vlhkosti, na kterou se uloží tepelná izolace např. z polystyrénu tl. 50 až 60 mm. Potom se na polyetylénovou folii spojenou s přesahy parozábrany provede roznášecí vrstva plovoucí podlahy z armovaného rychle tvrdnoucího betonu, nebo z vhodných konstrukčních desek navzájem v zámcích slepených. Obdobně se na konstrukční desky stropu mezi 1. a 2. NP položí akustická izolace zajišťující kročejovou neprůzvučnost stropní konstrukce a obdobným způsobem se zhotoví roznášecí plovoucí vrstva podlahy. Na roznášecí vrstvy se pak provede příslušná podlahová krytina, nášlapná vrstva (textilní, nebo na bázi dřeva). A v místnostech s vlhkým provozem, (koupelna, WC, kuchyně se nalepí dlažba). Potom se instalují krabice vypínačů a zásuvek, baterie rozvodu teplé a studené vody, svítidla. Provedou se malby, nebo tapetování vnitřních povrchů a nainstalují se radiátory ústředního vytápění. Stupně a podstupně schodiště se obloží deskami z masivního tvrdého dřeva. Nakonec se osazují zpravidla do obložkových zárubní vnitřní dveře, a provádí se keramické obklady stěn.



Obr 12-1 Rozvod instalací v obvodové stěně a příčce sloupové konstrukce

12.3 Stavby z celostěnových panelů

U celostěnových konstrukčních systémů jsou zpravidla obvodové a vnitřní stěny dodávány již maximálně kompletizované, včetně osazených oken a dveří, s nalepeným dodatečným zateplením s armovanou omítkou a vnitřním obkladem ze sádrokartonových desek. Montáž stěn 1. NP se provádí přímo z kamiónů ve kterých jsou stěny přepravovány ve svislé poloze a zajištěny proti posunutí a poškození. Stěny se osazují přímo na pásy hydroizolace proti zemní vlhkosti na základovou desku. Zavěšené na vahadle autojeřábu se ustaví do správné polohy a ve svislé poloze se zajistí ocelovými teleskopickými tyčemi kotvenými do betonové desky a přišroubováním přes sádrokarton do nosných sloupků rámu nosné konstrukce stěn. Ve svislých koncích panelů jsou obvykle vytvořeny cca čtyři montážní otvory pomocí nichž se panely v rozích spojí vruty nebo šrouby ze šestihrannou hlavou. Vzduchotěsného provedení vrstvy parozábrany ve svislých koutech se dosahuje dotažením spoje celostěnových panelů do pružného samolepícího těsnění. Obdobně se napojí i nosné a dělící kompletizované příčky na obvodové stěny. Montáž vyžaduje dokonalou logistickou přípravu, aby nedocházelo ke zbytečným prostojům kamiónů, nebo k nevhodnému uskladňování kompletizovaných dílců v okolí stavby. Na horní hranu stěn se osadí velkoplošné stropní panely s přesahem nebo bez přesahu stropních nosníků podle typu objektu a zastřešení. Ve stropních panelech je již zabudována potřebná tepelná a akustická izolace a jsou provedeny uzávěry stropů. Stropní panely se shora přišroubují pomocí speciálních dlouhých samořezných vrutů do horního vlysu nosné konstrukce stěn. Tím se vytvoří tuhá prostorová konstrukce a může se demontovat provizorní zavětrování stěn. Stěny 1. NP se pak ukotví k základové desce obdobným způsobem jako stěny sloupkové. Na stropní konstrukci se pomocí jeřábu osadí kompletizované dílce 2. NP, respektive obytného podkroví a ukotví se ke stropní konstrukci pomocí úhelníku a provizorně se zavětrují shodným způsobem do konstrukce stropu. Po osazení zkosených panelů podkroví se na jejich horní vodorovné a šikmé hrany osadí tepelně izolační podhledové panely, respektive panel stropu nad obytným podkrovím. Potom se osadí hřebenová a středové vaznice a pozednice z lepeného lamelového dřeva obvykle s čistě opracovaným přesahem pro uložení vnějších krokví. Na vaznice a pozednici se osadí krokve

z lepeného lamelovaného dřeva s požadovanými přesahy v římsách. Obdobně se vyplní prostor střešního pláště mezi krokvemi a vaznicemi příslušnou tepelnou izolací. V místech vaznic a pozednice se krokve osedlají a ve svislé poloze se stabilizují pomocí ocelových úhelníků připevněných ke krokvím a k vaznicím a pozednicím. Konstrukce krovu se pak zakryje pojistnou hydroizolací, kontaktní difúzní folií. Folie se připevní kontralatěmi ve sklonu krokví. Na kontralatě se provede laťování a položí krytina, nebo se na kontralatě připevní střešní záklop a krytina z asfaltových pásů, šablon. V případě že jsou přesahy krokví řešeny jako viditelné, musí být z vrchní strany do osazení přesahujících konců proveden pohledový záklop z palubek. Jinak se provede podbití římsy palubkami zespodu. Stropní uzávěry a různé nedokončené části obálkových konstrukcí z důvodu montáže se doplní nalepením polystyrénu shodného zateplovacího systému a dokončí se napojením omítek s armováním perlinkou. Nakonec se z vnější strany nanese finální omítka v požadovaném barevném odstínu.

V průběhu dokončování se shodně s předcházejícími konstrukčními systémy na základovou desku instaluje celoplošně hydroizolace proti zemní vlhkosti, na kterou se uloží tepelná izolace podlahové konstrukce na rostlém terénu např. z polystyrénu tl. 50 až 60 mm. Potom se na polyetylénovou folii spojenou s přesahy parozábrany provede roznášecí vrstva plovoucí podlahy z armovaného rychle tvrdnoucího betonu, nebo z vhodných konstrukčních desek navzájem v zámcích slepených. Obdobně se na konstrukční desky stropu mezi 1. a 2. NP položí akustická izolace zajišťující kročejovou neprůzvučnost stropní konstrukce a obdobným způsobem se zhotoví roznášecí plovoucí vrstva podlahy. Na roznášecí vrstvy se pak provede příslušná podlahová krytina, nášlapná vrstva (textilní, nebo na bázi dřeva). A v místnostech s vlhkým provozem, (koupelna, WC, kuchyně se nalepí dlažba). Potom se instalují krabice vypínačů a zásuvek, baterie rozvodu teplé a studené vody, svítidla. Provedou se malby, nebo tapetování vnitřních povrchů. Provedou se rozvody TU a nainstalují se radiátory ústředního vytápění. Schodiště je obvykle dodáno a zabudováno jako kompletizované v průběhu montáže 1. NP a po celou dobu montáže je chráněno polyetylénovou folií. Stupně jsou chráněny přířezy např. z tvrdých dřevovláknitých desek, které se po odstranění folie sejmou. Nakonec se osazují zpravidla do obložkových zárubní vnitřní dveře, a provádí se keramické obklady stěn.

13 Poučení z vad a poruch dřevostaveb

Zkušenosti z řešení vad a poruch dřevostaveb a opatření pro jejich vyloučení.

13.1 Trvanlivost staveb

Za vady a poruchy označujeme takové stavy výrobků, kdy je omezena, respektive snížena jejich funkčnost, případně životnost. Termínem životnost označujeme schopnost výrobku zachovat si pracovní způsobilost za stanovených provozních podmínek, při nutných přestávkách na údržbu až do zničení nebo jiného mezního stavu, při kterém je provoz uvažovaného výrobku nemožný nebo neúčelný.

Pro účel hodnocení stavebních konstrukcí a staveb je výhodnější používat termín trvanlivost. Pod tímto termínem se rozumí schopnost výrobku, v našem případě stavební konstrukce nebo objektu, uchovat si co nejdéle při běžném používání a potřebné údržbě svoji funkčnost v původním, nebo normou povoleném stavu. Obecně lze říci, že trvanlivost stavebních konstrukcí a staveb je doba po kterou jsou tyto konstrukce a stavby schopny plnit požadované funkce. Trvanlivost stavební konstrukce a stavebního díla přitom může být ovlivněna jak technickou úrovní projektového řešení stavby, tak i technickou úrovní konstrukčního řešení jednotlivých stavebních konstrukcí a jejich detailů, správnou volbou stavebních hmot a materiálů, kvalitou jejich výroby, kvalitou montáže, respektive kvalitou provedení stavby a v neposlední řadě i způsobem jejího užívání a údržby.

Vzhledem k tomu že v posledních zhruba třiceti letech nebylo v České ani Československé republice prováděno systematické sledování realizovaných dřevostaveb, není jednoduché z tuzemských zdrojů poznatky o kvalitě a trvanlivosti stavebních konstrukcí a staveb na bázi dřeva shromáždit. Řada expertíz zjevně narušených konstrukcí a staveb prováděná různými institucemi v minulosti byla navíc zaměřena hlavně na identifikaci stavu stavebních konstrukcí a stupeň významnosti jejich narušení. Pro sledování trvanlivosti a spolehlivosti stavebních konstrukcí a staveb je však důležité najít hlavní příčiny jejich špatného, respektive zhoršujícího se stavu.

13.2 Příčiny vad dřevostaveb

Příčiny vad a poruch stavebních konstrukcí a staveb na bázi dřeva můžeme obecně rozdělit do tří hlavních kategorií.

Vady a poruchy způsobené nevhodným projektovým řešením stavby a nevhodným řešením stavebních detailů v důsledku obecně nízké znalosti problematiky navrhování stavebních konstrukcí na bázi dřeva.

Vady a poruchy konstrukcí a staveb v důsledku nekvalitního provedení stavebních dílců ve výrobě, nebo nekvalitního provádění stavby, zejména pak montážních detailů.

Vady a poruchy způsobené nevhodným užíváním, nesprávnou údržbou a nevhodnými úpravami.

Pro eliminaci řady vad a poruch stavebních konstrukcí na bázi dřeva je velmi důležitá již architektonická koncepce příslušného objektu vycházející ze znalosti specifik navrhování a provádění stavebních konstrukcí ze dřeva. Pokud v architektonické studii jsou použity takové návrhy konstrukcí a jejich vazeb k nimž neexistují spolehlivá technická řešení detailů vzájemných napojení a průniků jednotlivých konstrukcí, nelze předpokládat že tyto z hlediska funkční spolehlivosti a trvanlivosti stavby důležité detaily vyřeší montážní mistr, nebo stavbyvedoucí. Renomované firmy dodávající již řadu let rodinné domky na bázi dřeva na německý trh vědí, že tyto důležité detaily musí příslušnému orgánu povolujícímu výstavbu dovážených dřevostaveb předkládat spolu s posouzením ne jen z hlediska statiky, ale zejména

z hlediska zajištění vnitřních povrchových teplot mimo riziko vzniku plísní a povrchové kondenzace vodní páry a zajištění kondenzace uvnitř konstrukce v mezích stanovených příslušnou normou DIN.

V dokumentaci pro stavební povolení v České republice je sice dokladován i řez příslušnou stavbou. V této dokumentaci však zpravidla nejsou řešeny žádné detaily a pokud ano tak se jedná obvykle o obecně známe detaily. V navrhovaných skladbách konstrukcí pak jsou jednotlivé vrstvy deklarovány také pouze obecně, jako parozábrana, tepelná izolace, případně difúzní folie, bez udání typu nebo vymezení jejich důležitých fyzikálních vlastností. Z takovéto dokumentace lze pouze předpokládat, že se architekt nebo projektant funkční spolehlivostí a trvanlivostí stavebních konstrukcí a stavby vůbec nezabýval a obecně vžitým pravidlem kolektivní viny přesouvá důležitá rozhodnutí a technická řešení na dodavatele stavby. Současně lze z takovéto dokumentace dojít jednoznačně k názoru, že vlastně nemá dostatečné znalosti z navrhování stavebních konstrukcí a staveb na bázi dřeva. Z uvedeného důvodu pracují renomovaní dodavatelé montovaných rodinných domků na bázi dřeva na našem trhu se stále stejnými projektanty a architekty, kteří již pochopili příslušný konstrukční systém a jejich projekty jsou detailně zpracovány až do náročných montážních detailů. Vytváří si tak vlastní databanky spolehlivých, ověřených technických řešení stavebních konstrukcí a detailů. Tyto firmy si pak oprávněně střeží svá technická řešení jako jakési know-how. Tato činnost je samozřejmě finančně náročná a promítá se do ceny příslušných staveb.

V zemích kde je podíl dřevostaveb na trhu podstatně vyšší než v ČR je vydávána a aktualizována řada odborných publikací a periodik, kde jsou detailně zpracována řešení spolehlivých stavebních konstrukcí a detailů z hledisek stavební tepelné techniky, stavební akustiky, požární odolnosti a dalších hledisek navrhování a provádění stavebních konstrukcí a staveb na bázi dřeva. Z toho jasně vyplývá, že spolehlivá a ověřená řešení důležitých detailů jsou alfou a omegou spolehlivosti a trvanlivosti těchto staveb. V zemích jako jsou NSR, Rakousko, Švýcarsko, ale i v USA a Kanada. Jsou tyto publikace a periodika vydávány různými odbornými svazy a asociacemi ve spolupráci s renomovanými technickými zkušebnami a univerzitami. Například v Kanadě můžete spolehlivá a ověřená řešení montážních detailů najít za mírný poplatek na Internetu.

13.3 Požadavky na konstrukce dřevostaveb

Mezi dřevostavby však nemůžeme počítat jen montované rodinné domky na bázi dřeva. Stejné technické problémy je nutno řešit prakticky i u všech obytných podkroví rodinných domků realizovaných na silikátové bázi a u všech půdních vestaveb a nástaveb.

I zde má projektant za povinnost vycházet při jejich navrhování z ověřených konstrukčních systémů a technologií, tak jak to ukládá stavební zákon v § 47, cituji:
„*(1) Pro stavbu mohou být navrženy a použity jen takové výrobky a konstrukce, jejichž vlastnosti z hlediska způsobilosti stavby pro navržený účel zaručují, že stavba při správném provedení a běžné údržbě po dobu předpokládané existence splňuje požadavky na mechanickou pevnost a stabilitu, požární bezpečnost, hygienu, ochranu zdraví a životního prostředí, bezpečnost při užívání, ochranu proti hluku a na úsporu energie a ochranu tepla“.*

Z řady posuzovaných vad a poruch stavebních konstrukcí na bázi dřeva je zřejmé, že toto ustanovení Stavebního zákona není projektanty a prováděcími firmami vůbec dodržováno. Jak jinak je možno posoudit třeba půdní nástavbu u které je terasa rovnoběžně s hřebenem nástavby vytvořena tak, že dlažba na terase je zhruba o 300 mm výše než úroveň čisté podlahy v obytném podkroví. Terasa není kryta proti vlivu deště a sněhu a přesah římsy je nulový. Vlastní dřevěná konstrukce obvodové stěny je pak zapuštěna do terasy a do bytu se

sestupuje po schodech. Tento řez je vytvořen pouze v měřítku 1:100, a žádný podrobný prováděcí detail není pro tuto část stavby zpracován. Případně je obvodová stěna uložena na betonové desce terasy a zapuštěna pod úroveň dlažby s poznámkou spáru zatmelit trvale pružným tmelem. Rozdílné teplotní a vlhkostní dilatace dlažby a dřevěné konstrukce při nedostatečné, předem neurčené šířce tmelené spáry, zajišťující funkčnost trvalé pružnosti tmelu způsobí jeho potrhání. Mikrotrhlinami v nesprávně řešené a provedené tmelené spáře zatéká dešťová voda a tající sníh do ložné spáry mezi silikátovou a dřevěnou konstrukcí a rapidně snižuje trvanlivost dřevěné konstrukce. Pokud nedojde přímo k zatékání srážkové vody do dřevěné konstrukce obvodové stěny je spodní část stěny vystavena zvýšenému nebezpečí nadměrné kondenzace vodní páry v konstrukci v důsledku velkého difúzního odporu materiálů jako jsou hydroizolace a dlažba terasy.

Zpravidla proto nestačí při projektování dřevostaveb, ale i obytných podkroví rodinných domků a půdních vestaveb a nástaveb bytových domů přistupovat k návrhu nových konstrukcí, případně oprav a úprav konstrukcí stávajících pouze z hlediska statiky a stability konstrukce, i když je to základ bez kterého může být realizace, oprava, nebo rekonstrukce nosných dřevěných konstrukcí vážným porušením bezpečnosti stavby, a někdy i ohrožením zdraví a životů těch kteří stavbu provádějí, nebo užívají. K zajištění trvanlivosti nových konstrukcí na bázi dřeva je bezpodmínečně nutno posoudit všechny navrhované úpravy z hlediska stavební tepelné techniky, a zejména pak z hlediska možné difúze a kondenzace vodní páry v nově navrhovaných konstrukcích. Zodpovědný projektant obvykle prověří výpočtem možnost kondenzace vodní páry ve skladbě nově navrhovaného střešního pláště, nemůže však posoudit z tohoto hlediska příslušné prováděcí detaily, když je ani k povolení, ani k provádění stavby nemusí řešit. Jejich řešení je jak už bylo uvedeno záležitostí příslušné prováděcí stavební firmy. Nepochybujme o odborné zdatnosti tesařského mistra, který musí mít řadu odborných znalostí k tomu aby mohl tyto mnohdy náročné konstrukce, případně opravy a rekonstrukce složitých, někdy i stoletých konstrukcí dřevěných krovů provádět. Nemůžeme však předpokládat, že by byl schopen i z časového hlediska posoudit v průběhu provádění těchto prací veškeré úpravy které řemeslně správně podle projektu provede, jak se budou chovat při užívání stavby z hlediska difúze a kondenzace vodní páry na povrchu, nebo uvnitř těchto konstrukcí.

Paradoxem je i disharmonie v našich harmonizovaných technických normách.
V ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov, část 2: Funkční požadavky je uvedeno, cituji:

„4.1.1 Bez kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce, musí být navrženy stěny, stropy a střechy, u kterých by zkondenzovaná vodní pára ohrozila jejich požadovanou funkci.

POZNÁMKA – Ohrožením požadované funkce je obvykle podstatné zkrácení předpokládané životnosti konstrukce, snížení vnitřní povrchové teploty konstrukce vedoucí k vzniku plísní, objemové změny a výrazné zvýšení hmotnosti mimo rámec rezerv statického výpočtu, zvýšení hmotnosti vlhkosti materiálu na úroveň způsobující jeho degradaci.

4.1.2 S omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukcí mohou být navrženy stěny, stropy a střechy u kterých jsou splněny tyto podmínky:

zkondenzovaná vodní pára neohrozí požadovanou funkci konstrukce;

roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry je $\mathbf{G_k < G_v}$

(to je taková že množství vypařené vodní páry je větší než množství zkondenzované vodní páry)

c) celoroční množství zkondenzované vodní páry je pro jednoplášťové střechy

$G_k < 0{,}1\ kg.m^{-2}.\ rok^{-1}$

pro ostatní konstrukce $G_k < 0{,}5$ kg.m^{-2}. rok^{-1}

POZNÁMKA 2 - Požadavek 4.1.2 c) je pro rekonstrukce jednoplášťových střech pouze doporučený.“

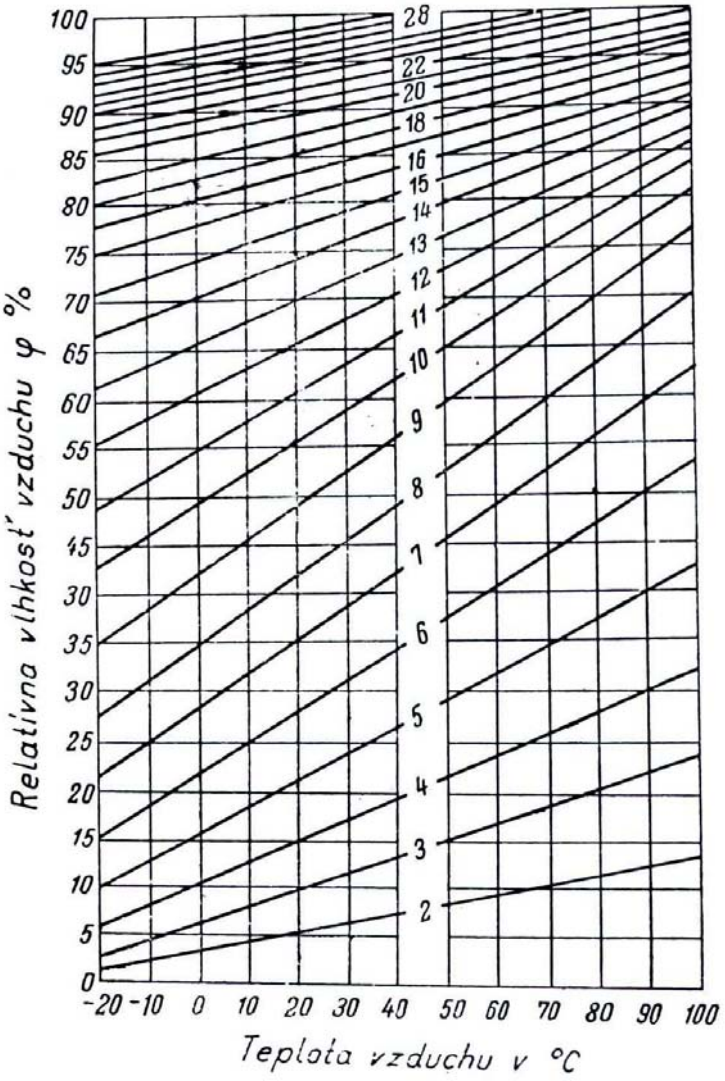
V revidované ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Technické požadavky, se sice zavádějí poněkud přísnější kritéria pro přípustné množství zkondenzované vodní páry. I zde se však vágně uvádí, že s omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce se připouští stěny, střechy, stropy a podlahy u kterých kromě výše uvedených kritérií zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce neohrozí požadovanou funkci této konstrukce. I když u této revidované normy je v **Příloze A** (informativní) **Pokyny pro navrhování** v bodě **A.1.1.13** uvedeno: Konstrukce z velmi nasákavých nebo organických materiálů musí být navrženy tak, aby v ní nedocházelo ke kondenzaci vodní páry.

V běžné praxi však většina architektů a projektantů ve svých návrzích využívá právě znění bodu 4.1.2 c) platné ČSN a v podstatě ani neví zda k nějakému ohrožení funkce dřevěné konstrukce obvodového pláště dochází či ne. K tomu že výskyt závad a havárií takto navržených konstrukcí je v podstatě mizivý, a vždy je spojen i s jiným zdrojem zvýšení vlhkosti dřevěné konstrukce, jako například zatékáním lokálně porušenou krytinou přispívá skutečnost, že příslušný výpočet bilance zkondenzované a vypařené vodní páry se provádí pro výpočtovou hodnotu relativní vlhkosti vnitřního vzduchu 60 %. Skutečná relativní vlhkost vnitřního vzduchu v obytném prostředí při užívání ústředního vytápění se v zimním období pohybuje mnohdy okolo 40 %. Stačí však aby si majitel, nebo nájemník pořídil pro vytápění bytu klimatizační jednotku, nebo pro své alergické děti pořídil zvlhčovač vzduch a dlouhodobě zajistil relativní vlhkost vnitřního vzduch na z hlediska hygieny požadované normativní hodnotě. Stav konstrukcí na bázi dřeva zabudovaných v takto projektovaných stavbách se pak může užíváním v souladu s technickými normami a hygienickými předpisy výrazně změnit. Podobná situace může nastat i při použití velmi těsných oken s tepelně izolačním dvojsklem, kde projektant neprověřil zabezpečení přirozené výměny vzduchu infiltrací spárami oken a v případě nedostatečné výměny vzduchu nenavrhl jiný nezávislý systém větrání těchto staveb.

13.4 Namáhání dřevných konstrukcí vlhkostí a vodou

Přitom pro správnou aplikaci ustanovení uvedené ČSN je nutno zabývat se i tím za jakých podmínek k přípustné kondenzaci uvnitř konstrukce obvodového pláště staveb na bázi dřeva dochází. Pokud se kondenzační zóna vyskytuje například v dodatečném zateplení obvodové stěny, tj. ve vrstvě která je mimo oblast dřevěných konstrukčních prvků obvodové stěny, je možné ji v mezích normy bez obav připustit. Jestliže se kondenzační zóna vyskytuje v části kterou prochází prvky nosné dřevěné konstrukce je realizace takovéto konstrukce byť i s přípustným množstvím zkondenzované vodní páry diskutabilní. Zde je nutno si uvědomit, že kondenzační zóna probíhá obvykle mezi vrstvami s teplotou 0 až 10°C. Dřevo v takto navržených konstrukcích je pak prakticky po určitou dobu vystaveno prostředí s uvedenými teplotami a relativní vlhkostí okolního prostředí 100%. Pokud ještě z výpočtu bilance zkondenzované a vypařené vodní páry zjistíme že ke kondenzaci uvnitř konstrukce dochází až do teploty vnějšího prostředí 10°C, Je jasné že bude takto navržená dřevěná konstrukce vystavena značnému navlhání prakticky po celé zimní období a i v přechodném klimatickém období s teplotou vnějšího vzduchu nižší než 10°C. Z nauky o dřevě, z nomogramu rovnovážné vlhkosti dřeva (obr. 13-1) zjistíme že rovnovážná vlhkost dřeva při teplotě 0 až 10 ^{o}C a relativní vlhkosti vzduchu 100% překračuje hodnotu 28% a blíží se stavu nasycení

vláken. To znamená že v uvedeném případě je dřevo v konstrukci vystaveno značnému riziku napadení plísněmi a dřevokaznými houbami, a to poměrně po velkou část roku. Přitom je nutno si uvědomit, že pokud projektant připustí normou povolenou kondenzaci uvnitř konstrukce za podmínek že do výpočtu dosadí hodnotu součinitele difúze vodní páry pro zvolený materiál parozábrany, bude skutečný difúzní odpor vrstvy plnící funkci parozábrany odpovídat kvalitě jejího provedení. V případě nekvalitního provedení spojů v této vrstvě a nedostatečného utěsnění prostupů konstrukcí a instalací vrstvou parozábrany bude podle stanoviska odborníků na stavební tepelnou techniku difúzní odpor této vrstvy až o jeden řád nižší než je vypočtený difúzní odpor příslušného materiálu ze kterého je parazábrana navržena. V takovém případě může nastat situace že skutečné množství zkondenzované vodní páry v konstrukci za normativních podmínek bude vyšší než normou povolené celoroční množství zkondenzované vodní páry.



Obr.13-1 Diagram rovnovážné vlhkosti dřeva (t -φ -W – diagram) N.N.Čulického

V souboru technických norem harmonizovaných s Evropskou unií „Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi“ ČSN EN 335-1 Definice tříd ohrožení biologickým napadením, část 1: Všeobecné zásady a ČSN EN 335-2, část 2: Aplikace na rostlé dřevo zjistíme, že dřevo

v zakrytých konstrukcích bez styku se zemí kde je nebezpečí vlhkosti je zařazeno do třídy ohrožení 2. Pro třídu ohrožení 2 je v citovaných normách uvedeno:

V tomto prostředí vlhkost rostlého dřeva přesahuje příležitostně 20% hmotnosti buď v celku nebo v jednotlivých částech a tím umožňuje napadení dřevokaznými houbami. Může dojít k zabarvení u dřeva v důsledku dřevozabarvujících hub a růstu plísní na jeho povrchu. Z textu v ČR již publikovaných harmonizovaných norem není jednoznačně uvedeno zda konstrukce u kterých je výpočtově zjištěna přípustná roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry je nutno zařadit do třídy ohrožení 2 nebo 1. Žádné dlouhodobé sledování vlivu kondenzace vodní páry v konstrukci ze dřeva z kterého lze odvodit zda u dřevěných prvků a konstrukcí při normou povoleném množství zkondenzované vodní páry dojde k příležitostnému překročení vlhkosti dřeva 20 % není známo. A normy podle kterých by měl projektant rozhodnout zda a jakou chemickou ochranu dřeva v takovéto konstrukci použije ještě nejsou přeloženy. Ze srovnatelné normy pro ochranu dřeva DIN 68 800 je zřejmé, že konstrukce u nichž bylo výpočtově prokázáno přípustné množství zkondenzované vodní páry jsou zařazeny do třídy ohrožení ve které musí být všechny konstrukční prvky ze dřeva impregnovány proti dřevokazným houbám a hmyzu. Vzhledem k tomu že v České republice nejsou většinou technické normy závazné, není nic jednoduššího než že se touto disharmonií v harmonizaci našich norem nikdo nezabývá a projektant aby se v této změti norem a předpisů procházejících harmonizací s Evropskou unií vyznal.

Celá záležitost je však o to složitější že pokud by se prokázalo, že při přípustném celoročním množství zkondenzované vodní páry podle ČSN 73 0540-2 je dlouhodobě překračována vlhkost dřeva 20 %, byly by všechny statické výpočty u nichž je uvedeno že platí pro dřevěné konstrukce v tak zvané chráněné expozici neplatné. Dosud platná ČSN 73 1701 Navrhování dřevěných stavebních konstrukcí definuje chráněnou expozici jako prostředí chráněné proti přímému působení vlhkosti, v kterém absolutní vlhkost dřeva nepřekročí 18 %.

EUROKÓD EC5 (a ČSN EN 332-1) definuje třídy použití takto:

Třída použití 1 je charakterizována obsahem vlhkosti v konstrukčních materiálech který odpovídá teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu, která překračuje hodnotu 65% nejvýše několik týdnů v roce. U většiny jehličnatých druhů dřeva není překročena průměrná rovnovážná vlhkost 12%.

Třída použití 2 je charakterizována obsahem vlhkosti v konstrukčních materiálech, který odpovídá teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu, která překračuje hodnotu 85% nejvýše několik týdnů v roce. U většiny jehličnatých druhů dřeva není překročena průměrná rovnovážná vlhkost 20%.

V ČSN P ENV 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby jsou třídy použití označovány názvem „třídy vlhkosti“. Porovnání nové harmonizované normy pro navrhování dřevěných konstrukcí a normy trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi ukazuje, že na třídy použití (vlhkosti) 1 a 2 se vztahují podmínky pro použití dřeva v třídách ohrožení 1 a 2. Třída použití 3 pak zahrnuje třídy ohrožení 3, 4 a 5. S ohledem na trvanlivost dřeva ve stavebních konstrukcích je proto třeba nejprve vyšetřit v jakých podmínkách bude dřevo v konstrukcích zabudováno a jaká bude jeho průměrná rovnovážná vlhkost. Zároveň je důležité, aby do konstrukce bylo zabudováváno dřevo s vlhkostí co nejblíže této rovnovážné vlhkosti, aby se tak zabránilo nadměrnému sesychání dřevěných konstrukčních prvků a tvorbě výsušných trhlin.

Uvedené skutečnosti potvrzují že pokud nejsou návrhy skladeb a provedení konstrukcí předem posouzen z hlediska difúze a kondenzace vodní páry v uvedených souvislostech

harmonizovaných předpisů a technických norem nemá projektant a konstruktér který se dlouhodobě nevěnuje navrhování stavebních konstrukcí a staveb ze dřeva šanci navrhnout spolehlivé a bezpečné konstrukce rodinných domků na bázi dřeva, ale ani domků na silikátové bázi s obytným podkrovím, a ani konstrukcí půdních vestaveb a nástaveb na bázi dřeva. Uvedené argumenty také potvrzují, že pro správný návrh obálkových konstrukcí na bázi dřeva je zapotřebí součinnost řady odborníků z různých profesí. V zemích Evropské unie vychází řada odborných časopisů a publikací které na základě seriozních výzkumů a dlouhodobých sledování uvádějí řadu informací o spolehlivých řešeních dřevěných stavebních konstrukcí a prováděcích detailů. Mnohdy jsou zde uvedeny i defekty které mohou nastat při nesprávném navržení nebo nedbalém provádění těchto konstrukcí. Tyto publikace jsou zpravidla vydávány profesními spolky firem zabývajících se výrobou a výstavbou stavebních konstrukcí a staveb ze dřeva. V naší republice je naopak projektant a konstruktér zahlcen různými komerčními prospekty výrobců tepelných izolací a konstrukčních materiálů ve kterých jsou ve snaze usnadnit projektantovi práci, ale hlavně prodat svůj výrobek, publikována různá řešení skladeb a tepelných izolací stěn, střech a jejich detailů, u kterých po seriózním posouzení z hlediska difúze a kondenzace vodních par zjistíme, že jsou přinejmenším sporná, v některých případech i nebezpečná.

13.5 Tepelné a akustické izolace

V současné době je na trhu velký výběr různých tepelných a akustických izolací a konstrukčních materiálů pro realizaci tepelně izolačního obvodového pláště, provedení konstrukce stropu a podlahy a realizaci vnitřních dělících stěn. Každý s těchto materiálů má své specifické vlastnosti, které je nutno pro navrhování uvedených konstrukcí znát. Použití jednotlivých materiálů je potřeba zvažovat ze všech hledisek a kriterií, které musí budoucí konstrukce splňovat. Přesto se při realizacích setkáváme, že i při použití známých a z určitého hlediska jedinečných výrobků nemusí být výsledné řešení konstrukce to nejspolehlivější. U každého materiálu je třeba dodržet zásady pro jeho použití a při návrhu konstrukcí vycházet z dostatečného výpočtového a někdy i laboratorního ověření správnosti tohoto návrhu z hlediska platných technických norem a všech funkcí, které má budoucí konstrukce plnit. Při výběru materiálů a technických řešení je dobré si uvědomit, že **neexistují nevhodné materiály, ale je známa řada jejich nevhodných použití**.

Každý správný výrobce se vám rád prokáže prohlášením o shodě že jím dodávaný výrobek splňuje základní požadavky Nařízení vlády č.178/1997 Sb. v duchu pozdějších změn, respektive Nařízení vlády č.163/2002 Sb. kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky. Řada výrobců však uvádí ve svých reklamních a obchodních materiálech např. hodnoty tepelně technických vlastností které neodpovídají naměřeným hodnotám ve zkušebních protokolech, nebo u nich není uvedeno při jaké hmotnostní vlhkosti byly tato hodnoty naměřeny. U některých „zaručeně nejlepších“ materiálů se setkáme i s tím, že určité vlastnosti pro správný návrh konstrukce z hlediska stavební tepelné techniky nebyly u nabízeného materiálu ani ověřovány. Potom pouze záleží na serióznosti či hazardu projektanta zda tyto materiály pro dané použití doporučí a podle jakých kritérií posoudí jeho vhodnost pro dané použití.

Podobná situace je i u ověřených stavebních konstrukcí z hlediska stavební akustiky. Deklarované hodnoty neprůzvučnosti jsou obvykle převzaty z laboratorních měření, tj. za ideálního stavu s vyloučením bočních cest šíření zvuku. Hluk na stavbě se však do sousedních místností šíří ne jen příslušnou navrhovanou konstrukcí, ale i přilehlými konstrukcemi na které je příslušná konstrukce napojena. Znalost správných řešení detailů, které eliminují šíření

hluku těmito bočními cestami je alfou a omegou úspěšného návrhu a provedení příslušné konstrukce. Navíc skutečná neprůzvučnost konstrukce ověřené na stavbě je vždy o několik decibelů (dB) horší než je výsledek měření v laboratoři. Proto by měl projektant vybrat, respektive navrhnout konstrukci s určitou rezervou. Požadavky na zvukovou izolaci jednotlivých stavebních konstrukcí jsou uvedeny v kapitole 7. Požadavky na zvukovou izolaci konstrukcí oddělujících místnosti příslušející např. témuž bytu, nebo oddělující místnosti sousedních bytů, respektive místnosti různého určení lze dosáhnout poměrně snadno. Problém nastává v případě úprav rodinných domků na rodinné domky dvougenerační s deklarovanými dvěma byty. Pokud jsou v rodinném domku budovány samostatné bytové jednotky, jsou tato kritéria přísnější. Obytné místnosti těchto bytu musí být od všech místností sousedních bytů, tj. bytů v témže i nižším podlaží odděleny stěnami a stropy s minimální hodnotou váženého indexu stavební neprůzvučnosti 52 dB a stropy s maximální váženou normalizovanou hladinou akustického tlaku kročejového zvuku 58 dB. U klasických konstrukcí s vyšší plošnou hmotností se doporučuje aby příslušné laboratorní hodnoty vzduchové neprůzvučnosti byly vyšší a hodnoty laboratorní kročejové neprůzvučnosti nižší minimálně o 2 až 3 dB. U lehkých montovaných konstrukcí na bázi dřeva se oplatí pokud příslušné rozdíly laboratorních měření jsou vyšší nebo nižší o 5 až 6 i více dB než jsou hodnoty požadované uvedenou ČSN.

Řada výrobců a dovozců tepelně izolačních a zvukově izolačních hmot a materiálů presentuje ve svých prospektech různá koncepční řešení obvodových stěn a střešních plášťů, případně stropů a podlah snižujících například šíření kročejového hluku. Řada z nich však neuvádí žádné zaručené vlastnosti těchto řešení. Ty serióznější obchodní firmy alespoň uvedou ve svých prospektech upozornění typu, např.:

Poznámka:

Doporučení, jakož i metody použití a konstrukční detaily jsou podloženy zkušenostmi a znalostmi firmy a jsou uváděna v dobré víře jako základní informace pro projektanty a prováděcí firmy. Tato doporučení nemohou nahradit prováděcí výkresy specialistů pro navrhování příslušných konstrukcí a proto za ně výrobce nepřebírá žádnou odpovědnost.

Pro návrh zateplení obvodového pláště platí ČSN 72 0540 Tepelná ochrana budov Část 1 až 4. V rozporu s touto normou uvádějí někteří výrobci a dovozci tepelně izolačních materiálů doporučené tloušťky tepelné izolace pro dosažení požadovaných respektive doporučených hodnot tepelného odporu, viz např. následující tabulka.

Šikmá střecha se sklonem od 5° do 45°		
hodnota	Tepelný odpor **R**	Odpovídající tloušťka tepelné izolace
	[m^2 . K. W^{-1}]	[mm]
doporučená	3,65	150
požadovaná	2,50	100
přípustná pro rekonstrukce	1,70	70

Tyto hodnoty by se mohly vztahovat pouze na variantu tepelně izolačního střešního pláště provedeného nad konstrukcí krovu, kdy izolační vrstva není přerušena nosnými prvky,

krokvemi. Porovnáme li závislosti tepelné vodivosti dřeva a většiny vláknitých tepelně izolačních materiálů na obsahu vlhkosti, zjistíme že oproti tepelné vodivosti v suchém stavu se zvýší součinitel tepelné vodivosti dřeva při hmotnostní vlhkosti 20% zhruba také o 20% a součinitel tepelné vodivosti například minerální plsti se při zvýšení vlhkosti z 0 na 5% zvýší přibližně o 40%.

Z toho plyne že při nárůstu hmotnostní vlhkosti izolační vrstvy klesá její tepelný odpor prakticky o 20 až 40%. Pokud tedy projektant navrhne konstrukci obvodového pláště s normou za určitých podmínek povoleným množstvím zkondenzované vodní páry, a dosadí do výpočtu součinitel tepelné vodivosti tepelné izolace v suchém stavu měl by si uvědomit, že právě v průběhu zimního období klesá tepelný odpor celé konstrukce a může v konečném důsledku dojít k poklesu povrchových teplot v místě tepelných mostů a koutů až pod rosný bod. Zásadní význam má tato skutečnost pro konstrukční řešení, kde je tepelná izolace vkládána mezi nosné prvky obálkových konstrukcí. V tomto případě musí projektant nejprve stanovit tak zvaný ekvivalentní součinitel nestejnorodé tepelně izolační vrstvy a až z něho pak vypočítat příslušný tepelný odpor konstrukce.

Pro ilustraci si uveďme jak se mnění hodnoty tepelného odporu tepelně izolační vrstvy při dosazení různých součinitelů tepelné vodivosti prakticky téhož izolačního materiálu.

Tepelný odpor izolační vrstvy střešního pláště tloušťky 150 mm při součiniteli vodivosti izolace v suchém stavu:

$\mathbf{R}$ = d (m)/λ_0 (W. m^{-1}.K^{-1}) = 0,15/0,040 = **3,75** (m^2. K . W^{-1})

Tepelný odpor izolační vrstvy tloušťky 150 mm pří dosazení výpočtové hodnoty součinitele tepelné vodivosti shodného materiálu podle ČSN 73 0540 Část 3, Tab. A 1:

$\mathbf{R}$ = d/λ_p= 0,15/0,056 = **2,68** (m^2. K . W^{-1})

Tepelný odpor nestejnorodé izolační vrstvy tloušťky 150 mm při dosazení ekvivalentního součinitele tepelné izolace se započítáním objemového zastoupení dřeva (krokví):

$\mathbf{R}$ = d/λ_{ekv} = 0,15/0,068 = **2,21** (m^2. K . W^{-1})

Na základě uvedených skutečností je zřejmé že pro dosažení například doporučeného tepelného odporu střešního pláště při konstrukčním řešení kdy se vkládá tepelná izolace mezi krokve nebude obvykle stačit tloušťka tepelné izolace odpovídající výšce krokví, ale bude nutno vytvořit přídavnou konstrukci s tepelnou izolací pod krokvemi.

Požadavek dostatečné tloušťky tepelně izolační vrstvy ve střešním plášti včetně používání kvalitních otvorových výplní (např. střešních oken) s nízkým součinitelem prostupu tepla je ještě víc podpořen novou vyhláškou Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie pro spotřebu tepla v budovách č 291/2001 Sb. Touto vyhláškou se podrobněji stanoví tepelně technické a energetické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov, jejichž splnění je v rámci dodržení obecných technických požadavků na výstavbu podmínkou pro vydání stavebního povolení.

Uvedená vyhláška v §2 deklaruje pro vydání stavebního povolení následující požadavky, cituji:

„(1) Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov musí zajišťovat

a) požadovaný tepelný stav, hygienické a zdravé prostředí v budovách,

b) nízkou spotřebu tepla při vytápění.

(2)Požadavky podle odstavce 1.a jsou splněny, jestliže jsou stavební konstrukce a jejich části navrženy tak, že

a) mají minimálně takový tepelný odpor, že na jejich vnitřním povrchu nedochází ke kondenzaci vodní páry,

b) u nich nedochází k vnitřní kondenzaci vodní páry nebo jen v množství, které neohrožuje jejich funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti,

c) neprůsvitné konstrukce a jejich styky mají dostatečný odpor při vzduchové propustnosti, spáry a spoje jsou vzduchotěsné, včetně styků a spár mezi neprůsvitnými konstrukcemi a výplněmi otvorů,

d) spáry a styky výplně otvorů nemají provzdušnost větší, než je nutná z hlediska požadované intenzity výměny vzduchu při přirozené infiltraci a exfiltraci,

e) podlahové konstrukce mají požadovanou tepelnou jímavost a teplotu na vnitřním povrchu, a

f) místnosti (budovy) mají požadovanou tepelnou stabilitu v zimním i letním období.

...

(7) Pro budovy památkově chráněné nebo budovy uvnitř památkových rezervací platí požadavky podle odstavce 1 písm. b) jen přiměřeně k možnostem, avšak vždy tak, aby nedocházelo k poruchám a vadám při užívání budov.“

Uvedená vyhláška MPO také zavádí povinnost hodnotit navrhované řešení nové stavby z hlediska měrné spotřeby tepla při vytápění budov za rok e_V v (kWh/m^{3}r), respektive e_A ve (Wh/m^{3}r), za podmínek nepřetržitého vytápění s intenzitou výměny vzduchu n = 0,5 h^{-1}. Normové hodnoty uvedených veličin jsou vztaženy k poměru A/V (m^{-1}), kde A je plocha ochlazovaných konstrukcí a V je objem vytápěné zóny budovy.

Při splnění požadované hodnoty měrné spotřeby tepla na vytápění odpovídá pak vyhláškou požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla pro ploché a šikmé střechy U = 0,30 (W/m^2. K) hodnotě tepelného odporu R = 3,17 (m^2. K . W^{-1}) . Při dosažení hodnot součinitelů prostupu tepla ochlazovaných konstrukcí podle přílohy 3 této vyhlášky pak není nutno měrnou spotřebu tepla vyhodnocovat. V tomto případě je hodnota požadovaného součinitele prostupu tepla pro ploché a šikmé střechy U = 0,20 (W/m^2. K), a odpovídá hodnotě tepelného odporu R = 4,83 (m^2. K . W^{-1}).

Z uvedených skutečností je zřejmé, že nelze navrhnout ani realizovat spolehlivou a bezpečnou konstrukci, ale ani energeticky úspornou stavbu při nerespektování vztahu dřeva a stavebních konstrukcí ze dřeva k chemické sloučenině známé pod označením **H_2O**, a to v pevném kapalném, ale i plynném skupenství.

Proto také nerespektování vlivu vlhkosti na funkční vlastnosti a trvanlivost stavebních konstrukcí a staveb na bázi dřeva a neznalost principů konstrukční ochrany dřeva je jednou z hlavních příčin závažných přímých i následně vyvolaných vad a poruch dřevostaveb.

Další vady konstrukcí a staveb na bázi dřeva vznikají neznalostí specifických řešení konstrukcí a jejich vazeb z důvodu neznalosti vhodných konstrukčních a montážních detailů omezujících přenos zvuku bočními cestami.

Nároky na navrhování stavebních konstrukcí a projektování staveb z hlediska stavební tepelné techniky, ale i nároky na hygienické a zdravé prostředí ve stavbách se stále zvyšují. Nedílnou součástí dosažení těchto vysokých standardů je ale provádění staveb, včetně rozhodujících

stavebních detailů. Pokusíme se tedy v závěru upozornit na některé rozhodující momenty při volbě vhodných materiálů a řešení stavebních konstrukcí a detailů ve vztahu k bezpečnému a spolehlivému provádění jednotlivých konstrukcí s cílem dosáhnout těchto vysokých požadavků na funkčnost a trvanlivost konstrukcí a na obytné prostředí.

13.6 Konstrukční detaily a materiály

Při vkládání tepelné izolace mezi sloupky obvodových stěn a krokve střešního pláště je třeba dbát o to aby izolační materiál zcela vyplňoval prostor mezi těmito konstrukčními prvky a těsně k nim přiléhal. Předpisy pro dozorování výroby stavebních konstrukcí v SRN stanoví, že přířezy tepelné izolace vkládané do panelů obvodového pláště s dřevěným rámem musí být min. o 10 mm širší a delší než je prostor mezi jednotlivými dřevěnými prvky této konstrukce. Toto pravidlo je dobré uplatňovat i při vkládání tepelné izolace do jednotlivých částí krovu. Nekvalitní dotěsnění tepelné izolace k nosným konstrukcím a vzniklé i milimetrové mezery mezi konstrukčním prvkem a tepelnou izolací vytváří nevhodné tepelné mosty, které mohou způsobit při současném zafukování chladného vzduch do této spáry pokles vnitřní povrchové teploty konstrukce v daném místě až pod rosný bod. Při nedokonalém a netěsném provedení parozábrany pak do těchto spár vlivem infiltrace vniká nedefinované množství vlhkého vzduch z interiéru, který negativně ovlivní vlhkost tepelné izolace i dřevěných konstrukčních prvků. O vzduchotěsnosti konstrukce obvodového pláště rozhoduje ne jen kvalita a neporušenost parozábrany, ale hlavně její kvalitní a spolehlivé napojování navzájem, a hlavně pak napojování na konstrukci štítové stěny, v místě vaznic a prostupů různých prvků dřevěné konstrukce krovu, a místech prostupů komínových těles a větrání kanalizačního potrubí. Některé spolehlivé detaily včetně potřebných samolepících a těsnících pásků budou uvedeny v kapitole 15 Konstrukční detaily.

Nedílnou podmínkou vzduchotěsnosti stavby ale i zamezení možnosti kondenzace vodní páry ve spárách je zatažení parozábrany pod ostěním až do drážky rámu střešního okna a překrytí spár mezi okny a ostěním parozábranou a její dotěsnění na rámu oken ve vikýřích samolepící těsnící páskou pod obložením ostění. Důležité také je aby rozvody elektrické instalace byly v maximální míře situovány do vnitřních příček, a pokud je třeba některé rozvody a krabice zásuvek a vypínačů instalovat do obvodového pláště, aby konstrukční řešení a skladba obvodového pláště umožňovalo uložení kabelů a instalaci těchto krabic bez porušení parozábrany, nebo s dokonalým utěsněním příslušných prostupů.

Důležitým prvkem je také vhodná volba a správné provedení pojistné hydroizolace pod střešní krytinou. Výhodnější je použití kontaktní difúzní folie, která spolehlivě při správném provedení zabraňuje zatékání srážkové vody do konstrukce při silném větru, nebo náhodném porušení celistvosti skládané krytiny. Zároveň také brání vnikání chladného vzduchu proudícího pod krytinou do povrchových vrstev vláknitých izolací a snižování jejich účinné tloušťky. Tyto folie díky svému složení a specifickým vlastnostem, zejména velmi nízkému difúznímu odporu, umožňují vkládání tepelné izolace na celou výšku krokví. Tím se snižuje potřebná tloušťka tepelné izolace kterou je pro dosažení požadovaného tepelného odporu nutno umístit pod krokve. S výhodou se také tyto kontaktní difúzní folie použijí u členitých střech s valbami a vikýři kde je problematické vyřešit odvětrání střešní konstrukce v úžlabích a na nárožích i v prostoru mezi tepelnou izolací a bezkontaktní pojistnou hydroizolací. Vzhledem k tomu že kontaktní pojistná hydroizolace se díky svým specifickým vlastnostem pokládá přímo na tepelnou izolaci, mluví někteří dovozci a výrobci těchto materiálů o tak zvaných neodvětraných střechách. Nízký difúzní odpor při vysoké nepropustnosti folie pro vodu je daný materiálovým složením a provedením jednotlivých vrstev a umožňuje snadný

prostup vodní páry touto folií do prostoru pod krytinu. Pozor folie se ale nesmí při aplikaci obrátit naruby. Vlastní střešní plášť ale musí být kvalitně a spolehlivě odvětrán v prostoru mezi difúzní folií a krytinou. Jinak by mohlo docházet k namrzání vodní páry ve skládané krytině a jejímu popraskání a za určitých klimatických podmínek i k odtávání sněhu na prohřáté krytině nad římsou v místě zateplení a k zatékání do střechy. Provedení tohoto odvětrání je ale snazší a technicky jednodušší, zejména v oblasti nároží u valbových střech a úžlabí v místě vikýřů. Odvětranou mezeru v tomto případě vymezují kontralatě připevněné ve spádu střechy na krokve. Velkou pozornost je potřeba věnovat zejména odvětrání prostoru pod krytinou v sekcích kde střešním pláštěm prochází komínová tělesa a kde jsou osazena střešní okna. Nesprávné provedení odvětrání se v zimních měsících projeví právě rychlejším odtáváním sněhového poprašku nad nedostatečně odvětranými částmi střechy se všemi již uvedenými důsledky. Na kontralatě se teprve připevní střešní latě a položí krytina. Zcela nevhodné je pokud některé stavební firmy podlehnou iluzi že při použití tohoto druhu folie se jedná o neodvětranou střechu a přímo na folii umístí střešní latě a položí krytinu.



Obr. 13-2 Odvětrání střešního pláště v hřebeni střechy

Pokud se na kontralatě místo prken tloušťky 24 mm použijí fošny tloušťky 38 nebo 42 mm a vhodně se nadimenzují i spojovací prvky, hřebíky nebo vruty, lze kontralatě využít i ke zvýšení únosnost krokví při návrhu a realizaci půdních vestaveb. Navíc se vytvoří pod střešní krytinou i velmi účinná odvětraná mezera, která má příznivý vliv i na vytváření tepelné pohody v půdním bytě v letním období. Představíme-li si, že povrchová teplota tmavé střešní krytiny může na osluněné straně v letních měsících dosahovat až hodnoty 60°C, je zřejmé, že čím je výměna vzduchu v prostoru mezi střešní krytinou a tepelnou izolací větší a intenzivnější, tím bude množství tepelné energie která projde touto izolací do vnitřního prostoru menší. Aby nedocházelo k přehřívání vnitřního prostředí a vytváření tepelné nepohody v letních měsících, je potřeba na osluněných plochách střechy používat střešní okna se skly s nízkým součinitelem prostupu tepla, která jsou navíc chráněna venkovní žaluzií.

O tom zda je možno použít pojistnou hydroizolaci jako kontaktní, nebo je nutno prostor mezi bezkontaktní folií a tepelnou izolací také odvětrat, nerozhoduje název folie, ale její difúzní parametry. U tohoto typu folií je obvykle uváděna tak zvaná ekvivalentní difúzní tloušťka vzduchové vrstvy, označovaná jako $\mathbf{S_d}$ (m). Jedná se o součin tloušťky folie a jejího faktoru difúzního odporu $\boldsymbol{\mu}$. Tato hodnota vyjadřuje tloušťku vzduchové vrstvy která má shodný difúzní odpor s deklarovanou folií. Podle odborníků v oboru stavební tepelné techniky lze za difúzní folii, tedy kontaktní pojistnou hydroizolaci, kterou je možno ukládat přímo na tepelnou izolaci bez odvětrání prostoru mezi touto folií a izolací považovat pouze folie s hodnotou S_d menší než 0,1 m (viz. například článek v časopise STAVBA 4/2000 Dr. Ing. Zdeňka Svobody z Katedry konstrukcí pozemních staveb FSv ČVUT v Praze). V současné době jsou na trhu i kvalitní difúzní folie s hodnotou $\mathbf{S_d}$ = 0,02 m. Přesto řada dovozců a prodejců, ale i projektantů doporučuje pro kontaktní pojistnou hydroizolaci difúzní folie s hodnotou $\mathbf{S_d}$ = 2 m.

Zde je však nutno připomenout že k volbě vhodné difúzní folie nestačí stanovisko obchodníka, potažmo architekta. O použití určitého druhu kontaktní pojistné hydroizolace můžeme rozhodnout pouze na základě vyváženého návrhu a posouzení celé skladby konstrukce včetně určení vhodné parozábrany. Rozhodnutí by vždy mělo být podloženo výpočtovým ověření difúze a kondenzace vodní páry v konstrukci.



Obr. 13 –3 Vadně provedená pojistně hydroizolační fólie ve střeše

Použití tak zvaných bezkontaktních pojistných hydroizolací sebou přináší některé problémy, které se u střešního pláště těžko řeší. Zajištění dostatečného odvětrání prostoru mezi pojistnou hydroizolací a tepelnou izolací má za následek snížení tloušťky tepelné izolace vkládané mezi

krokve. Při běžném profilu krokví šířka/ výška = 100/120 mm je možno vložit mezi krokve maximálně 100 mm tepelné izolace. Některé odborné prameny uvádějí že účinná výška odvětrané vzduchové mezery je min. 40 mm. Při vkládání tepelné izolace mezi krokve zespodu z interiéru je prakticky nemožné kontrolovat výšku odvětrané mezery. Pokud není nejprve provedeno spolehlivé vymezení odvětrané mezery, dochází při vtlačení tepelné izolace mezi krokve k jejímu přitisknutí až k pojistné hydroizolaci. U tohoto druhu folií z polyetylénu je zvýšená difúze vodních par zajištěna perforací drobnými vpichy, kterými srážková voda neproteče. Při dotyku tepelně izolačních pásů nebo desek a jejich oděru dojde k ucpání těchto vpichů ulomenými minerálními, nebo skelnými vlákny a celá vlhkostní bilance střešního pláště se jenom zhorší. Stejně problematické je pak řešení odvětrání mezery pod touto folií v nárožích valbových střech, v úžlabích vikýřů a v okolí střešních oken.



Obr. 13-4 Vadně provedený prostup pojistně hydroizolační fólií

V jednotlivých polích v části zkrácených námětkových krokví lípnutých do nárožní vaznice by se musely nejprve vyříznout zářezy tvořící jakýsi sběrný kanál pro odvětrání této části střešního pláště. Tím se však námětkové krokve oslabí a sníží se jejich únosnost. Podobné výřezy by bylo nutno zhotovit i nad a pod střešními okny, aby mohl vzduch z prostoru mezi krokvemi kde je střešní okno osazeno proudit do sousedního pole a ke hřebeni.



Obr. 13-5 Stlačená tepelná izolace z minerální plsti ve stropní konstrukci podkroví

U kontaktní pojistné hydroizolace se jednoduše tento problém dá vyřešit potřebným zkrácením kontralatí v inkriminovaných místech, nebo osazením specielních odvětrávacích tvarovek střešní krytiny v těch polích kde není zajištěn volný průchod vzduchu až k odvětraní ve hřebeni.

13.7 Výrobky pro konstrukce dřevostaveb

Další velmi častou příčinou vad a poruch stavebních konstrukcí na bázi dřeva je nevhodné použití různých materiálů na základě nepřesných, nebo neúplných informací.

Stávající systém ověřování shody založený na základě povinnosti výrobce, nebo dovozce zpracovat technickou dokumentaci pouze pro účely ověřování shody výrobku uváděného na trh a na propagačních, obchodních materiálech a prohlášení o shodě u stanovených výrobků, ve kterém je pouze uvedeno že výrobek je za běžného užití bezpečný, bez ověřování zda výrobce nebo dovozce uvádí ve veřejně dostupné dokumentaci příslušné nezbytné fyzikální veličiny pro spolehlivé navrhování a projektování stavebních konstrukcí a staveb je pouze časovanou bombu, která bude mít za následek řadu vážných vad a poruch staveb na bázi dřeva. Pokud nebude povinnosti výrobce jednoznačně zveřejnit nezbytné fyzikální veličiny pro projektování a navrhování stavebních konstrukcí a staveb ověřené příslušnými zkušebnami, autorizovanými osobami v procesu ověřování shody, bude za všechny následné poruchy a vady stavebních konstrukcí a staveb vždy odpovědný projektant, který dostatečně neprověřil vhodnost nabízeného materiálu, či výrobku pro dané použití ve stavbě. Není li proces ověřování shody procesem pro ověření, nebo získání seriózních projektových podkladů o stanovených výrobcích, je prakticky bezcenný a pouze prodražuje realizaci staveb, aniž by přispíval k zvyšování jejich kvality, funkční bezpečnosti a trvanlivosti.

Problematiku ověřování shody dokresluje i způsob certifikace například stavebních dílců na bázi dřeva. Příslušným dílcem podléhajícím povinnosti ověřování shody a kontroly systému řízení jakosti výroby bývá nezřídka v podstatě dřevěný rám vyplněný tepelnou izolací opláštěný některou z konstrukčních desek na bázi dřeva. Skutečnou funkci obvodové stěny, tedy stavebního dílu plní tento výrobek až po doplnění a zkompletování s vnitřním pláštěm, parozábranou a například některým certifikovaným dodatečným zateplením až v procesu provádění stavby. Zdánlivě je celá záležitost ošetřena tím, že zkušební protokol je vydán na

skutečnou skladbu obvodové stěny, a že výrobce je povinen dokladovat že pro kompletaci obvodové stěny používá ověřené materiály a výrobky. Povinné periodické kontrole výrobku prováděné autorizovanou osobou však podléhá pouze ten dřevěný rám s tepelnou izolací a konstrukční deskou, nikoliv sendvič obvodové stěny vytvořený na stavbě. Řada dodavatelů montovaných dřevostaveb dodává své stavby na klíč. To znamená že provádění stavby zabezpečuje vlastními zaškolenými pracovníky. U řady výrobců stavebních dílců však vlastní realizace probíhá tak, že si výrobce na montáž dílců a dokončení stavby najímá jiné stavební firmy, zpravidla s nejnižší nabídkou ceny stavebních prací. Stavba pak obvykle probíhá tak, že hrubou montáž dílců provádí jeden zhotovitel. Vnitřní obložení sádrokartonovými deskami a instalaci parozábrany jiný dodavatel stavebních prací, rozvod elektroinstalace, vody, kanalizace a vytápění i několik fyzických osob s příslušným živnostenským listem.
V takovémto případě kde výrobce stavebních dílců neprovádí stavbu na vlastní odpovědnost, případně není schopen zajistit odpovědné vedení a kontrolu provádění stavby oprávněnou osobou se znalostmi všech úskalí dřevostaveb a jejich provádění, jak byly naznačeny v předcházejících odstavcích nemá certifikace dílců prakticky žádnou cenu. Není ani zárukou že na trh budou uváděny bezpečné výrobky. Je také velmi problematické touto formou realizovat dřevostavby pouze na základě dokumentace ke stavebnímu povolení, kde nejsou důležité detaily provedení konstrukcí a stavby vůbec uveden. Výrobce stavebních dílců je sice ze zákona povinen zpracovat a autorizované osobě předložit způsob zabudování výrobku do stavby, respektive montážní postup. Nikdo však už neověřuje zda je tento montážní postup dodržován, a zda při provádění jednotlivých profesí nejsou poškozeny materiály zabudované do konstrukcí dřevostaveb, zejména parozábrana. Renomovaní výrobci a dodavatelé montovaných rodinných domků z ČR jsou na Německém trhu namátkově kontrolováni ověřením kvality provedení konstrukcí a spojů termovizí a zkouškou vzduchotěsnosti obálkových konstrukcí.

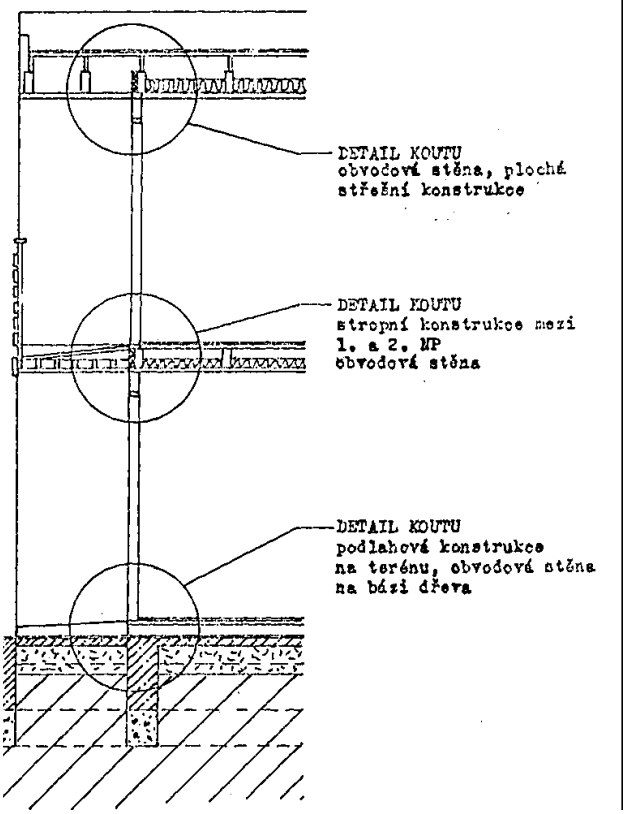
Zde je možno pouze konstatovat, že vadám a poruchám stavebních konstrukcí a staveb z důvodu nekvalitního provádění staveb nedokáží současné zákony a stavební předpisy v České republice prakticky zabránit.

13.8 Rizikové detaily konstrukcí pláště

Vraťme se však k problematice detailů dřevostaveb a jejich vlivu na spolehlivost a trvanlivost stavebních konstrukcí a staveb na bázi dřeva.

13.8.1 Detail napojení podlahové konstrukce na terénu a obvodové stěny.

Prvním velmi důležitým detailem je styková spára mezi spodní stavbou, nebo základovou deskou a obvodovou stěnou dřevostavby, (viz obr. 13-6). Podle platných předpisů musí být podlahová konstrukce v 1 nadzemním podlaží (dále jen 1. NP) nejméně 0,15 m nad nejvyšším bodem přilehlého upraveného terénu nebo terasy na terénu. I toto ustanovení nebývá často v projektech rodinných, ale i bytových domů dodržováno s argumentem, že se jedná o bezbariérovou stavbu. Pokud si uvědomíme že výška konstrukce podlahy s ohledem na minimálně požadovaný tepelný odpor podlahové konstrukce na terénu je zhruba 120 až 140 mm nad úrovní základové desky, je zřejmé že při běžném řešení této části stavby na bázi dřeva bude styková spára mezi spodním vlysem obvodové stěny s dřevěnou nosnou kostrou prakticky těsně nad terénem. V případě nevhodného řešení bezbariérového vstupu dokonce pod úrovní okolního terénu. Obdobná situace nastane pokud architekt navrhne řešení, kdy je před balkónovými dveřmi v 1. NP vytvořena terasa s dlažbou na betónové desce. V mnoha případech se minimálně setkáváme s tím, že při nedbalém provádění betonářských prací je nakonec dřevěný rám obvodové stěny zapuštěn pod úroveň dlažby.



Obr. 13-6

Ne náhodou zahraniční odborná literatura uvádí požadovanou výšku napojení konstrukcí dřevostaveb na spodní stavbu minimálně ve výšce 300 mm. V některých případech se tato požadovaná výška nad terénem vztahuje ke spodní hraně fasádního obkladu ze dřeva. To znamená že poloha čisté podlahy v 1. NP není pro správné a bezpečné fungování konstrukcí a staveb na bázi dřeva důležitým faktorem. Při prohlídce doporučených řešení tohoto detailu v kapitole 15 Konstrukční detaily si každý uvědomí co se stane pokud navátý sníh uzavře právě v zimním období nasávací otvory odvětrané fasády. Pokud si projektant zpracuje tento detail v přehledném měřítku, musí si také uvědomit kam poteče voda z odtávající sněhové pokrývky. Musí si při tom ale uvědomit běžné tolerance provádění spodní stavby a montované dřevostavby a co dokáží kapilární síly v neutěsněných spárách o šířce desetin milimetrů, které mezi jednotlivými nepřesně provedenými konstrukcemi vzniknou. Stejně tak

si na detailu zpracovaném v dostatečném měřítku uvědomí kam bude zatékat voda odstřikující na fasádu dřevostavby. Doporučení uživateli nevhodně osazené dřevostavby, že musí okolo obvodových stěn pravidelně odhrnovat sníh není proto řešením, a v případě argumentace že se jedná o bezbariérovou stavbu je to vůči imobilnímu uživateli i značně nehumánní.

Stejně důležité je i řešení tohoto detailu z hlediska povrchových teplot a rizika výskytu plísní. Pro bezpečnou a spolehlivou funkci prakticky všech styků konstrukcí nestačí jen zabezpečit aby povrchové teploty v místě příslušného styku či koutu byly vyšší než je hodnota rosného bodu. Zejména u dřevostaveb je potřeba dbát na to aby minimální povrchová teplota byla bezpečně mimo riziko vzniku plísní. To znamená že povrchová teplota v příslušném koutě musí zabezpečit aby podíl částečného tlak vodní páry k částečnému tlaku nasycené vodní páry, který odpovídá této povrchové teplotě a příslušné relativní vlhkosti vnitřního prostředí vyšetřované místnosti byl menší než 0,8.

(Tabulka minimálních povrchových teplot pro vyloučení povrchové kondenzace vodní páry a vyloučení rizika vzniku plísní byla například publikována v článku Ivana Chmúrného, SF STU, Bratislava v Tepelné ochraně budov č. 1/2001.)

13.8.2 Detail napojení stropní konstrukce mezi 1. a 2. NP a obvodové stěny.

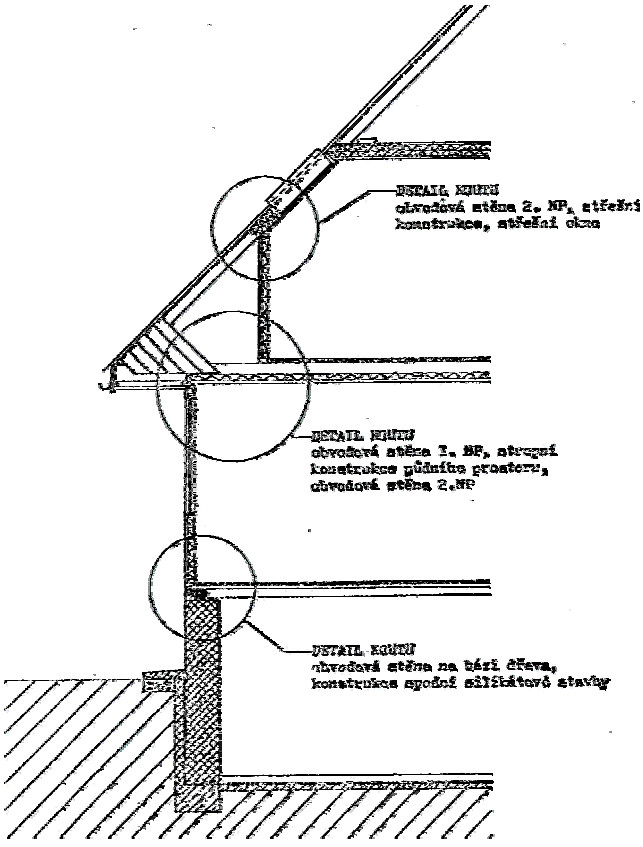
Dalším důležitým detailem z hlediska zamezení vadám a poruchám staveb na bázi dřeva je detail napojení stropní konstrukce mezi 1. a 2. NP s obvodovou stěnou, (viz obr. 13-6). Odlišně je nutno tento detail řešit při napojení obvodové stěny kolmo ke stropním trámům a souběžně se stropními trámy. V případě že je stropní trám uložen mezi konstrukci obvodové stěny souběžně s rovinou stěn je nutno si uvědomit následující souvislosti. Stropní trám spolu s ostatními konstrukčními prvky nosného rámu obvodových stěn vytváří v tomto místě tepelný most, který může za určitých podmínek způsobit pokles povrchových teplot ve vodorovném koutě místností pokles povrchových teplot pod oblast rizika vzniku plísní. Obvykle se kondenzace vodní páry na povrchu konstrukcí z masivního dřeva neprojeví. Dojde ale k zvýšení hmotnostní vlhkosti příslušného dřevěného konstrukčního prvku z důvodu již vzpomínaného dlouhodobého vystavení dřeva vysoké relativní vlhkosti okolního prostředí, a tím i ke zvýšení jeho objemových a tvarových změn. Pokud si k tomu i uvědomíme přesnost opracování například řezaného trámu, je zřejmé že za těchto podmínek takovýto konstrukční prvek nemůže zároveň spolehlivě plnit funkci uzávěru stropní konstrukce. V případě odvětraného fasádního obkladu může pak docházet k infiltraci chladného vzduchu do stropní konstrukce se všemi negativními důsledky jeho prochlazování, nebo k exfiltraci teplého vlhkého vzduchu z interiéru do odvětrané vzduchové mezery s obdobnými následky. Stejně důležité je řešení tohoto detailu při napojení stropních trámů kolmo na rovinu obvodové stěny. Za prvé je zcela mylné se domnívat, že by uzávěr stropních trámů mohl být řešen z prken přibitých na čela trámů a ještě navíc v úrovni vnějšího povrchu obvodové stěny. V této souvislosti si musíme uvědomit že tepelná vodivost dřeva ve směru podél vláken je přibližně 2,3 násobkem tepelné vodivosti dřeva napříč vláken. To znamená že v tomto směru stropní trámy tvoří významný tepelný most. Opakovaným navlháním a sesycháním se mezi prkny uzávěru trámu vytvoří mezery se všemi uvedenými důsledky infiltrace a exfiltrace vzduchu. Pokud se posunou zhlaví trámu do interiéru aby mohly být uzávěry stropních trámů doplněny o potřebnou tepelnou izolaci, bude nutno posoudit znovu dřevěné prvky stěn a vlastní trámy v místě uložení z hlediska otlačení. Z toho jednoznačně plyne že bez detailního vyřešení všech návazností konstrukcí na bázi dřeva nelze tyto konstrukce spolehlivě navrhnout a posoudit ani z hlediska statiky.

13.8.3 Detail napojení štítové stěny na střešní konstrukci.

I u tohoto detailu je třeba řešit obdobné problémy jako u napojení stropní konstrukce na konstrukci obvodové stěny, (viz obr. 13-6). V případě, že je štítová stěna s prefabrikovaného dílce uložena pod krokvemi štítové vazby tvoří masivní materiál krokve spolu s horním vlysem štítové stěny zbytečně tepelný most. Při osazení štítové stěny pod krokve jen částečně, tak aby mohla být krokev z vnější strany doplněna tepelnou izolací. bude nutno založit konstrukční rám štítové stěny a konstrukční desky vnitřního pláště zaříznout tak aby měly shodný sklon s krokvemi. To se prakticky při přesnosti výroby dílců a přesnosti založení krovu nemůže podařit. Vzniká tak v tomto spoji spára, kterou lze jen problematicky utěsnit. Vzhledem ke specifickým vlastnostem dřeva ve stavebních konstrukcích a technologickým možnostem obrábění dřeva a materiálů na jeho bázi, ať už ve výrobě dílců, nebo přímo na stavbě by se měl architekt a projektant vyvarovat detailům kde by měly jednotlivé konstrukční prvky a dílce vzájemně lícovat. Vždy je výhodnější vytvořit takovou spáru, nebo styk dvou konstrukcí který je možno dodatečně spolehlivě těsnit. Mylné představy řady prováděcích firem, že spáru mezi konstrukcemi ze dřeva jejichž šířka je řádově 1 až 2 mm utěsnění trvale pružným tmelem už byly v minulosti příčinou řady poruch těchto konstrukcí. U většiny trvale pružných tmelů uvádí výrobce doporučenou šířku spáry při které je tmel schopen fungovat jako pružný. Pokud se toto doporučení nedodrží, musíme počítat s tím že i trvale pružný tmel v celém průřezu ztvrdne. V tomto stavu však nemůže dlouhodobě odolávat tvarovým změnám a pnutím ke kterým při změně vlhkosti v dřevěných konstrukcích v průběhu roku dochází.

13.8.4 Detail napojení obvodové stěny na spodní stavbu.

U tohoto detailu (viz obr. 13-7) dochází k poruchám konstrukcí dřevostavby většinou z těchto hlavních důvodů. V prvém případě se projektant mylně domnívá, že styková spára mezi spodní stavbou a vrchní dřevostavbou je dostatečně vysoko nad terénem a nehrozí již namáhání této spáry odstřikujícími kapkami deště a proto nepředepíše uložení dřevěné konstrukce na pás hydroizolace. V průběhu montáže dřevostavby je sice zmoknutí dřevěných konstrukcí nepříjemnou ale prakticky zcela běžnou skutečností. Dřevo však po zakrytí stavby při dostatečném větrání rychle vyschne. Vysychání konstrukce železobetonové stropní konstrukce však trvá mnohem déle a spodní vlys konstrukčního rámu obvodové stěny je pak zbytečně dlouho namáhán a ohrožován vzlínající vlhkostí.
V druhém případě nechá projektant opatřit konstrukci stropu nad podsklepením hydroizolací celoplošně jako je to zvykem u základové desky. Neprověří si však



Obr. 13-7

konstrukci podlahy nad touto hydroizolací z hlediska difúze a kondenzace vodní páry v mylné představě že se jedná o vnitřní konstrukci a tudíž to není třeba. Nutno zde ale upozornit že se jedná sice o vnitřní konstrukci ale mezi vytápěným a nevytápěným prostorem kde může činit rozdíl teplot vnitřního vzduchu i více jak 20 °C, a nemalý bude i rozdíl parciálních tlaků vodní páry. Proto je třeba i tuto konstrukci s vrstvou s velkým difúzním odporem umístěnou blízko vnějšího povrchu výpočtově prověřit a v případě potřeby navrhnout vhodnou parozábranu co nejblíže pod podlahovou krytinou včetně jejího spolehlivého napojení na stejnou vrstvu obvodové stěny. Výskyt nadměrné kondenzace vodní páry v oblasti nad hydroizolací může negativně ovlivnit spolehlivost a trvanlivost obvodové stěny ve styku se spodní stavbou. S podobným problémem se setkáme i u konstrukce vnitřní dělící příčky ze sádrokartonových desek která odděluje například koupelnu od nevytápěného zádveří. Zahrnutí vrstvy keramického obkladu této stěny, který se dnes běžně provádí na sraz bez vyspárování do výpočtu difúze a kondenzace vodní páry hodnotou součinitele difúzního odporu keramické obkladačky je však velmi diskutabilní a zavádějící.

Další často se opakující chybou, která bává příčinou poruch přilehlých stavebních konstrukcí na bázi dřeva je nepřesnost při realizaci spodní stavby. Pokud je spodní stavba provedena s příliš velkými tolerancemi šířky a délky dochází při montáži stavby, zejména z velkoplošných dílců k tomu že obvodové stěny vrchní stavby lícují s obvodem hrubé spodní stavby, nebo uskakují dovnitř za obrysovou hranu spodní stavby. Doporučený detail ze zahraniční literatury přitom doporučuje aby vrchní stavba po obvodě přečnívala alespoň o 20 mm přes obrys dokončené spodní stavby. Při dokončování nadzemní části stěn spodní stavby pak často dochází k tomu že se stavební firma pokouší eliminovat tento z hlediska zatékání srážkové vody pod dřevěnou konstrukci nebezpečný detail provedením jakési šikmé římsy. Styková spára vzhledem ke zcela odlišné teplotní a vlhkostní dilataci materiálů na bázi dřeva a keramického obkladu nemůže být spolehlivě a bezpečně utěsněna ani trvale pružným silikonovým tmelem, natož běžnou spárovací hmotou na bázi cementu. Vzniklými mikrotrhlinami v průběhu prakticky každého roku pak dlouhodobě zatéká do stykoví spáry mezi spodní silikátovou stavbou a vrchní montovanou dřevostavbou se všemi negativními důsledky této běžné poruchy.

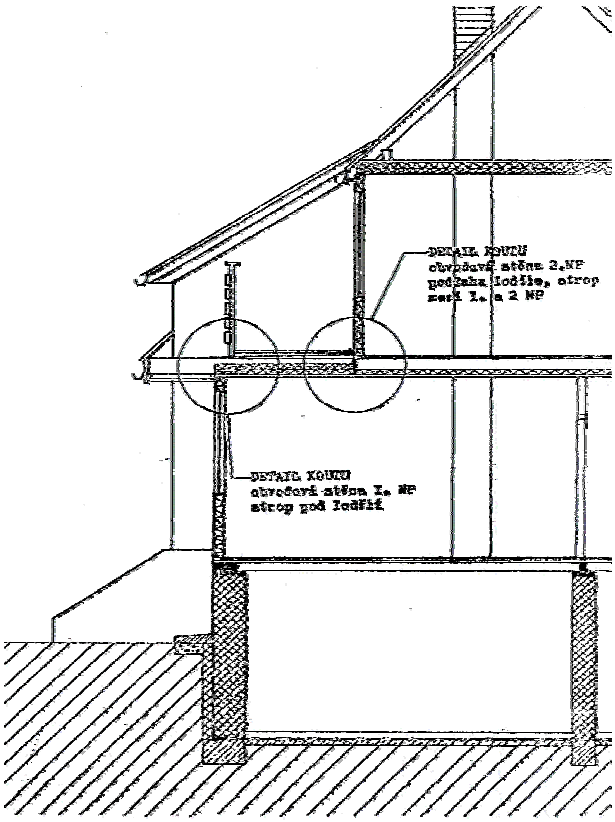
13.8.5 Detail napojení obvodové stěny 1. NP se stropní konstrukcí a obálkovými konstrukcemi zatepleného podkroví.

Tento detail, tak jak se zcela nesprávně vyskytoval v řadě dříve realizovaných montovaných rodinných domcích ze dřeva, ale i silikátových stavbách s podkrovím je znázorněn na (obr. 13-7). V tomto případě pak docházelo k významné degradaci teplotního pole ve vodorovných koutech 1. NP u stropu a k zafukování chladného vnějšího vzduchu z odvětrané římsy pod podlahovou konstrukce 2. NP. Při navrhování a provádění uvedeného detailu si musíme uvědomit, že v části mezi svislými obálkovými konstrukcemi 1. a 2. NP se jedná o stropní konstrukci pod nevytápěným půdním prostorem kde bude mikroklima vnitřního prostředí v půdním prostoru zhruba odpovídat teplotě a relativní vlhkosti vnějšího vzduchu. Tomu také musí odpovídat skladba a provedení této části stropní konstrukce. Platí zde již dříve uvedené požadavky na aplikaci tepelné izolace tak aby vytěsňovala prostor mezi stropními trámy. V místě kde stropní konstrukce pod nevytápěným půdním prostředím přechází do konstrukce stropu mezi vytápěnými místnostmi 1. NP a podkroví musí být tato konstrukce vzduchotěsně uzavřena. V opačném případě bude docházet na straně tlaku větru k exfiltraci chladného vnějšího vzduchu do dutiny stropu a tím k nežádoucímu prochlazování této konstrukce a na straně sání větru k infiltraci teplého vlhkého vzduchu do tepelné izolace stropu pod půdním prostorem. Pokud je v tomto půdním prostotu realizována podlaha

z některých konstrukčních desek na bázi dřeva aby mohl být tento prostor užíván jako odkládací dochází často i kondenzaci vodní páry na spodní straně použitých konstrukčních desek a k tvorbě plísní. Proto je nezbytné skladbu stropní konstrukce v uvedeném místě, včetně přechodových částí prověřit z hlediska difúze a kondenzace vodní páry. Aby provedené výpočtové ověření kondenzace bylo skutečným obrazem teplotních a vlhkostních poměrů v této části konstrukcí je nezbytné si uvědomit důležitost kvalitního vzduchotěsného provedení parozábrany v místech prostupu stropních trámů vrstvou parozábrany. Stejně důležité je znát difúzní parametry konstrukčních desek použitých na podlahu půdního prostoru v římsách. Těžko můžeme od výpočtu bilance zkondenzované a vypařené vodní páry dosadit tvrzení, že konstrukční materiál je za běžného použití bezpečný, když v příslušné technické dokumentaci nenajdeme potřebnou fyzikální hodnotu. Případně ji najdeme v jednotkách, které jsou pro potřeby výpočtu jen obtížně přepočítatelné, jako např. difúze vodních par zjišťovaná podle ČSN 72 7031 v $g/m^2.24$ (hod.). Projekce a prováděcí organizace by si měly při návrhu a provádění konstrukcí na bázi dřeva uvědomit, že nelze navrhnout a realizovat bezpečné a spolehlivé konstrukce z materiálů u nichž není možno bezpečně definovat některé jejich důležité fyzikální vlastnosti. Zabezpečení spolehlivosti a trvanlivosti stavby neřeší ani použití certifikovaných dílců obvodových stěn, pokud nejsou spolehlivě a bezpečně navrženy a provedeny všechny jejich návaznosti.

13.8.6 Detail osazení střešního okna do střešního pláště.

Samostatnou kapitolou je odvětrání střešního pláště, respektive problematika difúze a kondenzace vodní páry v částech střešní konstrukce, kde jsou mezi krokve osazena střešní okna, (viz obr. 13-7). Velmi dobře je tato problematika vyřešena renomovanými výrobci střešních oken v jejich montážní dokumentaci pro variantu střešního pláště s kontaktní pojistnou hydroizolací a skládanou pálenou nebo betonovou krytinou. V praxi se však setkáváme s častým nedodržováním těchto montážních předpisů. Vůbec neřešena je otázka spolehlivého odvětrání střešního pláště v místě střešního okna při použití bezkontaktních pojistných hydroizolací. Podstatně složitější je provedení odvětrání střešního pláště u krytiny z asfaltových šindelů na bednění v případech kdy střešní okno vyplňuje celý prostor mezi krokvemi. Bohužel se setkáváme i s názorem že odvětrání střešního pláště pod a nad střešním oknem do sousedních polí bude zajištěno mezerami mezi prkny střešního bednění. Špatnou funkci odvětrání v této části obálkové konstrukce objevíme až při rychlém odtávání sněhového poprašku na střešní krytině pod a nad střešním oknem. V případě větší sněhové přikrývky může dojít až k zatékání pod lem střešního

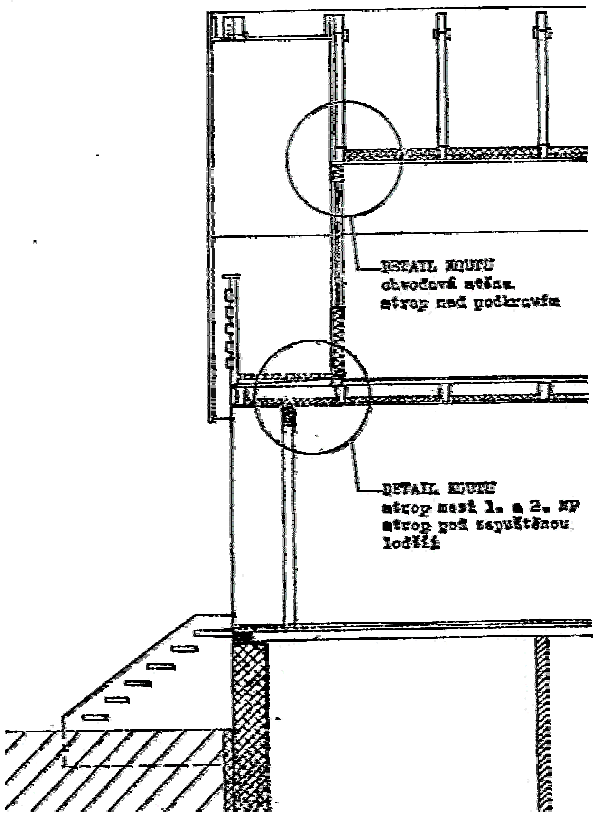


Obr. 13-8

okna odtátím sněhu nad sněhovým valem ke kterému dochází v místech kde povrchová teplota krytiny je vyšší než 0°C. Nutno zde však konstatovat, že správné provedení odvětrání střešního pláště v okolí střešního okna lze spolehlivě pochopit mnohdy až při trojrozměrném zobrazení této části konstrukce střechy.

13.8.7 Detail návaznosti vodorovné konstrukce pod zapuštěnou lodžií v zářezu střechy na obvodové stěny v 1. a 2. NP.

Zapuštěná lodžie do zářezu střechy nad obytnou místností 1. NP, (viz obr. 13-8) je z hlediska řešení spolehlivosti a trvanlivosti obálkových konstrukcí na bázi dřeva tím nejnebezpečnějším architektonickým prvkem. V prvé řadě musíme umět spolehlivě vyřešit odvětrání ploché střešní konstrukce nad obytnou místností 1. NP, která je zároveň pochůznou střechou. Dále je nutno spolehlivě a vzduchotěsně oddělit prostor odvětrané střešní konstrukce od neodvětrané dutiny stropu mezi vytápěnými místnostmi. Dále je třeba spolehlivě navrhnout a provést prostupy sloupků zábradlí přes hydroizolační vrstvu podlahy lodžie tak aby nedocházelo k zatékání srážkové vody a tajícího sněhu do konstrukce. Odvětranou konstrukci ploché střechy nelze v tomto případě spolehlivě vyřešit bez napojení odvětrávané vzduchové mezery pod lodžií s odvětranou vzduchovou mezerou lodžiové stěny v 2. NP. Problematickou však vždy zůstane partie v místě osazení balkónových dveří. Zároveň si musíme uvědomit, že výška skladby konstrukce mezi obytnou místností v 1. NP a lodžií při zabezpečení dostatečné tloušťky tepelně izolační vrstvy a vhodného spádu podlahy na lodžii bude podstatně vyšší než odpovídá skladbě stropní konstrukce uvnitř objektu. Také přechod stropních trámů z teplého prostředí stropu do chladného prostředí odvětrávaní střechy je z hlediska možného výskytu plísní a dřevokazných hub rizikovým místem. Prostupy kotvení zábradlí přes hydroizolaci lodžie je nutno také považovat za rizikové místo z hlediska spolehlivosti a trvanlivosti těchto částí konstrukcí stavby na bázi dřeva. Stojí proto za zvážení zda je nutné z hlediska užívání stavby řešit možnost občasného posezení venku zhruba 3 m nad zahradou právě tímto způsobem. Není li jasno jak bude tato část konstrukcí spolehlivě vyřešena je spolehlivější od ní již v architektonické studii daného objektu ustoupit. Nehledě na to že není zrovna příjemné každé ráno v zimně vstát a jít odhrnovat sníh z lodžie před ložnicí, aby nám nezatékalo balkónovými dveřmi do bytu.



Obr. 13-9

13.8.8 Detail napojení štítových stěn v 1. a 2. NP a stropu pod zapuštěnou lodžií.

I zde je nutno část stropní konstrukce nad 1. NP řešit jako dvouplášťovou

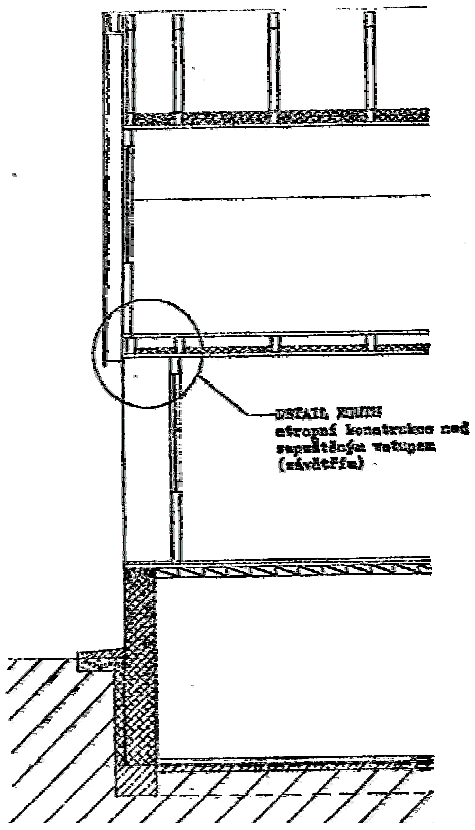
odvětranou plochou střešní konstrukci, (viz obr. 13-9). U zapuštěné lodžie ve štítě však můžeme poměrně spolehlivě odvětrat tuto konstrukci ze římsy na straně tlaku převládajících větrů do římsy na straně sání. Stejně je ale nutno si uvědomit, že zatím co odvětrání střešního pláště nebo obvodové stěny funguje i ve stavu bezvětří na základě komínového tahu daného rozdílem výšek nasávacích a výpustných otvorů. Pod podlahou lodžie bude odvětraná mezera provětrávána pouze při určité rychlosti větru. To znamená že po dobu bezvětří bude v konstrukci zvýšené riziko výskytu kondenzace vodní páry se všemi negativními důsledky. I u tohoto detailu architektonického řešení stavby je však třeba řešit všechny ostatní shodné problémy jako u lodžie v zářezu střechy, viz předchozí odstavec. Ukotvení zábradlí je v tomto případě výhodnější řešit speciálními kotvami upevněnými vně prostoru lodžie do uzávěru trámů.

13.8.9 Detail napojení štítové stěny na konstrukci stropu nad obytným podkrovím.

I u tohoto detailu, (viz obr. 13-9) tvoří masivní hambalek spolu s nadokenním a nadedveřním překladem významný tepelný post jehož tepelný odpor bude podstatně nižší než tepelný odpor stěny v místě izolace. Proto i zde je stejně jako u napojení štítové stěny na krokve vhodnější řešit umístění štítové stěny tak aby tepelně izolační vrstva, respektive celá konstrukce štítové stěny probíhala vně a nad úroveň hambalku. Nevhodná poloha masivních dřevěných konstrukčních prvků ve svislých a vodorovných koutech místností vždy svědčí o tom že se projektant správným řešením těchto konstrukcí z hlediska stavební tepelné techniky vůbec nezabýval a že tyto detaily nebyly vyšetřeny pomocí dvojrozměrného teplotního pole z hlediska zabezpečení povrchových teplot nad rosným bodem a mimo oblast rizika výskytu plísní. To že k závažným problémům u takto nevhodně řešených styků konstrukcí zatím nedochází je, jak už bylo vzpomenuto dáno zpravidla skutečností, že relativní vlhkost vnitřního prostředí při ústředním vytápění v zimním období je obvykle nižší než 60%. Pokud ale není v těchto místech provedeno spolehlivě vzduchotěsné napojení vrstev parozábrany, může teplý a vlhký vzduch z vnitřního prostředí pronikat netěsnostmi mezi jednotlivými konstrukčními prvky ze dřeva dál do konstrukce a zkondenzovat v jiném nedostupném a nekontrolovatelném místě.

13.8.10 Detail stropní konstrukce nad zapuštěným vstupem, závětřím.

Jedním z hlavních rizikových detailů je i detail stropní konstrukce nad zapuštěným vstupem, respektive závětřím, (viz obr. 13-10). Stropní konstrukce nad zapuštěným vstupem by měla mít vždy parametry stropu, respektive podlahy nad nevytápěným prostorem, což znamená



Obr. 13-10

shodný tepelný odpor jako střecha plochá se sklonem do 5°, s tím že se zde jedná o tepelný a difúzní tok shora dolu. Pokud je zapuštěna například celá štítová stěna 1. NP lze to řešit odlišnou skladbou stropních dílců tak aby bylo možno napojit parozábranu vnější obvodové stěny 1. NP ve styku stropních dílců na parozábranu podlahy nad nevytápěným prostředím, která musí být umístěna co nejblíže k povrchu podlahy v 2. NP. Pokud je ale zapuštěný vstup vymezen obvodovými stěnami jak ve směru rovnoběžném z dveřním křídlem tak i ve směru kolmém na dveřní křídlo bude třeba pomocí výměn přerušit v tomto místě stropní konstrukci mezi vytápěnými prostory a nad zapuštěným vstupem zhotovit vyhovující vodorovnou konstrukci.

13.9 Poučení z vad a poruch dřevostaveb

Na závěr lze pouze konstatovat, že spolehlivá a bezpečná řešení stavebních konstrukcí a staveb na bázi dřeva, včetně důležitých stavebních detailů nelze navrhovat bez dostatečných znalostí nauky o dřevě a některých fyzikálních zákonů. Pokud není projektant a dodavatel stavebních prací stavebními předpisy a zákony nucen předložit ke stavebnímu povolení a ani investorovi spolehlivě vyřešené a posouzené detaily dodávaných konstrukcí a staveb posouzených z hlediska všech aspektů stavební fyziky je riziko výskytu vad a poruch dřevěných staveb, ale i dřevěných konstrukcí v silikátových stavbách značné.



Obr. 13-11 Sednutí tepelné izolace z recyklovaného papíru mezi krokvemi z důvodu kondenzace vodních par (po 2 letech)



F 13-12 Kondenzace vodních par a napadení dřeva kleštiny ve stropní konstrukci z důvodu parozábrany přetažené přes horní hranu krokve (asi po 3 měsících od počátku užívání stavby)



F 13-13 Parozábrana ve stěně dřevěného rodinného domku poškozená při instalaci rozvodů topení´



Obr. 13-14 Plísně na ostění střešního okna z důvodu chybějící tepelné izolace, povrchová úprava poškozená kondenzátem stékajícím ze skla (po roce užívání stavby)

14 Vysušování a opravy dřevostaveb po povodních

Jak zachránit dřevěné konstrukce a stavební výrobky ze dřeva v obytných domech postižených záplavami? U „léčení“ stavebních konstrukcí ze dřeva po takovýchto katastrofách nemáme dost zkušeností. Co poradit těm, kteří přišli o všechno vybavení domácnosti? Všechno co bylo pod vodou vyhodit a spálit? Bude dost peněz na nové? Pokusit se o záchranu? Bude záchrana úspěšná? Objeví se dodatečně komplikace, které bylo možno předpokládat? Rozhodnutí o likvidaci je to nejjednodušší. Všechno co je ze dřeva vybourat a spálit, nebo odvést na skládku.

Chceme-li se pokusit o záchranu, musíme klást další otázky. Jsou desítky variant konstrukčního řečení podlah, dveří, oken, dřevěných schodišť, stropů a krovů. Co bylo zaplaveno? Byla voda v domě jen po kolena? Byla pod vodou celé přízemí, nebo celý dům? Je krov volně přístupný na větrané půdě, nebo je uzavřen v zatepleném obytném podkroví? Zatopila voda dům postupně, nebo přišla přívalová vlna a došlo i ke statickému narušení nosných konstrukcí? Univerzální řešení neexistuje.

Nejdříve musí dům posoudit statik. U staticky narušeného domu rozhodne, zda je třeba dům strhnout nebo zda je možné jej opravit. Pokud se stavba nemusí bourat, můžeme uvažovat o možnostech záchrany dřevěných konstrukcí a vybavení ze dřeva.

V podstatě existují dva způsoby ochrany dřeva. Kulatinu na skladech pilařských závodů doporučuje literatura skladovat ve vodě, nebo sprchovat. To je tak zvaná mokrá ochrana dřeva. Dřevo s vlhkostí nad 80 % je přirozeně chráněno proti dřevokazným plísním a houbám. Po rozmanipulování dřeva na řezivo se na skladech řezivo ukládá proložené prokladky do hrání uložených min. 30 cm nad zemí tak, aby kolem všech čtyř stran každého prkna, desky, nebo trámu mohl volně proudit vzduch. Naši předkové neznali žádné sušárny a přesto se stavělo více ze dřeva než dnes; tyto stavby vydržely několik generací. Staří truhlářští mistři měli řezivo na kvalitní výrobky uloženo na skladech i řadu let. Někdy dřevo proložené otcem zpracovával až syn. V současném teplém a větrném období roku lze předpokládat, že dřevěné konstrukce, které budou dostatečně provětrávány, vyschnou během zhruba dvou až třech měsíců. To však platí o zcela přístupných a obnažených dřevěných konstrukcích bez povrchových úprav a nátěrů, které vysychání zpomalují.

Hmotnostní vlhkost dřeva pro stavební konstrukce je doporučena max. 18 %. Jedná se zároveň o tak zvanou suchou ochranu dřeva. Pro okna, dveře a podlahové konstrukce je doporučená hmotnostní vlhkost 8 až 12%. To proto, aby nedocházelo při jejich sesychání v teplém a suchém prostředí interiéru bytu k tvorbě výsušných trhlin a uvolnění spojů.

Pozor: zdivo zaplavené stavby bude vysychat několik let. To znamená, že relativní vlhkost vnitřního vzduchu ve vyplavených stavbách bude v uzavřené stavbě značně vysoká, i nad 80%, což je ideální prostředí pro tvorbu plísní. Dřevěné konstrukce budou mít možnost vlhnout zejména v místech styku s mokrým zdivem vlivem značné nasákavosti dřeva. Navíc budou mít snahu vyrovnat svoji hmotnostní vlhkost se stavem vnitřního prostředí a dosáhnout vlivem navlhavosti, tedy adsorpce vodní páry, tak zvané rovnovážné vlhkosti. Pro ilustraci uvádíme, že rovnovážná vlhkost u většiny druhů jehličnatého dřeva při normálních teplotních a vlhkostních podmínkách v obytných prostorech (teplota vnitřního vzduchu 20°C a relativní vlhkost vzduchu 60% až 65%) je průměrně 11% až 12%. Musíme tedy spolu s vysoušením zdiva větrat a větrat !

Největší nebezpečí napadení dřeva dřevokaznými plísněmi a houbami je všude tam, kde jsou prvky dřevěných konstrukcí uloženy na zdivu nebo ve zdivu a tam, kde jsou uzavřeny v dutinách a dřevo nemůže snadno a rychle vysychat. Naše prababičky měly ve zvyku drhnout prkennou podlahu mýdlem a rýžovým kartáčem, a přesto podlaha vydržela léta i bez

impregnačních a ochranných nátěrů, tedy hlavně bez nátěrů, které brání rychlému vysychání dřeva. Naši předkové ze zkušenosti věděli, že nesmí podlahu promáčet tak, aby voda z vylitého škopku zatekla pod podlahu, kde nemůže vyschnout. Také je ani nenapadlo, že by na prkennou podlahu položili linoleum, nebo dokonce PVC. Mýdlová voda z terpentýnovým mýdlem (tedy desinfekčním prostředkem) se nabrala kartáčem a rychle se vytvořila drhnutím pěna. Ta se pak stírala z čisté podlahy vyždímaným hadrem. Voda, respektive čistá voda, dřevu nevadí. Vadí mu ale dlouhotrvající vlhko. V povodněmi postižených stavbách ale máme na podlaze bahno a podloží je také určitě nasáklé vodou s řadou splavených organických látek a mikroorganizmů.

14.1 Kde začít?

V prvé ředě důrazně upozorňujeme, že pro používání impregnačních látek na dřevo a provádění ochrany dřeva chemickými ochrannými prostředky platí velmi přísné předpisy a proto by tyto práce měly provádět firmy, které k tomu mají oprávnění. V následujícím textu uvedené informace o provedení impregnace jsou myšleny jako sdělení, co by u dřevěných konstrukcí zabudovaných ve stavbě mělo být preventivně impregnováno. Odborná firma by měla také zajistit přípustný způsob likvidace zbytků těchto chemických látek a jejich obalů.

Nejdůležitější ochranou dřevěných konstrukcí je zajištění takového stavu, aby mohly při krátkodobém namočení, například zmoknutím, nebo při zatečení vody do konstrukce tyto snadno a rychle vyschnout. Nejdéle vydrží ty stavební a konstrukční prvky ze dřeva, které mohou ve stavbě „dýchat“. Mluvíme pak o tzv. konstrukční ochraně dřeva. Dřevěné konstrukce by také neměly být dlouhodobě v přímém styku se zemí, ale ani s betonem, nebo zdivem.

14.2 Nábytek

Nábytek z dýhované nebo laminované dřevotřísky budeme muset vyhodit. Desky se vlivem nadměrné vlhkosti na hranách rozlupují. Voda plná bahna a mikroorganizmů hranami nasákla do desek, které už teď budou citelně zapáchat. Jiná je situace u masivního nábytku ze smrkového, borového, modřínového, nebo dubového dřeva. Nábytek, jako skříňky, židle, stoly a postele s nočními stolky, vyneseme na dvůr. Vystříkáme tlakovou vodou. Nejlépe použít WAP a nečistoty smýt horkou vodou pod vysokým tlakem. Vyndáme zásuvky a police. Pokud se nábytek rozklížil, rozebereme jej na jednotlivé díly. Vše omyjeme vodou se saponátem, případně osvědčenou mýdlovou vodou a kartáčem. V tomto případě nevadí, že znehodnotíme lak. Čím dříve bude odstraněn, tím lépe bude dřevo vysychat. Staré emailové barvy co nejdříve opálíme a oškrábeme. Vše znovu opláchneme. Jednotlivé díly uložíme do hrání. Na zem postavíme do roviny několik cihelných bloků výšky asi 30 cm. Na takto připravené podstavce položíme pásek asfaltové lepenky, aby vlhkost ze země nevzlínala do spodní partie uložených dřevěných dílců. Na lepenku položíme první prokladky rozměru asi střešní latě (3 x 5 cm), a postupně prokládáme další dílce. Krajní prokladky by měly být co nejblíže k čelním hranám dílců. Do hráně ukládáme nejdříve delší dílce a postupně dílce kratší. Je třeba mít na pamětí, že ve stejném místě, kde budou podloženy kratší dílce, musí být prokladky i mezi dílci dlouhými. Prokladky musí být co nejlépe umístěny nad sebou v jedné přímce. Zatížení spodních dlouhých dílců horními krátkými bez jejich podložení by mohlo způsobit jejich značný průhyb a dílce by po vyschnutí zůstaly prohnuté. Pokud zůstaly skříňky, stoly a židle celé, zatlučeme do nožiček a soklů zespodu silné krátké hřebíky, nejlépe s velkou hlavou, tzv. lepenáče, tak aby asi 1 cm vyčnívaly. Po omytí, vyčištění a odstranění

starého laku je postavíme na hlavičky hřebíků na podložkách např. z cihel tak, aby se nohy a podstavce ničeho nedotýkaly a mohly řádně vyschnout. Dvířka skříněk samozřejmě necháme otevřená.

U dřevěného nábytku nic nemusí být ztraceno. Šikovný truhlář dovede dobře proschlé díly znovu opravit a sestavit z nich funkční nábytek. V podstatě už více jak deset let objíždějí zástupci specializovaných firem naše vesnice a od obyvatel za pár korun vykupují staré prádelníky, poličky, stoly a židle, kuchyňské kredence a celé ložnice s postelemi a skříněmi, i když jsou částečně poničené červotočem. Z tohoto nábytku pak na dílnách louhem odstraní staré nátěry. Vadná místa vyspraví. Za vadné díly vyrobí repliku. Opravený nábytek pak napustí včelím voskem a odvezou k sousedům do Německa. Tam se tento nábytek prodává za drahé peníze jako repliky selského nábytku.

14.3 Podlaha

Koberce, linolea a různé PVC podlahové krytiny a plovoucí podlahoviny z laminovaných třískových a vláknitých desek budou už asi dávno vyhozeny na skládce. Pokud ne, učiníme tak co nejdříve. Vlastní PVC krytina nebude povodní výrazně poškozená. V žádném případě však tyto krytiny nebudeme moci do promáčeného domu několik let použít. Podloží nebo suterén budou vysychat dlouho a při použití zmíněných krytin by se pod nimi vytvořilo prostředí vhodné pro růst plísní. Pokud jsme měli na betonové mazanině dubové parkety, jsou asi z větší části odlepené a značné vyduté. Dub je však jediná naše dřevina, která má nejvyšší přirozenou odolnost proti plísním a houbám. Pokud na spodní ploše parketových vlysů s pérem a drážkou není patrný výskyt mycelia dřevokazných hub, (jemné bílé vlásky až provazce) nebo není dřevo jinak destruováno, že by je bylo možno odlupovat nehtem nebo rozdrtit mezi prsty, je možno je za určitých podmínek použít znovu. Takovéto již napadené parketové vlysy samozřejmě spálíme, nebo vyvezeme na skládku. Zdravé vlysy rozebereme. Vydrhneme kartáčem a horkou vodou se saponátem nebo mýdlem a omyjeme čistou vodou. Vlysy pak vyrovnáme do hrání tak, že první vrstvu vlysů uložíme na suchou podložku na proklady, (třeba na starou přepravní paletu) drážkami dolu s mezerami mezi vlysy na palec a prsty ruky tak že vytvoříme čtverec. Další vrstvu pokládáme křížem opět na hranu drážkami dolů. Na jedné paletě můžeme takto sestavit minimálně čtyři sloupky. Skládku zakryjeme další paletou, na kterou položíme kus starého linolea, lepenky, nebo PVC s přesahem, tak aby dešťová voda co nejméně zatékala na vysoušené vlysy. Provizorní krytinu pak zatížíme kameny, aby ji vítr neshazoval.

Podkladní vrstvy, jako je betonová mazanina a v mnoha případech tzv. škvárobeton, vykopeme až na hydroizolační podložku. Obvykle se dříve používala asfaltová lepenka s papírovou nebo textilní nosnou vrstvou. Ta bude také znehodnocena vodou. Odstraníme ji a tím umožníme rychlejší a snadnější vysychání podloží domu. V tuto chvíli neřešme, jakou podlahu pak ve svém domku zhotovíme. Ještě dlouho musí vysychat. Dnes již existují suché systémy podlah do vodou zatopených domů. Určitě nám budou v brzké době nabídnuty od různých výrobců a dodavatelských firem. V každém případě bude nejlepší pokládat podlahu až příští rok v létě. Součástí pokládky jakékoliv podlahy ze dřeva musí bezpodmínečně být měření vlhkosti podkladního betonu.

Pokud byla na podlaze v přízemí prkna nebo palubky na polštářích, podlahu rozebereme. Palubky a prkna se dobře uvolňují tzv. „S“ hákem (zahnuté železo s rukojetí a kovanou ohnutou špičkou s klínovým zářezem pro vytahování hřebíků). Prkna a polštáře prohlédneme především na spodní straně a pokud na nich nalezneme známky napadení dřevokaznými houbami (viz výše), vyhodíme je nebo spálíme. V opačném případě budeme postupovat jako

u masivního nábytku. Omýt, vydrhnout, proložit do hrání a nechat uschnout. Zatím není důležité zda je znovu použijeme do podlahy, nebo zvolíme pro podlahovou konstrukci něco modernějšího. Určitě se nám budou hodit pro stavbu nebo opravu kůlny, přístřešku na nářadí, králíkárny, případně pro stavbu lešení, až budeme provádět nové omítky. Škvárový násyp nebo tepelná izolace mezi polštáři budou znehodnoceny kalnou vodou a bude jej nutno odstranit. Podobně na tom bude podkladní hydroizolace. Pokud již není provedena celoplošně z kvalitních materiálů a není zatažena pod obvodové a vnitřní zdivo, tak ji rovněž odstraníme.

Dalším krokem, který musíme provést, je odstranění omítky ze stěn do výšky nejméně jeden metr nad úroveň, kam až sahala záplavová voda, a to z vnitřní i vnější strany. Dále je nutno vyškrábat ze spár mezi cihlami alespoň 1 až 2 cm malty. Dobře se to provádí tesařskou skobou, neboli kramlí. Zdivo se pak omyje kartáčem horkou vodou se SAVEM.

14.4 Dveře

Dveřní křídla z různých vláknitých a tenkých třískových desek s povrchovou úpravou laky, laminací nebo melaminovými fóliemi nalepenými na subtilní dřevěný rámeček, s výplní z papírové voštiny, bude asi nutno vyhodit. U masivních rámových dveří s výplněmi můžeme postupovat jako u masivního nábytku. Vysadit, omýt tlakovou vodou, nejlépe WAP. Vydrhnout kartáčem a horkou vodou se saponátem nebo mýdlem a opláchnout. Odstranit kliky, demontovat zámky a vysušit. Starší typy zámků byly rozebírací. Rozebereme je, vytřeme a opatříme novou vazelínou. Novější typy zámků, které nejsou rozebíratelné, se pokusíme vystříkat čistou tlakovou vodou a po vyschnutí do nich vstříkneme nějaký konzervační nebo mazací přípravek ve spreji. Závěsy (panty) vytřeme do sucha a naneseme do nich pomocí dřevěné třísky vazelínu. Pokud se nám podaří co nejdřív odstranit z křídel starou barvu, jen jim to prospěje. Stejně se časem oloupe. Jejím odstraněním se zkrátí doba vysychání dřeva a riziko napadení plísněmi a houbami se minimalizuje. Pokud se křídla rozklíží, nic se neděje. Dají se opravit. Hlavně musí vyschnout. Potom se rozrazí, spoje se vyklínují a křídla se znovu slepí. Jestliže došlo k tomu, že se křídla působením vody zkroutila do tzv. vrtule, nebo jinak prohnula, pokusíme se je narovnat. Kdo si někdy stavěl loď, ví že kýlová lišta z jasanu, nebo javoru se na špičkách postupně namáčela a pomocí truhlářských svorek přitahovala ke korpusu lodě. Stejným způsobem se můžeme pokusit narovnat i zkroucená dveřní křídla z masivního dřeva. Křídla položíme na rovnou podložku. V místech, kde se rohy ohýbají k zemi, je podložíme cihelnými bloky a dřevěnými podklady. Opačné rohy, které se ohýbají vzhůru, zatížíme postupně rovnoměrně cihlami ukládanými na dřevěné podkladky (kousky širšího prkna). Křídla pravidelně namáčíme hlavně na horní straně vodou pomocí houby, nebo je prostě kropíme vodní mlhou z hadice a přitěžujeme je tak dlouho, až se mírně prohnou nebo zkroutí obráceným směrem. Potom je necháme v tomto stavu vyschnout. Má li někdo v okolí truhlářský ponk nebo velký pracovní stůl, můžeme křídla tímto způsobem přitahovat k podložce pomocí truhlářských svěrek.

Ocelovým zárubním voda asi moc neublížila. Budou ale korodovat zevnitř od ostění zdiva a časem proreznou až na povrch. Proces rezivění prahů automobilů asi zná každý. Zvenku je barva v pořádku a najednou je v prahu díra. Bude proto možná lepší zárubně ze zdi uvolnit a z vnitřní strany natřít některým antikorozním nátěrem bez nutnosti broušení a odrazování. Antikorozních nátěrů je na trhu dostatek. Při jejich použití se řídíme návody výrobce. Ve specializovaných prodejnách barev a laků nám rádi také poradí. Zárubně můžeme osadit až zdivo vyschne a budou se obnovovat omítky, a až budeme vědět jak vysoko bude nová podlaha, abychom kvůli centimetrové nepřesnosti nemuseli podřezávat dveřní křídla. U dřevěných zárubní je to trochu horší. Moderní obložkové zárubně z dýhovaných nebo

laminovaných třískových desek bude nutno demontovat, pokud už sami neodpadly, a vyhodit. Obložkové zárubně z masivního dřeva bude vhodné rozebrat i za cenu zničení obložky ze strany, kde nejsou osazeny dveřní závěsy (panty), a ošetřit je stejně jako křídla. Pokud je necháme zabudované ve zdivu, budou po celou dobu vysoušení zdiva ohrožovány nadměrnou vlhkostí a vystaveny nebezpečí tvorby plísní na vnitřní straně přiléhající k ostění zdiva. Při jejich demontáži navíc máme možnost je po vyschnutí podobně jako ocelové zárubně opatřit na straně k ostění vhodným a účinným impregnačním nátěrem.

Dalším možným případem je, že jsou v objektu, který byl zaplaven vodou, ještě původní tesařské zárubně obložené ze tří stran většinou ozdobným deštěním. Deštění v každém případě demontujeme. Nelze zaručit, že se je podaří sejmout nepoškozené. Pokud ano, pokusíme se je očistit podobně jako dveřní křídla. Tesařská zárubeň bude patrně zaházena do zdiva maltou. Pokusíme se po obvodě zárubně maltu ze spáry mezi zdivem a zárubní odstranit, tj. vyškrábat tesařskou skobou (kramlí), aby mohl vzduch ke všem plochám dřevěných prvků zárubně. Také je možno odstranit jen část malty tak, aby mezi zárubní a ostěním zdiva bylo možno prostrčit starou pilku na dřevo, např. tzv. zlodějku, a maltu prostě ze spáry vyřezat. Proti vypadnutí zajišťujeme zárubeň vyklínováním ve zdivu protisměrně zasunutými klínky. Nesmíme zapomenout na spodní čela sloupků zárubně a pokusit se je očistit od malty, nebo nadzvednout pomocí klínků nad uložení na základovém prahu, aby čela měla možnost řádně vysychat. Často bývají v této partii právě sloupky tesařských zárubní už uhnilé. Pokud ano, odřízneme sloupek až do vzdálenosti cca 50 cm nad vyhnilé místo a provizorně jej podložíme nějakou latí. Do styku latě se zárubní vložíme pás izolační asfaltové lepenky, aby vlhkost z podloží nevzlínala až do sloupku zárubně. Zárubeň omyjeme horkou vodou se saponátem nebo mýdlem a opatříme co nejdříve nátěrem vhodné impregnační látky. Do spáry mezi zdivo a zárubeň impregnační látku nastříkáme pomocí třeba malého zahradního postřikovače s ruční pumpičkou. Při použití impregnačních látek se řídíme prováděcími a bezpečnostními předpisy výrobce. Ze zákona je výrobce povinen takové návody a pokyny mít a distribuovat. Poškozené a plísněmi a houbami znehodnocené kousky dřeva v žádném případě nenecháme volně povalovat uvnitř stavby ani v jejím nejbližším okolí. Co nejdříve je odvezeme na skládku nebo spálíme. Vlastní opravu zárubní po jejich vyschnutí svěříme raději odborníkovi.

14.5 Okna

Pokud byla stavba zaplavena pod úroveň parapetů, budou okna ohrožována pouze vzlínající vlhkostí ve zdivu. Abychom zabránili navlhání okenních rámů případně špalet, bude třeba osekat omítku z ostění oken, a to zevnitř i zvenku. Potom bude dobré uvolnit spáry mezi okenními rámy a ostěním. Pokusíme se odstranit zbytky malty z této spáry. Odstraníme i různé těsnící provazce nebo izolační pěnu. Ideální je, pokud přes spáru mezi okenním rámem bude tak zvaně vidět. Volně proudící vzduch pak zamezí nadměrnému navlhání okenních rámů, případně urychlí jejich vysychání v případě, že již navlhly. Pokud došlo k uvolnění kotvení oken, provizorně je zajistíme vyklínováním asi 5 až 10 cm od rohů okenních rámů.

U oken, která byla v době záplavy pod hladinou, musíme spáru mezi rámem okna a ostěním uvolnit bezpodmínečně (viz předchozí odstavec). Nejlepší bude okna demontovat, očistit a ošetřit je stejně jako dveřní křídla a zárubně. Pokud to není z jakýchkoliv důvodů možné, vysadíme a omyjeme alespoň okenní křídla. Demontujeme okenní jazýčkové a tyčové uzávěry a po očištění je ošetříme vazelínou. U takzvaných Eurooken s celoobvodovým kováním si vyčištění a promazání kování necháme provést raději od některého jejich výrobce. Pokud jsme nedemontovali celá okna, omyjeme po uvolnění spáry mezi rámem a ostěním

tlakovou vodou a kartáčem a horkou vodou se saponátem nebo mýdlem okenní rámy, nebo celé špaletové rámy ve zdivu. Co nejdřív odstraníme z rámů i křídel staré nátěry. Po promazání okenních závěsů okenní křídla nasadíme do rámů a snažíme se je ponechat pokud možno otevřená. Proti poškození průvanem můžeme například do horní hrany okenních křídel upevnit lať a tím okna zajistit v pootevřené pozici.

Paradoxem je, že na osluněné straně domu budou vnější povrchy okenních rámu a křídel vysychat podstatně rychleji a okenní rámy a rámy křídel se mohou začít kroutit, respektive prohýbat. Zamezit tomu můžeme tím, že vnější plochy rámů a křídel vystavené přímému sálání slunce pravidelně navlhčujeme vodou pomocí houby nebo štětce. To je jeden z neduhů dřeva: pokud vysychá na jedné straně rychleji než na druhé, začne se ohýbat a kroutit. U dřevěných součástí, které již máme proloženy ve hráních, může k takovémuto kroucení docházet u dílců uložených na vrchu a přímo vystavených slunečnímu svitu. Dá se tomu zabránit jejich zastíněním nebo pravidelným převracením nahoře uložených dílců nábytku, dveřních křídel apod.

14.6 Stropní konstrukce

I zde je rozhodující, zda stropní konstrukce byla, či nebyla zaplavena vodou. Pokud dřevěný strop při povodni zaplaven nebyl, jsou přesto značně ohrožena vlhkostí zhlaví stropních trámů uložená v promáčeném zdivu. Ve všech starších knihách o stavitelství je zobrazováno uložení stropních a vazných trámů do volných větraných kapes na impregnované nebo dubové podložce. I v současně platné ČSN 73 3150 Tesařské práce stavební je uvedeno, cituji:

„Nosné dřevěné konstrukce (stropnice, vazné trámy apod.) nesmějí být do zdiva těsně zazdívány. Uložení se provede do kapsy, jejíž rozměry jsou takové, aby kolem celého zhlaví byla nejméně 5 cm široká vzduchová mezera a konstrukce se uloží na podložku. Podložka musí být nejméně 2,4 cm tlustá a přesahovat zhlaví na všechny strany nejméně 3 cm. Podložka i zhlaví musejí být řádně impregnovány proti vlhku. Jiné úpravy, např. obalení lepenkou a těsné dozdění nebo dobetonování nejsou dovoleny“.

Bohužel, řada stavebních firem toto ustanovení ČSN nedodržovala. Nezbývá nám než rozebrat na půdě stropní záklop v šířce asi 60 až 80 cm od obvodových zdí. Pokud je ve stropě např. škvárový násyp nebo jiná izolace, musíme ji zhruba ve stejné šířce odstranit a zkontrolovat, zda uložení zhlaví odpovídá výše uvedenému předpisu. Jestliže tomu tak není, snažíme se v maximální míře upravit uložení stropních trámů tak, aby odpovídalo výše citované ČSN. Těžko ovšem zkontrolujeme, zda je v jednotlivých kapsách dostatečná mezera mezi čelem trámu a obvodovým zdivem. Nejlepším řešením by bylo zdivo v místě kapes pro uložení trámů zvenku odbourat tak, aby se čela trámů obnažila. Umožní nám to také snadno provést dodatečnou impregnaci čel a zhlaví trámů v místě uložení. Použijeme k tomu třeba již vzpomínaný zahradní postřikovač. Pozor! Tuto „operaci“ však raději předem případ od případu zkonzultujeme s odbornou firmou. V nejhorším případě bude vhodné provrtat zvenku do kapsy několik otvorů, nebo odstranit maltu ze svislých spár mezi cihlami tak, aby mohl v kapse volně proudit vzduch a její vysychání se maximálně urychlilo. Podobně musíme zkontrolovat osazení stropních trámů ve štítech. Trámy nesmějí být zazděny do štítového zdiva. Mezi zdivem a stropním trámem musí být mezera min. 5 cm. Pokud je v této mezeře násyp nebo jiná izolace, doporučujeme ji dočasně odstranit, aby se zamezilo navlhání stropních trámů od promáčeného zdiva.

V případě, že byla stropní konstrukce z části nebo zcela zatopena vodou, musíme odstranit stropní podhled, případně rákos s omítkou, demontovat prkna podbití stropu a odstranit případnou zvukovou izolaci nebo zapuštěný záklop se zásypem, tak aby byly stropní trámy minimálně ze tří stran obnaženy. Potom provedeme bezpodmínečně všechna výše uvedená

opatření. Nakonec demontujeme v celé ploše horní záklop, respektive podlahu na půdě. Vše řádně omyjeme a „vydrhneme“, jak už bylo několikrát uvedeno. Prkna podbití a záklopu můžeme pak například uložit na prokladky na stropní trámy tak, abychom se mohli po hráních pohybovat při ošetřování konstrukce krovu.

14.7 Krov

U krovu rozlišujeme dva zásadně rozdílné stavy.

14.7.1 Podkroví bylo úplně nebo zčásti zaplaveno

Pokud byla zatopena při povodních i půda našeho domu, musíme se nejprve poradit se statikem, zda nedošlo k porušení stability krovu. Poznáme to vizuálně podle evidentně prasklých nebo vychýlených prvků. V takovémto případě bude vhodnější sejmout krytinu a krov demontovat. Tuto práci svěříme odborné tesařské firmě. Jednotlivé prvky můžeme v místě jejich spojení označit nesmytelnou barvou vždy shodnými čísly na obou prvcích. Urychlí to pak jejich opětovné sesazení. Všechny prvky omyjeme tlakovou vodou, vyčistíme kartáčem a po prohlédnutí, zda již nejsou poškozeny plísní nebo dřevokaznou houbou proložíme do hrání. Nevidíme-li žádné zjevné znaky rozkladu dřeva ani stopy po myceliu dřevokazné houby, které mohla voda odplavit, a přesto máme podezření, že krov může být napaden, lze po vyschnutí dřevěných konstrukčních prvků prověřit poklepem tupou stranou sekery, nebo kladiva, zda dřevo rezonuje, (po úderu do podezřelého, respektive kontrolovaného místa je slyšet jasný zvuk). Pokud tomu tak není, bude vhodnější obrátit se na některou specializovanou laboratoř, aby odebrala vzorky dřeva a stanovila jeho „zdravotní stav“. Po částečném oschnutí asi na hmotnostní vlhkost 25% můžeme provést opětovnou montáž krovu. Před vlastní montáží ošetříme důkladně všechna čela a spoje jednotlivých prvků, tj. osedlání, dlaby a čepy, vhodnou impregnační látkou. Pro konstrukce krovů, které mohou být i několik dnů vystaveny účinkům deště, než se je podaří zakrýt krytinou, se snažíme zásadně používat ochranné látky, které jsou po zafixování ze dřeva nevyluhovatelné. V typovém označení na obalu příslušného ochranného prostředku musí být v sestavě písmen, označujících jeho vlastnosti uvedeno malé **„n“**. Podobně provedeme předem i impregnaci té plochy pozednice, která bude v konečné sestavě ležet na zdivu nebo půdní nadezdívce. Při osazování pozednice na zdivo, dbáme aby byl uložen na zdivu nejprve pás hydroizolační lepenky v šířce o cca 2 cm (na obě strany) širší než je šířka pozednice. Zabráníme tak vzlínání vlhkosti ze zdiva do dřevěné konstrukce. Zdivo, jak už víme, bude vysychat asi dva až tři roky. V případě, že krov sestavíme z prvků s vlhkostí nad 18%, musíme počítat s tím, že v průběhu sesychání bude třeba dotahovat všechny uvolněné spoje, jako jsou např. svorníky. Případně po seschnutí dorazit i hlavičky všech hřebíků na úroveň povrchu dřevěných prvků. V žádném případě proto do konstrukce krovu nevkládáme žádnou tepelnou izolaci, ani ji neuzavíráme parozábranou a podhledem ze sádrokartonových desek dřív, dokud nevyschne celá stavba, a vlhkost všech prvků krovu neklesne pod 18 %. Při ukládání pozednice s vyšší vlhkostí je výhodné uložit ji na např. zdvojené pásky z hydroizolační lepenky např. typu IPA, které rozložíme tak, aby se nacházely vždy pod uložením krokví a pak byly mezi nimi mezery alespoň 10 cm. Usnadní se tak vysychání pozednice ze spodní strany. Vlastní zdivo např. nadezdívky, na které ukládáme konstrukce ze dřeva, musí být zbaveno nasáklé omítky. Malta ze spár musí být vyškrábána asi do hloubky 1 až 2 cm a zdivo ošetřeno vhodným protiplísňovým prostředkem. Ošetření celé konstrukce krovu vhodnou impregnací může být provedeno až po jeho sestavení. Střešní latě je vhodné naimpregnovat ještě před jejich použitím. V konečné fázi musíme zajistit účinné odvětrání vzduchu s vysokou relativní

vlhkostí v důsledku vysychání zdiva z vlastního prostoru podkroví. Podbití říms proto provedeme jen pomocí sítí bránících vlétání a hnízdění ptáků. Pokud není použita krytina s odvětranými hřebenáči nebo s prvky umožňujícími větrání pod hřebenem, zhotovíme ve štítech blízko hřebene na obou stranách několik otvorů, které zakryjeme sítí, případně necháme otevřená oka ve štítech a zakryjeme je zvenku připevněnou sítí.

Jestliže bylo podkroví zaplaveno a krov není staticky narušen, můžeme postupovat podle následujícího odstavce doplněného o některé dále uvedené operace týkající se očištění a ochrany krovu proti dřevokazným plísním a houbám. Stále však máme na mysli, že nejdůležitějším cílem ochrany je umožnit dřevěné konstrukci, aby mohla ze všech stran rychle oschnout a byla i nadále udržována v suchu s max. hmotnostní vlhkostí dřeva do 18%. Jakákoliv impregnace není samospasitelná a nemůže zabránit znehodnocení dřeva nevhodně zabudovaného, respektive „zazděného“ do zdiva.

14.7.2 Podkroví nebylo v žádném případě ani částečně zaplaveno.

V takovém případě jsou vzlínající vlhkostí z promáčeného zdiva nejvíce ohroženy pozednice a osedlání krokví. Záleží samozřejmě na výši hladiny záplavové vody a následné výši promáčení zdiva. Případně mohou být částečně ohroženy i vaznice v místech prostupů štítovými stěnami. Obdobně mohou být ohroženy i krajní dvojice krokví, pokud nejsou správně odsazeny od štítových stěn. U těchto konstrukcí se pak samozřejmě snažíme uvolnit spáru mezi dřevěným konstrukčním prvkem a zdivem tak, jako třeba u zhlaví trámů (viz výše). V každém případě nejprve zajistíme účinné provětrávání půdního prostoru. Odstraníme podbití říms a nahradíme je již vzpomínanými sítěmi. Provedeme také účinné odvětrání podkroví v obou štítových stěnách. Urychleně odstraníme z okolí pozednice všechny přizdívky a nánosy malty tak aby měl volně proudící vzduch přístup ke všem třem plochám pozednice. Pokud je pozednice správně uložena na věnci nebo na nadezdívce na pásu z hydroizolační lepenky, můžeme přistoupit k její preventivní ochraně vhodnou impregnační látkou. Není li pozednice uložena na uvedeném pásu hydroizolace a promáčení zdiva dosahuje značně vysoko, budeme muset přistoupit k nadzvednutí pozednice, aby nemohlo docházet k jejímu zahnívání ve styku s mokrým zdivem, pokud nám to její ukotvení umožní. Doporučuji tuto práci svěřit odborné firmě, a nebo ji alespoň provádět pod odborným dohledem. Pro tento účel bude vhodné sejmout krytinu, aby se konstrukce odlehčila. Předem si připravíme nejlépe dubové klíny šířky asi 6 až 8 cm a délky 15 až 20 cm s mírným stoupáním (asi 10%, tj. 1 cm výšky na 10 cm délky). S výhodou se dají použít k výrobě klínu dubové parketové vlysy. Klíny se naimpregnují máčením v roztoku impregnační látky, např. v nádobě z umělé hmoty. Doporučená doba máčení by měla být uvedena na obalu příslušné impregnace. Zbytek impregnační látky v žádném případě nevylévejte do odpadu (kanalizace). Použijte jej raději na preventivní ochranu dřevěných konstrukcí, kterým zase tolik poškození vlhkem a plísněmi nehrozí.

Dřevěné klíny postupně zarážíme oboustranně do spáry mezi zdivo a pozednici nejprve v těsném sousedství uložení krokví. To znamená, že z obou stran pozednice a z obou stran krokví po celé délce pozednice narazíme klíny asi 1 cm do spáry mezi pozednici a zdivo a potom je postupně zarážíme vždy zhruba o stejnou délku. Je to podobné, jako když utahujete matky u kola automobilu. Také nemůžete jednu matku utáhnout na doraz a potom dotahovat další matky. Pokud se nám podaří pozednici nadzdvihnout o 5 až 10 mm, bude to mít příznivý vliv na její rychlejší vysychání, respektive zabrání se tak jejímu zvlhnutí a z toho plynoucímu nebezpečí napadení dřevokaznými plísněmi nebo houbami. Pozednici pak podložíme již vzpomínanými pásky hydroizolační lepenky s mezerami cca 10 cm.

Ještě k ošetření krovu, který byl zcela zatopen vodou a není staticky narušen, tudíž jej nebylo nutno demontovat. Pokud máme již podklínovanou pozednici, omyjeme celou konstrukci tlakovou vodou. Vystříkáme i všechny naplaveniny ze spár mezi pozednicí a zdivem. Neškodí ani omytí konstrukčních prvků krovu pomocí kartáče na dlouhé tyči horkou vodou se saponátem nebo mýdlem.

Po takovém zcela neobvyklém promáčení celé stavby samozřejmě neškodí nechat celou konstrukci ošetřit vhodnou ochrannou látkou. Spóry dřevokazných hub se i v normálním období volně pohybují vzduchem. Imunita dobře navržených a provedených dřevěných konstrukcí je však vysoká. Předpokládejme ale, že imunita dřeva postiženého povodněmi bude dočasně snížena a navíc výskyt dřevokazných hub se na různých skládkách a naplaveninách podstatně zvýší. Dbejme na to abychom tak rozsáhlé „ošetření“ prováděli s maximální profesionalitou a nepoškodili jsme přírodu ještě více, než poškodila ona naše obydlí.

14.8 Střešní plášť

U střešního pláště obytného podkroví bude vhodné sejmout podhledy a obložení nadezdívky, odstranit parozábranu a vyjmout tepelnou izolaci minimálně z prostoru mezi krokvemi. Pokud nebylo podkroví zaplaveno, můžeme ponechat podhled a tepelnou izolaci na hambalcích. Co nebylo přímo znehodnoceno vodou, zejména tepelnou izolaci, palubky a obkladové desky, které se při demontáži nepoškodily, rozložíme třeba na palety na nezaplaveném stropě. Ostatní, co je vodou promáčeno, vyvezeme na skládku. Potom provedeme kontrolu a ošetření krovu podle jednoho z předcházejících návodů a pak už jen větrat a větrat. Nové zateplení podkroví v žádném případě neprovádíme do té doby, dokud neklesne hmotnostní vlhkost pozednic a krokví pod 18 %.

14.9 Obvodové a vnitřní stěny objektu montovaného z konstrukcí na bázi dřeva

V každém případě musíme odstranit ze všech stěn vnitřní obklad ze sádrokartonových desek, respektive jeho část, která byla znehodnocena záplavovou vodou. Na části stěny uděláme zářez do sádrokartonových desek asi 500 mm nad úrovní zaplavení objektu vodou do hloubky cca 10 mm, tak abychom nepoškodili parozábranu. Desky odstraníme až k zářezu. Další postup pak záleží na celkové materiálové skladbě sendvičové konstrukce obvodových, nebo vnitřních stěn. Rozhodující je zda podélné ztužení konstrukce v rovině stěny je zajištěno jednostranným, nebo oboustranným opláštěním nosného rámu stěn nějakou konstrukční deskou. U modernějších staveb zhruba z posledních 20 let to mohou být vodovzdorné dřevotřískové desky pojené fenolfomaldehydovým lepidlem, nebo cementotřískové desky CETRIS. U mladších staveb z posledních 10 let to mohou být i třískové desky z velkých třísek OSB. U staveb staršího data to mohou být i obyčejné třískové desky pro všeobecné použití, které jsou pojeny ještě močovinoformaldehydovým lepidlem. Mělo by to být uvedeno i v dokumentaci stavby. Pokud jsou v konstrukci použity dřevotřískové desky s močovinoformaldehydovým lepidlem, (poznáme je podle světle hnědé barvy) budou pravděpodobně na hranách rozmáčené a budou při velkém zvlhnutí značně cítit formaldehydem, musíme je z rámu konstrukce stěn odstranit v celé ploše. V opačném případě pouze odřízneme, nebo odstřihneme parozábranu zhruba o 100 mm níže než je zářez v sádrokartonovém obkladu. Dbáme o to aby se přesah parozábrany při dalších sanačních

pracích nepoškodil a mohli jsme k němu spolehlivě přilepit po vyčištění a opravě novou parozábranu pomocí samolepící pásky.

O dalším postupu sanace rozhodne způsob dokončení vnější fasády obvodových stěn domu.

Pokud je na vnější fasádě použit zateplovací systém z polystyrénu s omítkou, je důležité zjistit zda je polystyrén nalepen na vnější konstrukční desce sendviče obvodové stěny celoplošně, nebo pouze pomocí terčů z lepící hmoty. Zjistíme to buď pokud odmontujeme pod okny vnější oplechování parapetů, nebo při odstranění části poškozeného zateplovacího systému, např. v místě proražení omítky nějakým plovoucím předmětem. Pokud je dodatečné zateplení z polystyrénu přilepeno pouze na terčích, lze předpokládat že voda pronikla do dutiny mezi konstrukční deskou vnějšího opláštění obvodové stěny a zateplovacím obkladem, a zanesla tam řadu mikroorganizmů a splavené půdy. V tomto případě bude rozumnější odstranit zateplovací systém z vnější konstrukční desky asi do výše cca 500 mm nad úroveň zaplavení objektu. Potom pod odstraněným dodatečným zateplením prořízneme malou ruční okružní pilou příslušnou konstrukční desku a pomocí páčidla ji postupně strhneme z konstrukce rámu obvodové stěny. Pozor při prořezávání vnější konstrukční desky musíme nastavit hloubku řezu pilového kotouče pouze na sílu desky tak, abychom neprořízly a neoslabily nosné sloupky konstrukce. Vyjmeme promáčenou tepelnou izolaci z obvodové stěny. Zjistíme zda nad úrovní odstraněné konstrukční desky nejsou v konstrukci stěn mezi sloupky vodorovné paždíky. Pokud ano posuneme řez nad úroveň paždíků. Po odstranění znehodnocené tepelné izolace vydrhneme celou část obnažené konstrukce horkou vodou s roztokem saponátu nebo mýdla, a vystříkáme čistou tlakovou vodou. Výhodou tohoto postupu je že omytí konstrukce provádíme zvenku a nezatěžujeme již strop spodní stavby, nebo základovou desku další vlhkostí. Obdobně postupujeme u konstrukcí obvodových stěn které jsou dodatečně zatepleny deskami z minerální vlny s omítkou a u konstrukci které jsou zatepleny minerální nebo skelnou vlnou uloženou mezi letě a je na nich proveden odvětraný fasádní obklad např. z palubek, nebo prken na peření.

V případě že je dodatečné zateplení z polystyrénu nalepeno celoplošně a není povodní zjevně poškozeno, musíme konstrukci obvodové stěny otevřít z interiéru. U některých staveb na bázi skeletu ze dřeva jsou na nosné konstrukci stěn v interiéru připevněny přímo sádrokartonové desky. Po jejich odstranění viz doporučení v úvodu odstavce a po odříznutí parozábrany můžeme rovnou odstranit znehodnocenou tepelnou izolaci. I zde se přesvědčíme zda nad odstraněnou izolací nejsou sloupky nosné konstrukce stěn vyztuženy vodorovnými paždíky a vnitřní obklad a izolaci odstraníme až do úrovně těchto paždíků. Vždy dbáme na to aby pod odstraněnou obkladovou deskou byl dostatečný neporušený přesah parozábrany pro její bezpečné nastavení. Je li pod sádrokartonem z vnitřní strany použita ve skladbě stěny ještě některá z uvedených konstrukčních desek, nebo bednění z prken, postupujeme při jejich odstranění stejně jako z exteriérové strany. Pro nesnadné uvolnění těchto desek z konstrukce nosného rámu stěny pomocí páčidel budeme muset nejprve pravděpodobně demontovat radiátory ústředního vytápění, aby nedošlo k jejich poškození. Po odstranění znehodnocené tepelné izolace veškeré obnažené konstrukce vydrhneme horkou vodou s roztokem saponátu nebo mýdla, a vystříkáme čistou tlakovou vodou. Po očištění všechny konstrukce za dřeva a konstrukční desky na bázi dřeva ošetříme preventivně vhodnou impregnační látkou proti plísním a dřevokazným houbám. Po vyschnutí dřevěných prvků v konstrukci na hmotnostní vlhkost dřeva cca 20% je vhodné odebrat vzorky dřeva pro mykologické ověření možného napadení dřeva a konstrukčních desek plísněmi, nebo dřevokaznými houbami. Je li nález negativní lze konstrukce uvést do původního stavu. Pokud by některý ze vzorků vykazoval významné napadení, je možno postupovat shodně jako při záchraně konstrukcí v historických objektech. Podrobně se zmapuje, které prvky jsou významně napadeny a provede se jejich

výměna. Všechny nové konstrukční prvky ze dřeva musí být bezpodmínečně po čistém opracování chráněny vhodnou účinnou impregnační látkou.

Všechny uvedené postupy a navržená opatření platí i pro opravy konstrukcí vnitřních stěn a příček. Vždy musíme alespoň jednostranně sejmout opláštění těchto stěn a posoudit stav nosného dřevěného rámu.

Nesmíme také zapomenout že při provádění demontáže, ale hlavně pak při mytí a impregnaci konstrukčních prvků ze dřeva musí být bezpodmínečně odpojena veškerá elektroinstalace.

S ohledem na skutečnost, že základová deska, nebo spodní stavba pod objektem z konstrukcí na bázi dřeva bude vysychat podstatně déle, než dřevěné konstrukce, je nutno předpokládat že po přechodnou dobu se zvýší nebezpečí vysoké relativní vlhkosti vnitřního vzduchu v interiéru dřevostavby. Po dokončení sanace dřevěných konstrukcí a po jejich vyschnutí a uvedení do původního stavu je proto třeba zabezpečit pravidelným větráním, případně i temperováním vnitřního vzduchu, aby jeho relativní vlhkost zejména v přechodném a zimním období dlouhodobě nepřekračovala hodnotu 60% při teplotě 20°C. Zejména v zimním období by mohla být vysoká relativní vlhkost vnitřního prostředí příčinou nadměrné kondenzace vodní páry uvnitř obálkových konstrukcí na bázi dřeva. To by pak po nemalém úsilí na obnovu těchto konstrukcí postižených záplavami mělo negativní vliv na jejich trvanlivost, i životnost.

14.10 Závěr

Udělejme něco pro to, abychom nové stavby navrhovali a prováděli s maximální znalostí problematiky používání dřeva ve stavebních konstrukcích. Je to jediný materiál, ze kterého budeme moci stavět ještě celá tisíciletí a který nám příroda, pokud ji sami nezničíme, vždy znovu umožní získat.

Uvědomme si, že nesprávně navržená a nedbale provedená skladba zatepleného obvodového pláště může na dřevěné konstrukci obvodových stěn, nebo krovu napáchat víc škody než povodeň.



O 14-1 Dřevěná sportovní klubovna – proudem vody deformovaná nosná konstrukce



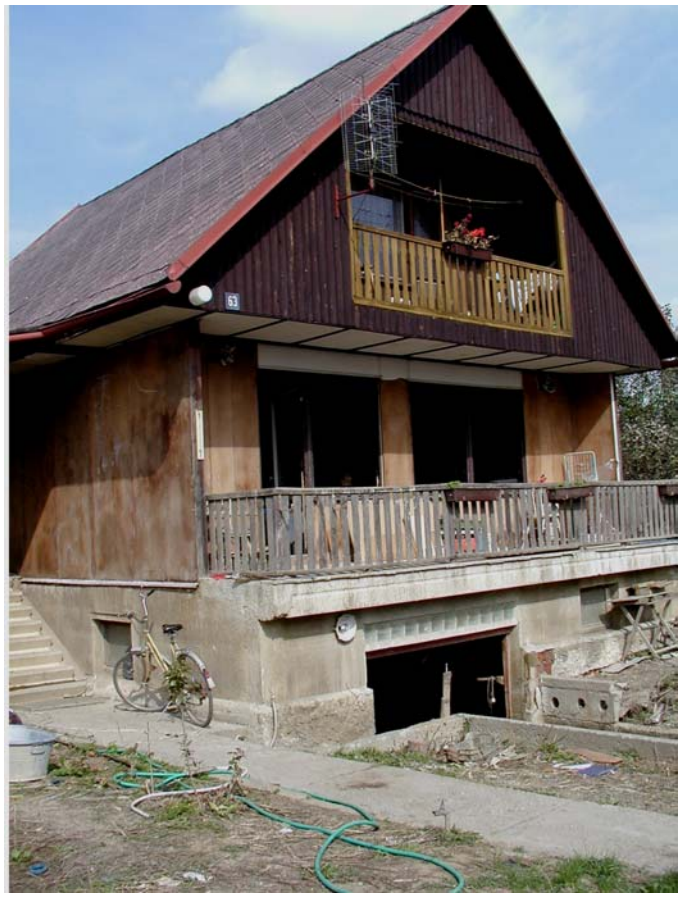
O 14-2 objekt typu „tesko“ po povodni



O 14-3 interiér objektu typu „tesko“ po povodni



O 14-4 interiér objektu OKAL po povodni



O 14-5 dřevostavba na zděné podezdívce po povodni



O 14-6 plášť dřevostavby na zděné podezdívce po povodni



O 14-7 odstrojený plášť dřevostavby po povodni



O 14-8 odstrojený plášť dřevostavby po povodni



O 14-9 detail pláště



O 14-10 detail pláště

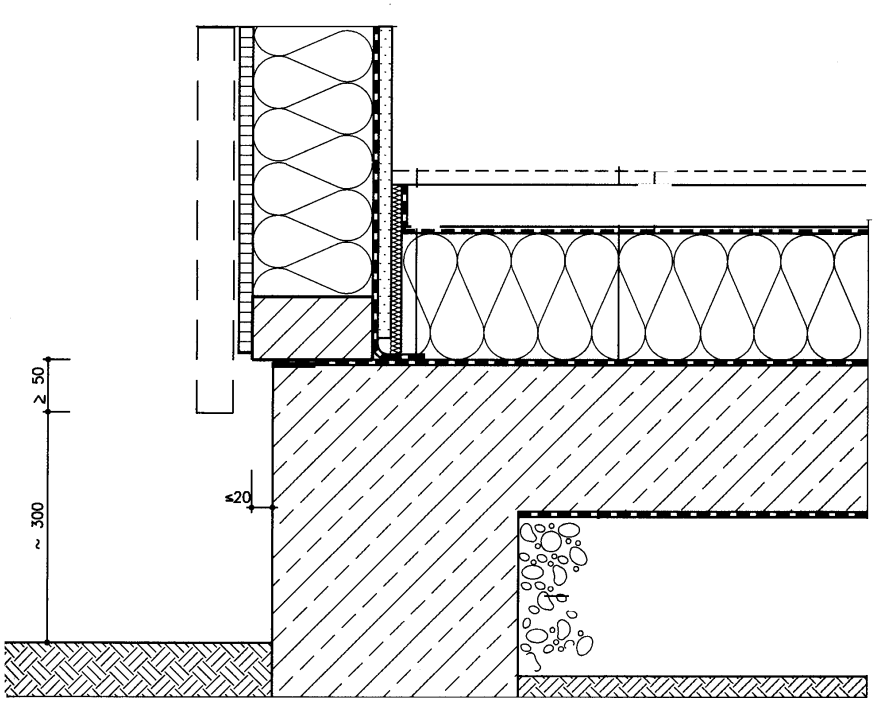


O 14-11 detail pláště

15 Konstrukční detaily

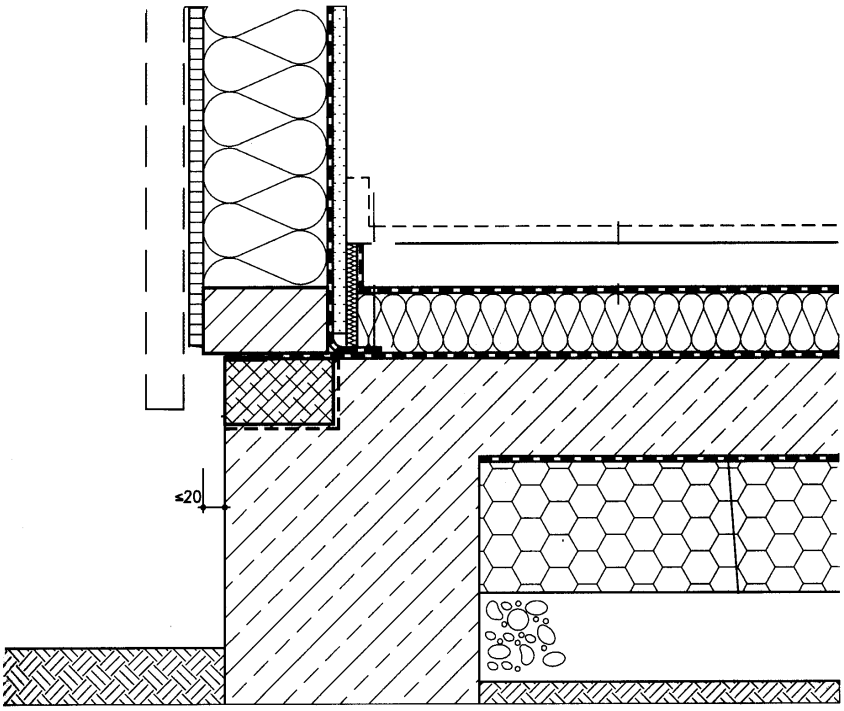
V této částí jsou uvedena vzorová řešení montážních detailů důležitých pro zajištění funkční spolehlivosti, bezpečnosti a trvanlivostí stavebních konstrukcí a staveb na bázi dřeva. Je zde také zřejmé řešení konstrukcí a jejich styků a koutů z hlediska snižování tepelných ztrát objektu. Jedná se o ty partie obálkových konstrukcí, které se obvykle nezahrnují do výpočtu tepelných odporů obálkových konstrukcí ale vzhledem k jejich nedbalému řešení nebo provedení mohou být významným faktorem zbytečných tepelných ztrát zvyšujících skutečnou spotřebu tepelné energie na vytápění oproti výpočtově stanovené potřebě tepla.

15.1 Svislý plášť



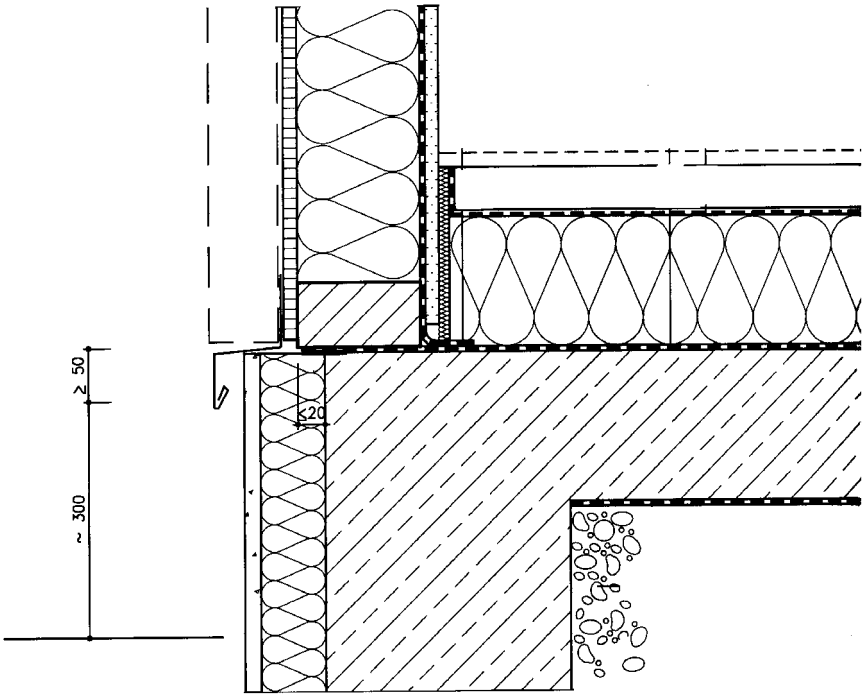
Obr. 15-1

Jedná se o doporučený způsob osazení konstrukce obvodové stěny na spodní stavbu s bezpečným uložením a překrytím stykové spáry mezi spodní stavbou a horní montovanou dřevostavbou fasádním obkladem z hlediska odstřikující srážkové vody a tajícího sněhu. Tloušťka tepelné izolace podlahové konstrukce na terénu je 120 mm, což ne jen pozitivně eliminuje degradaci teplotního pole ve spodním vodorovném koutu styku konstrukce stěny s podlahou, ale i značně omezuje tepelné ztráty poměrně na velké ploše, při poměrně technologicky jednoduché úpravě konstrukcí.

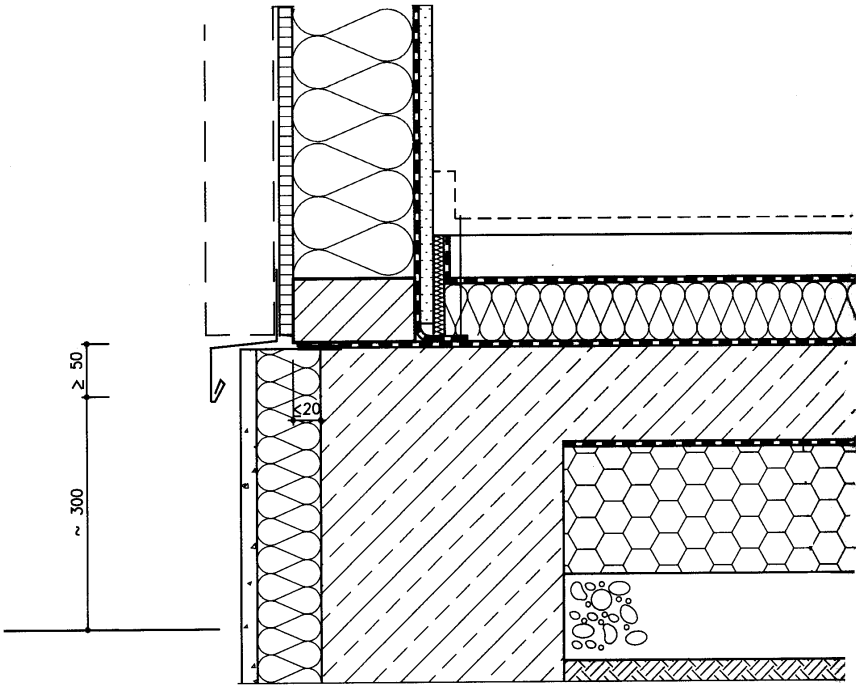


Obr. 15-2

Jedná se o shodný detail jako na obr. 15.1, s obvyklou tloušťkou tepelné izolace podlahy na terénu. Pata stěnové konstrukce je však uložena na výplni z pěnového skla. Navíc pod běžnou základovou deskou je na štěrkovém loži uložena další tepelně izolační vrstva z tuhého polystyrénu. I když podle naší platné ČSN se do tepelného odporu vrstvy pod hydroizolací nezapočítávají, je zřejmé že tato vrstva bude mít pozitivní dopad na snížení tepelných ztrát podlahovou konstrukcí. Podklad s pěnového skla pod patou obvodové stěny pak významně eliminuje tepelný most tvořený stykem těchto dvou konstrukcí.

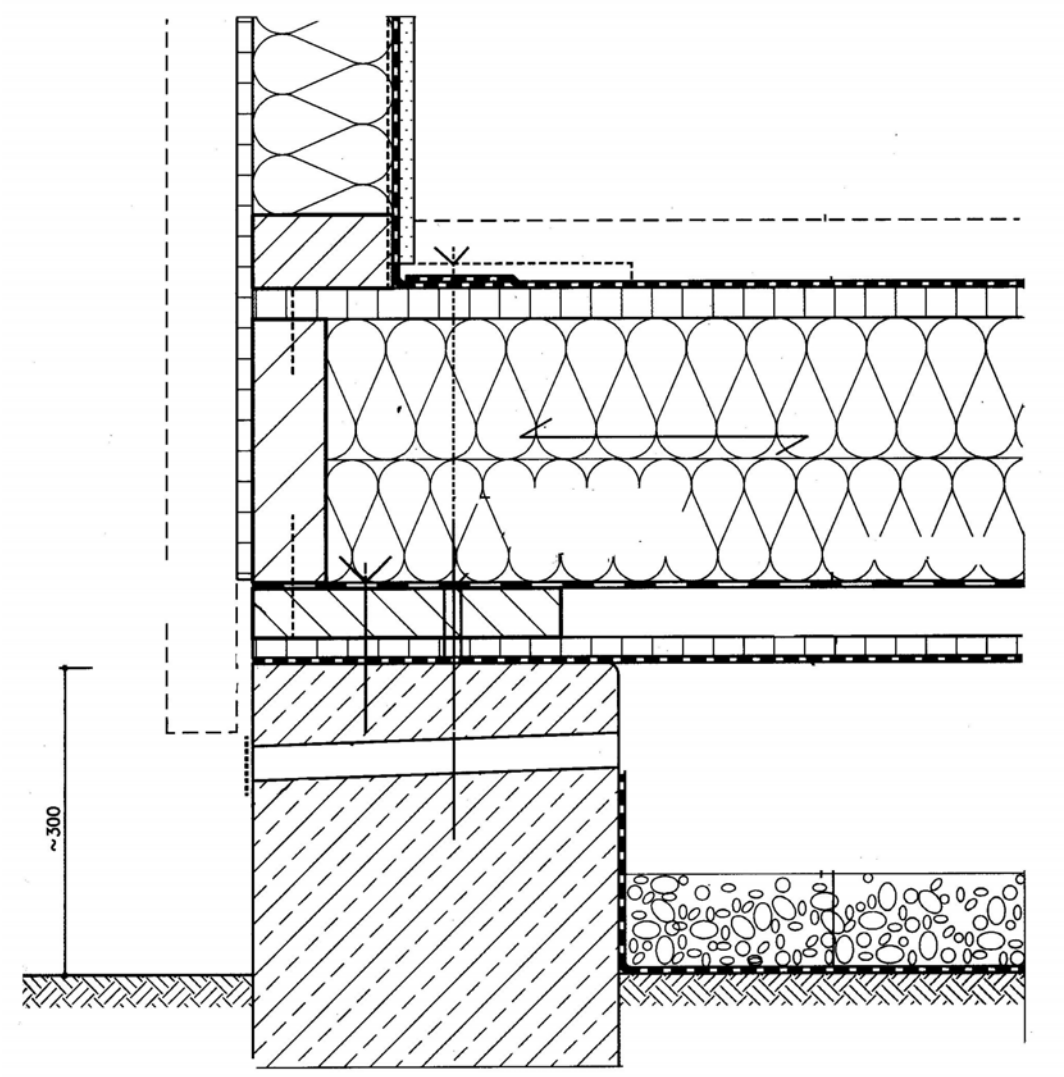


Obr. 15-3



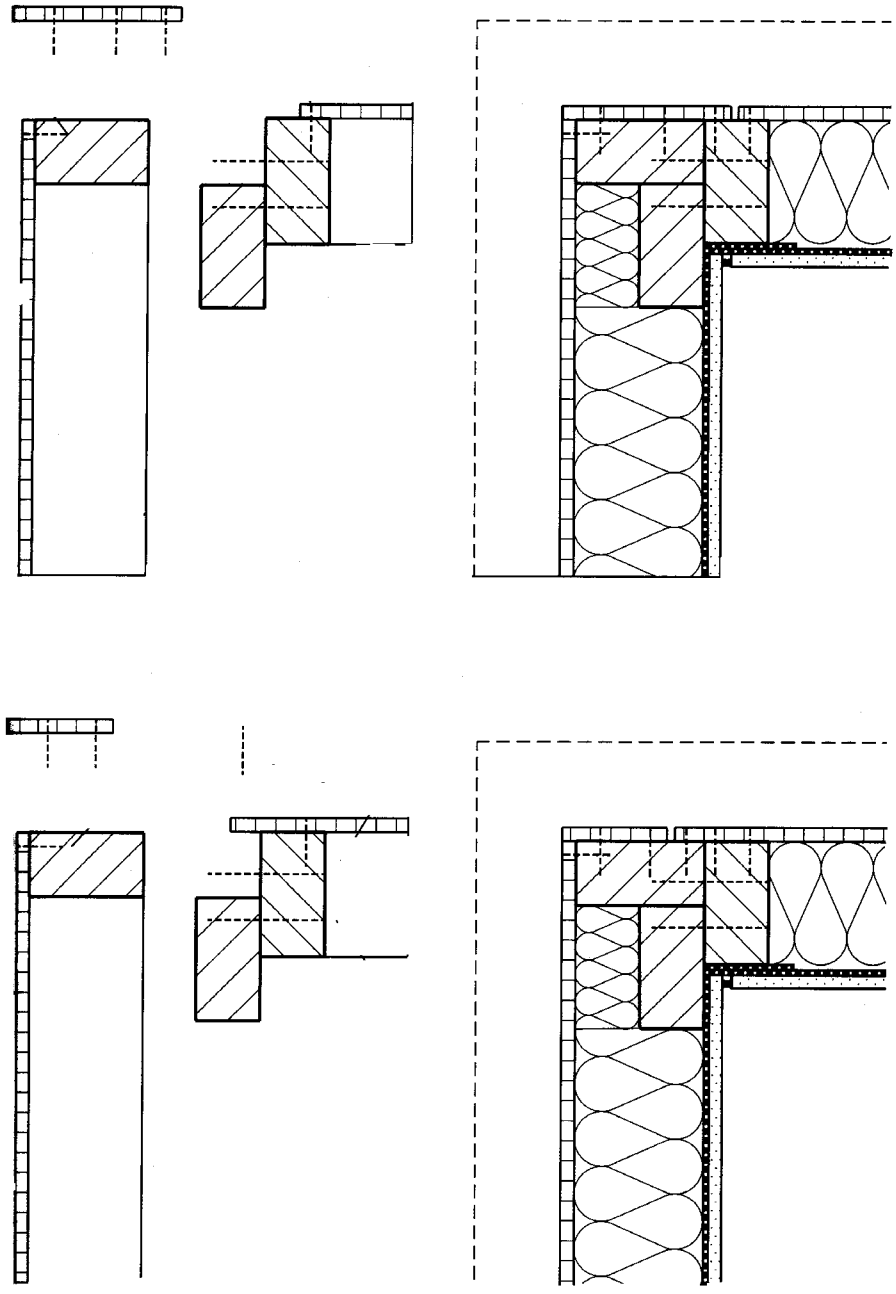
Obr. 15-4

Jedná se o obdobné řešení detailů shodných s předcházejícími dvěma řešeními. Eliminace tepelného mostu a tepelných ztrát přes masivní konstrukci základové desky je zajištěna 50 mm dodatečným zateplením základové desky nad terénem se zatažením tepelně izolačního obkladu z extrudovaného pěnového polystyrénu pod úroveň terénu.



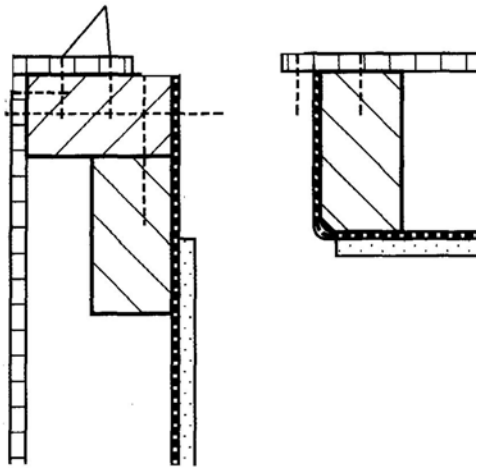
Obr. 15-5

U nás zatím málo používaná varianta podlahové (stropní) konstrukce uložené na základové pasy s odvětraným prostorem. Tepelný odpor konstrukce je zajištěn minimálně 200 mm tepelné izolace uložené mezi stropnice na difúzní folii s **Sd ≤ 0,02 m**. Stropnice jsou pak uloženy na rošti z impregnovaného řeziva 40/140 mm připevněného k vodovzdorné konstrukční desce chráněné ze spodní strany hydroizolací proti zemní vlhkosti. Pod podlahovou krytinou na interiéroví straně je roštová konstrukce podlahy (stropu) oplášťována konstrukční deskou a vrstva parozábrany vnější obvodové stěny je napojeny na parozábranu podlahové (stropní) konstrukce. Tepelně izolační fasádní obklad přechází z obvodové stěny až na základové pasy. Odvětrávací otvory v základech jsou kryty mřížkami proti hmyzu.

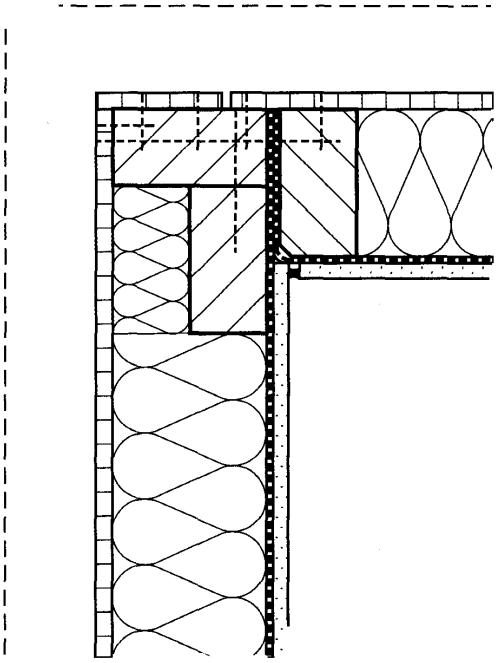


Obr. 15-6

Tento obrázek znázorňuje rohové spojení obvodových stěn sloupkových konstrukcí, a způsob napojení parozábrany.

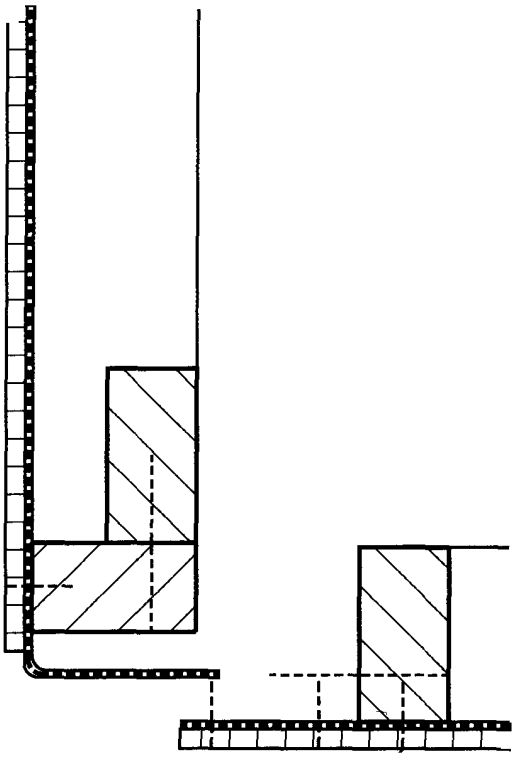


Obr. 15-7.1

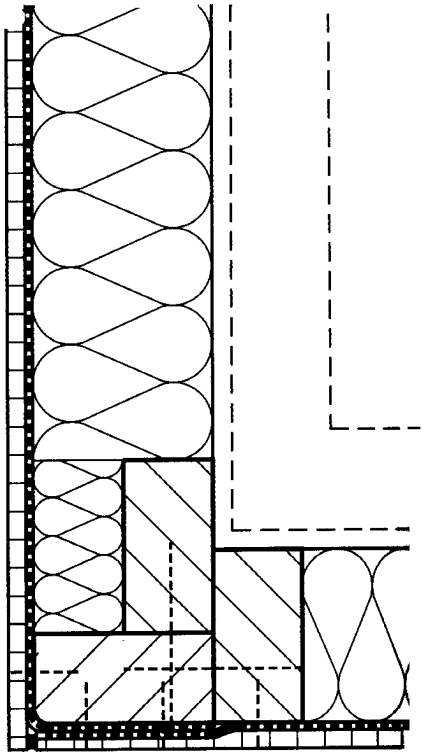


Obr.15-7.2

Jedná se o rohový spoj obvodových stěn konstrukčního systému panelového s možnou variantou vzduchotěsného napojení vrstvy parozábrany v tomto rohovém styku. Z důvodu jasného znázornění provedení parozábrany při montáži, ale i pro výrobu panelů ve výrobním závodě je tento detail rozkreslen jednak v rozložené formě, jako ukončení parozábrany na svislých hranách panelů, ale i jako montážní sestava vnějšího koutu.

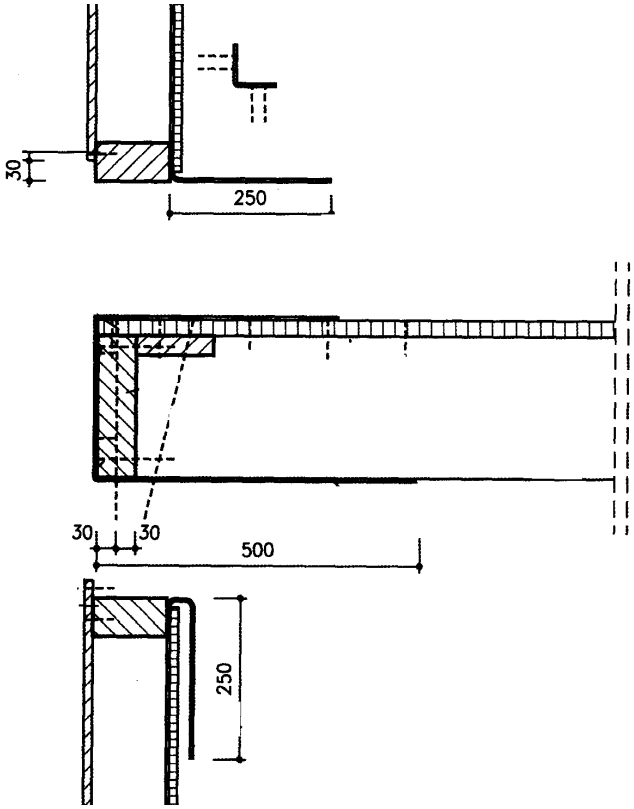


Obr. 15-8.1

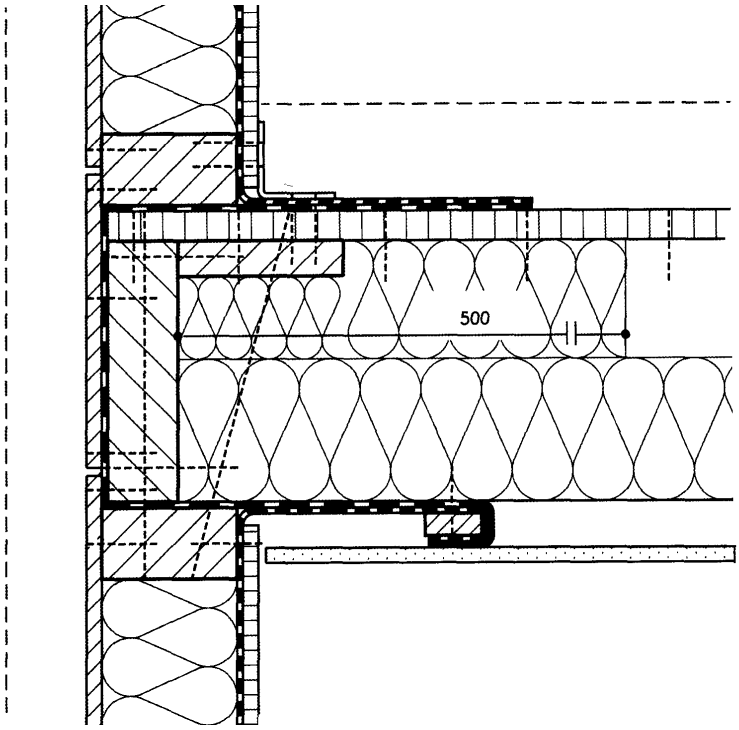


Obr. 15-8.2

Jedná se o prakticky shodné znázornění výrobního a montážního provedení vzduchotěsného napojení parozábrany u vnitřního koutu konstrukčního systému z panelů.

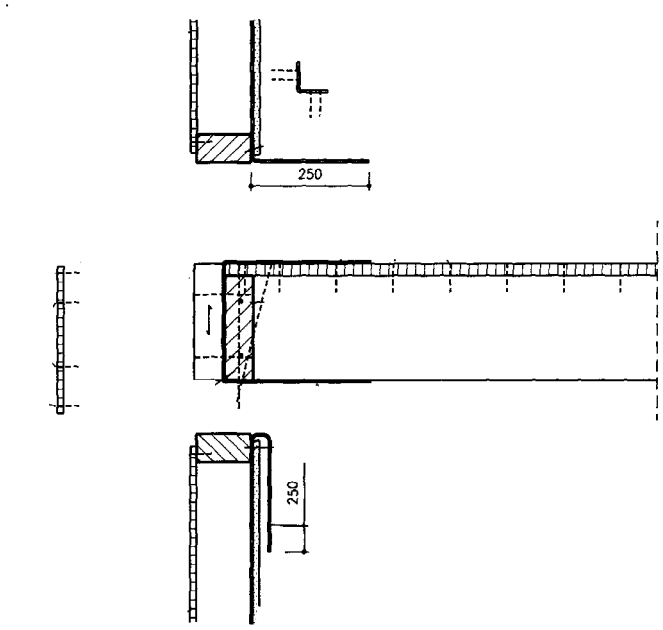


Obr. 15-9.1

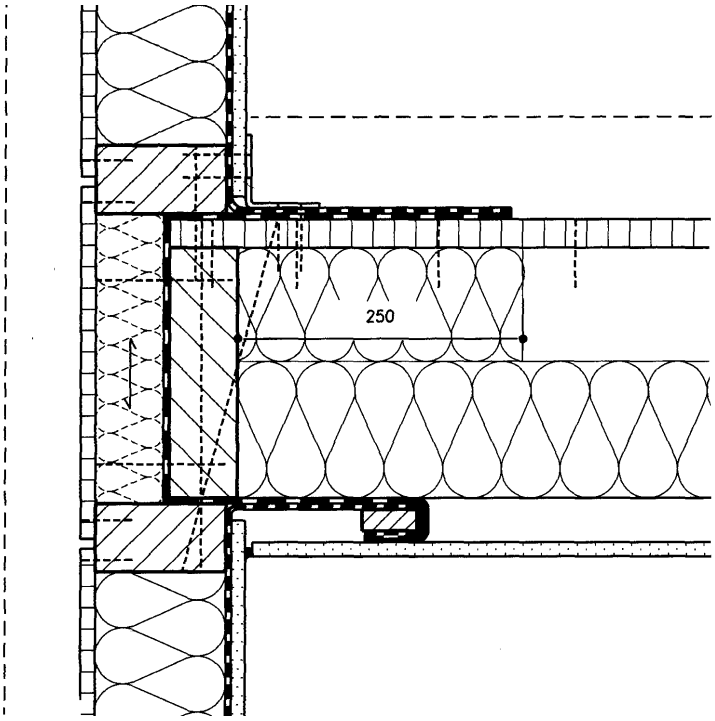


Obr. 15-9.2

Na těchto obrázcích je v rozloženém stavu znázorněno provedení přesahů parozábrany panelů 1 a 2 NP a ukončení zhlaví stropních panelů difúzní folií s **Sd ≤ 0,02 m**. Následně je v sestavě styku těchto konstrukcí znázorněno vzduchotěsné napojení uvedených vrstev. Pro eliminaci degradace teplotního pole v průniku svislé a vodorovné konstrukce je stropní panel po celém obvodě vyplněn tepelnou, (akustickou) izolací šířky 500 mm v celé výšce stropních nosníků.

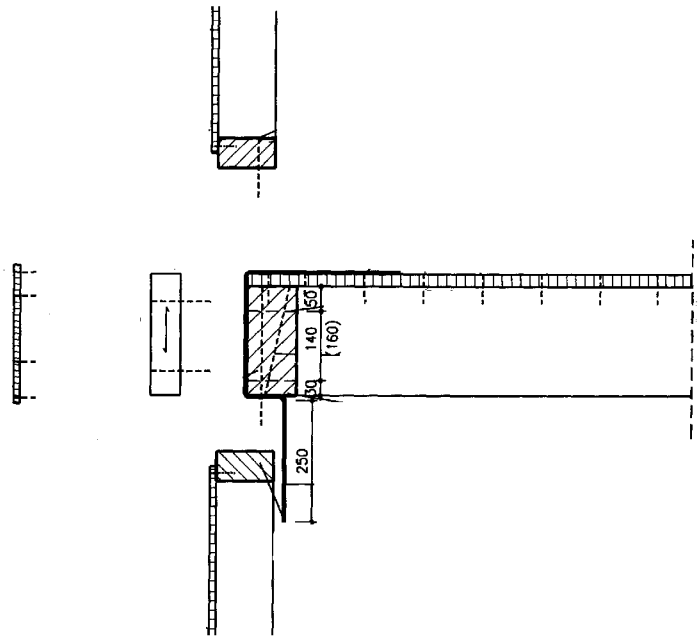


Obr. 15-10.1

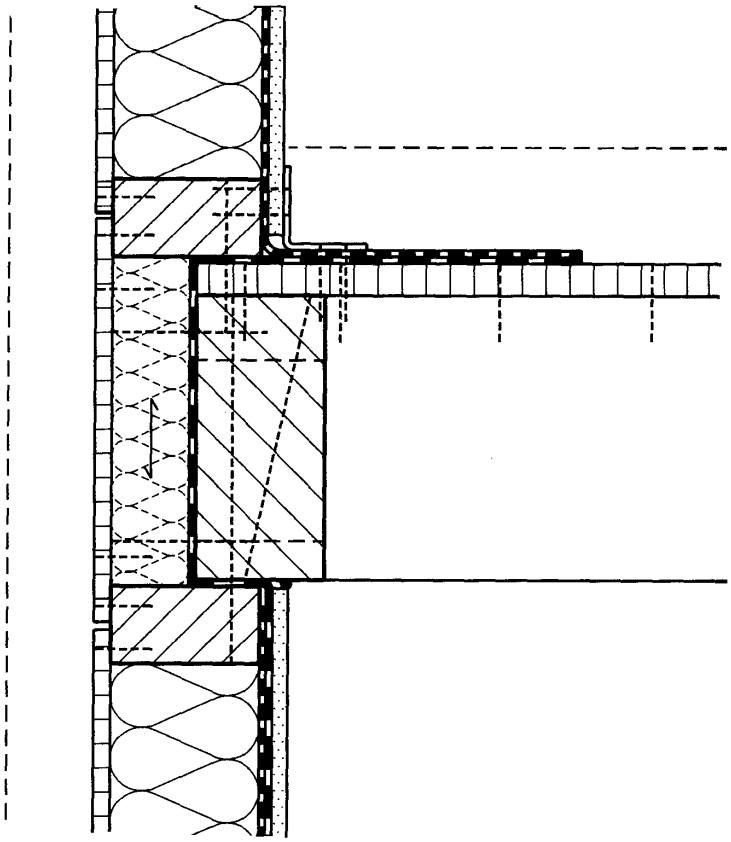


Obr. 15-10.2

Jedná se o zobrazení další alternativy řešení vzduchotěsného provedení styků konstrukcí stěn a stropu 1 a 2 NP u panelové, nebo i sloupkové konstrukční soustavy. Stropní panely jsou uloženy v ose obvodových stěn. Po obvodě stropních dílců jsou připevněny krátké svislé vzpěry které umožňují bezpečné uložení dílců obvodových stěn 2. NP, a zabraňují překlopení stěnových panelů. Mezi vzpěry se pak vkládá příslušná tepelná izolace, která je z vnější strany kryta pásem z konstrukčních desek a příslušným dodatečným zateplením celé fasády. Pro eliminaci degradace teplotního pole v průniku svislé a vodorovné konstrukce je stropní panel po celém obvodě vyplněn tepelnou, (akustickou) izolací šířky pouze 250 mm v celé výšce stropních nosníků.

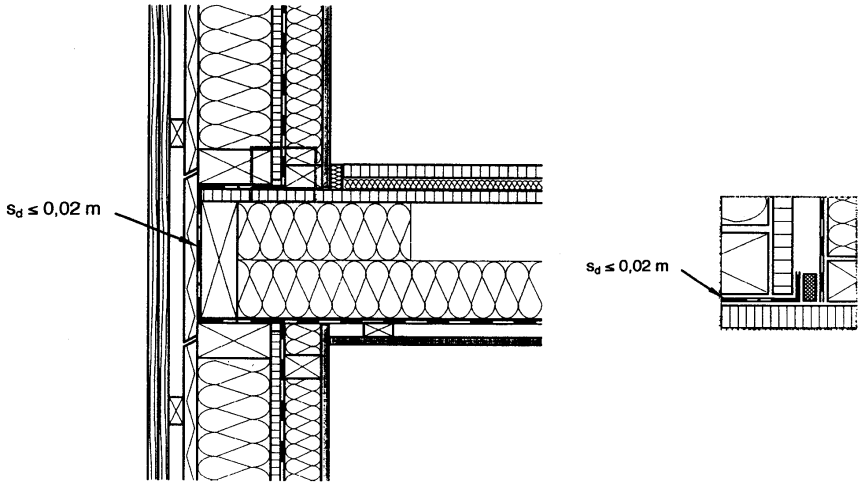


Obr. 15-11.1

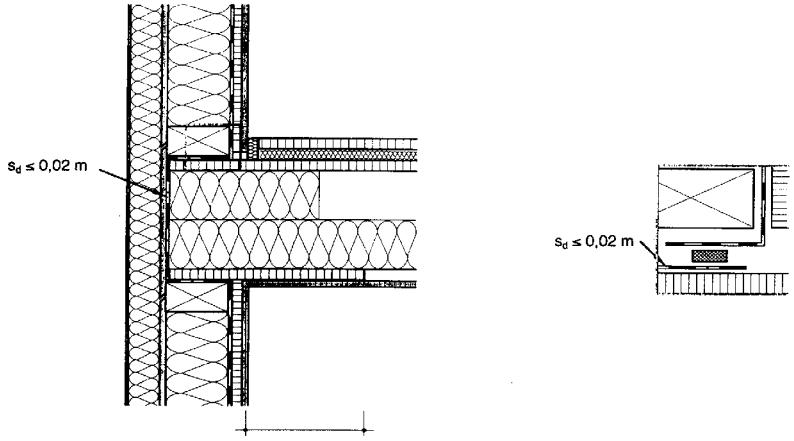


Obr. 15-11.2

Znázorňují v sestavě a v rozloženém stavu vhodný způsob napojení příslušných folií zajišťujících vzduchotěsnost shodného styku konstrukcí u provedení stropní konstrukce s viditelnými trámy.

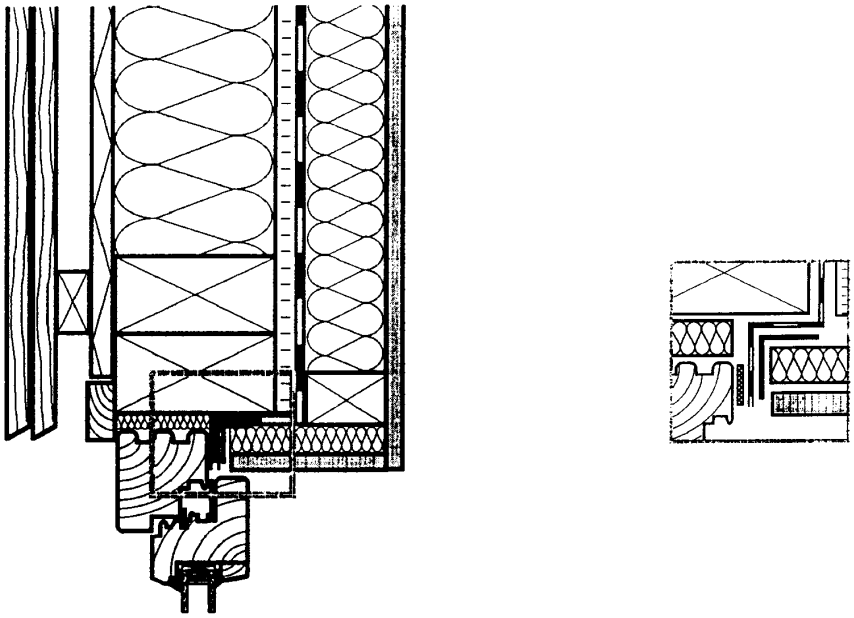


Obr. 15-12



Obr. 15-13

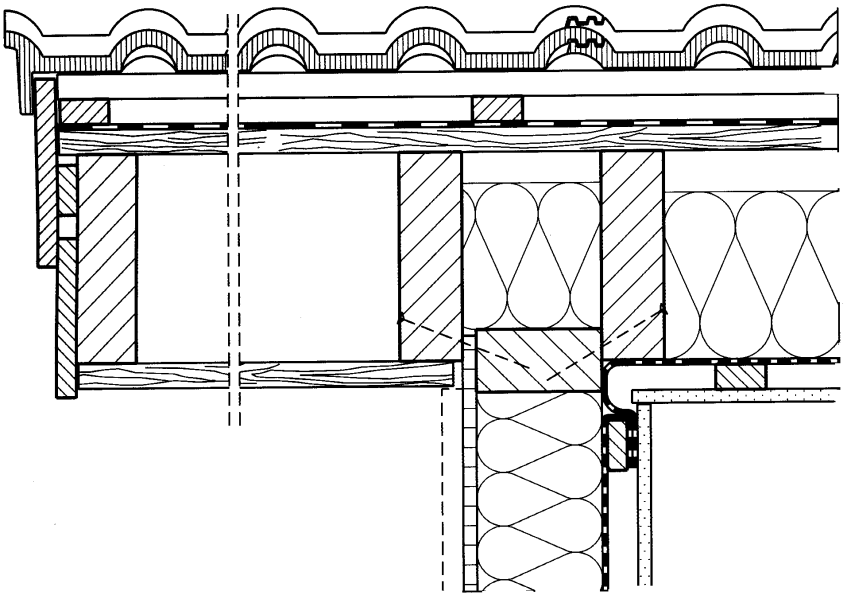
Znázorňuje provedení styku stropní konstrukce s obvodovými stěnami 1 a 2. NP u sloupkového konstrukčního systému v místě stropního nosníku a na straně zhlaví stropních nosníků. Způsob vzduchotěsného napojení parozábrany s difúzní folií oboustranně lepícím pružným těsněním je pak detailně znázorněn v samostatném okně v rozloženém stavu.



Obr. 15-14

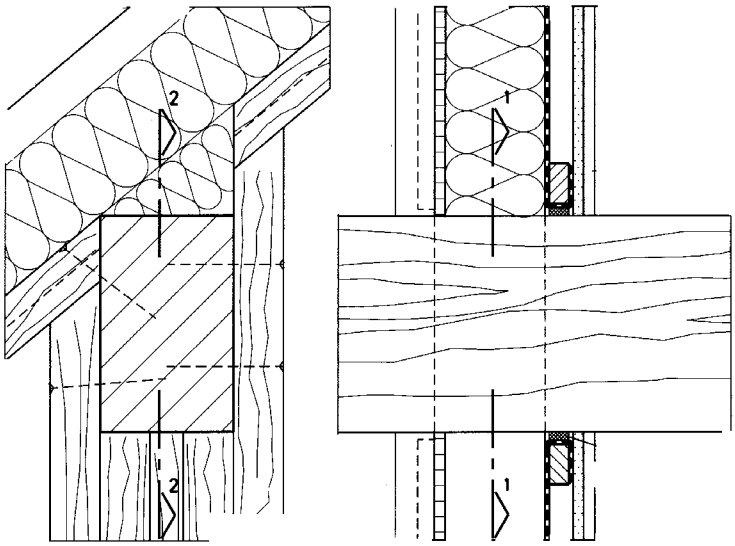
Znázorňuje způsob osazení okna s dodatečným zateplením ostění a vzduchotěsným uzavřením spáry mezi okenním rámem a sloupkovou konstrukcí obvodové stěny znázorněným v samostatném okně v rozloženém stavu.

15.2 Střecha



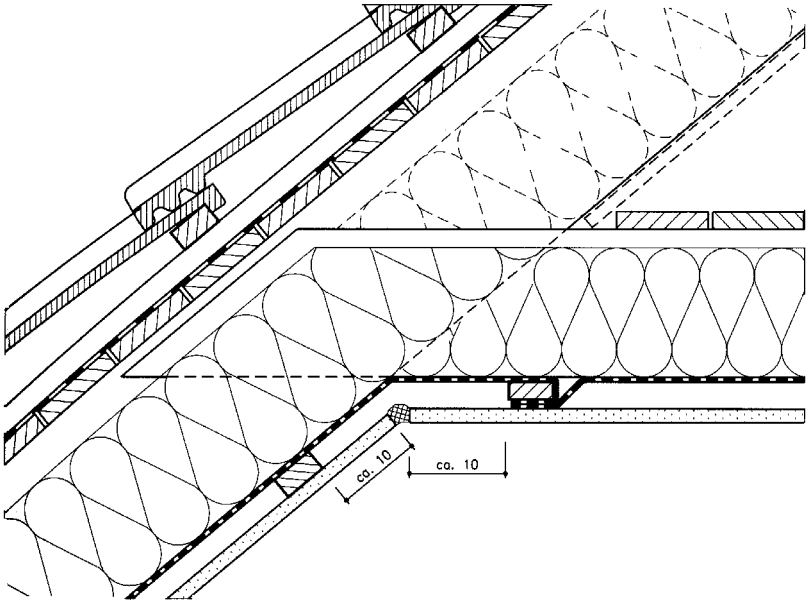
Obr. 15-15

Znázorňuje napojení parozábrany ve styku střešního pláště a štítové stěny, včetně vhodné eliminace tepelného mostu ve spoji krokev, rám stěny.



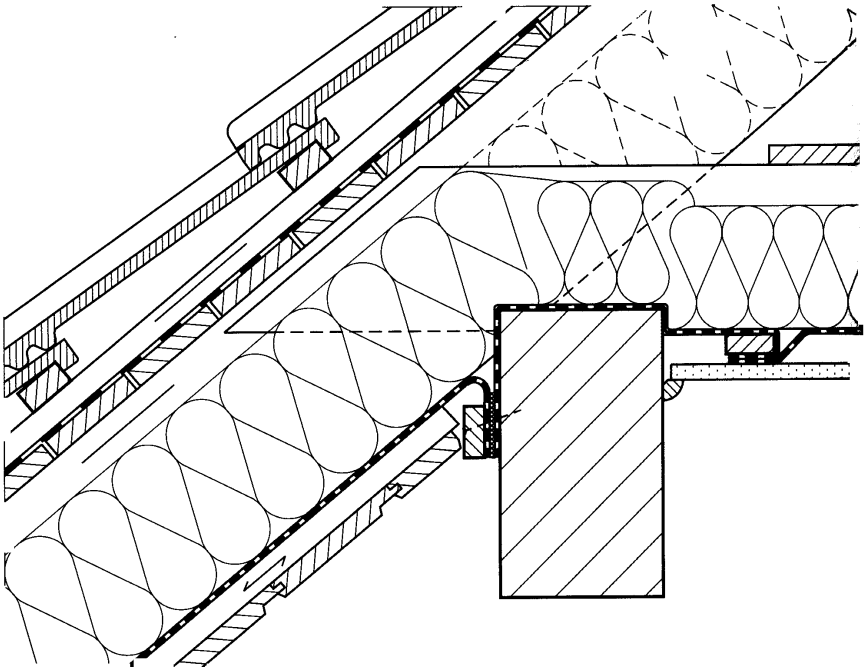
Obr. 15-16

Způsob utěsnění konstrukce obvodového pláště v místě prostupu vaznice štítovou stěnou.



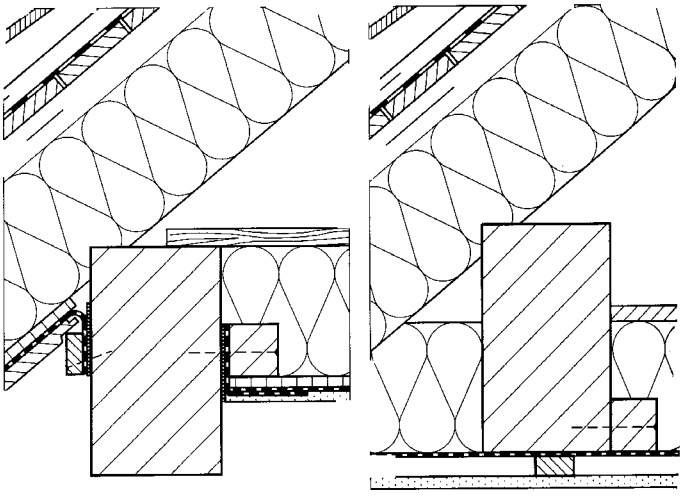
Obr. 15-17

Napojení parozábrany střešního pláště v místě hambalku.



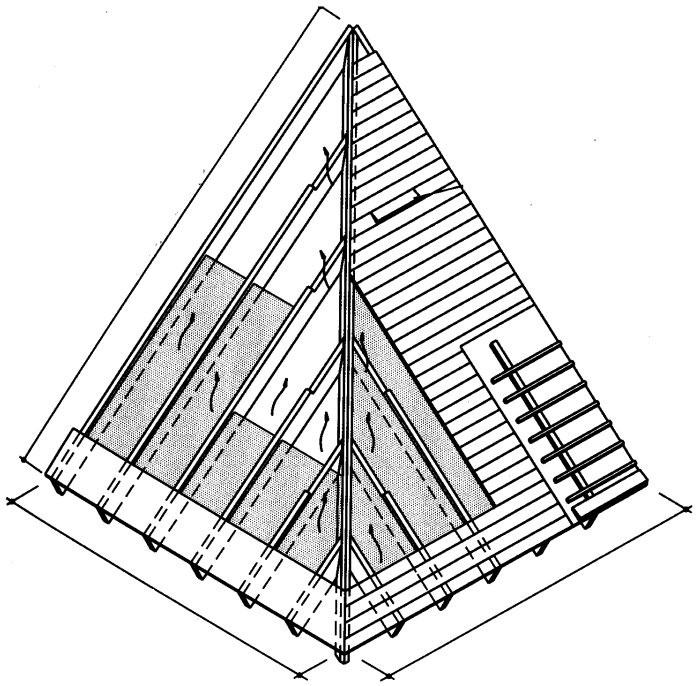
Obr. 15-18

Napojení parozábrany v místě viditelné vaznice. Pás parozábrany nad vaznicí musí být k vaznici připevněn před uložením krokví a kleštin stropní konstrukce nad vytápěným podkrovím. Tento způsob napojení parozábrany je možný pouze v případě že nad vaznicí je dostatečná vrstva tepelné izolace zamezující vzniku kondenzace vodní páry mezi vaznicí a parozábranou.



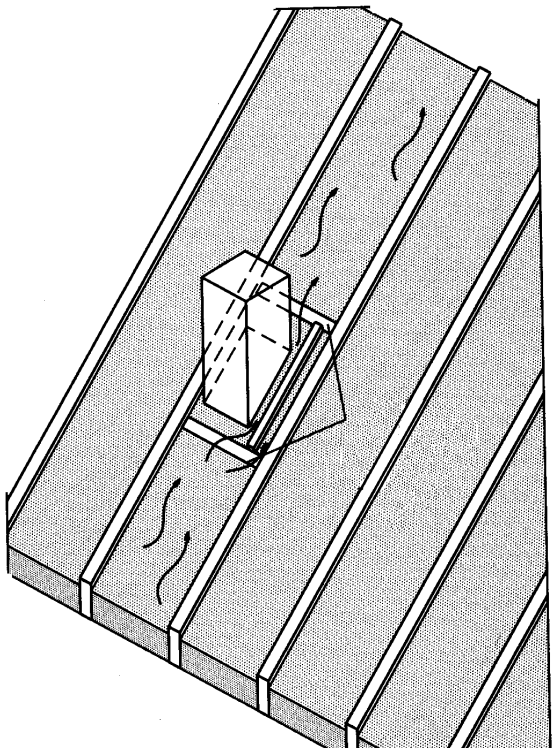
Obr. 15-19

Způsob provedení parozábrany v místě viditelné nebo skryté vaznice, kdy vaznice není z vrchní strany kryta tepelnou izolací.



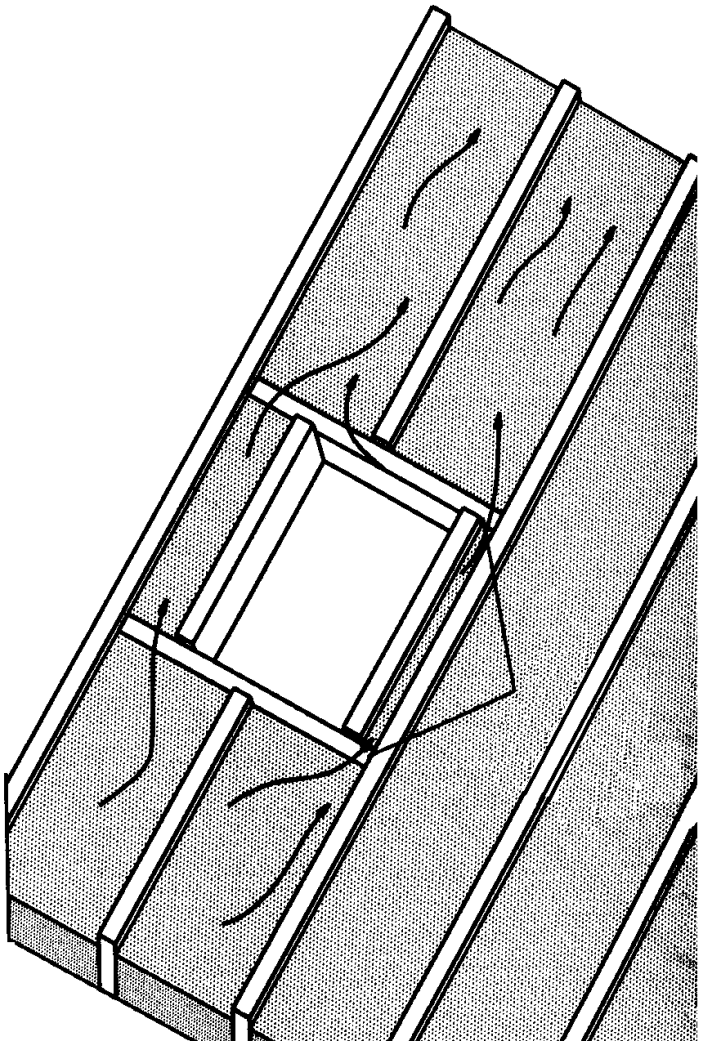
Obr. 15-20

Provedení sběrného kanálu v místě napojení námětkových krokví na nárožní krokev k odvětrání střešního pláště mezi námětkovými krokvemi u valbových a polovalbových střech se střešním záklopem.



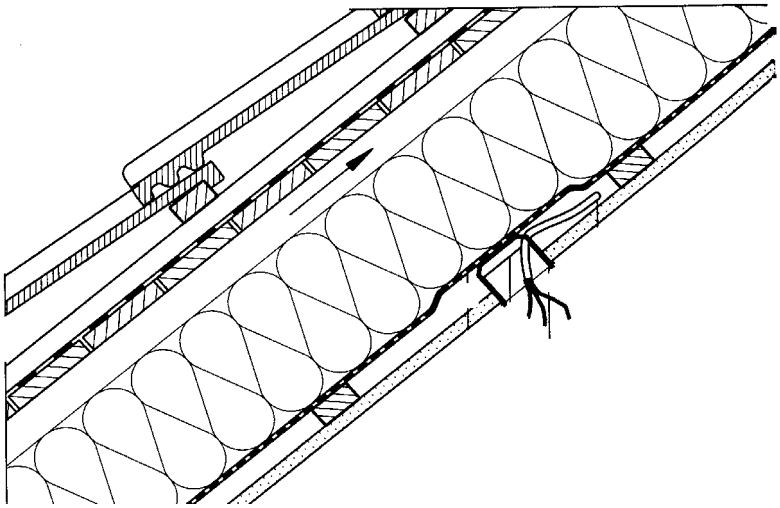
Obr. 15-21

Provedení odvětrání střešního pláště v místě komínového tělesa. Komínové výměny musí být o 20 až 40 mm nižší než krokve.



Obr. 15-22

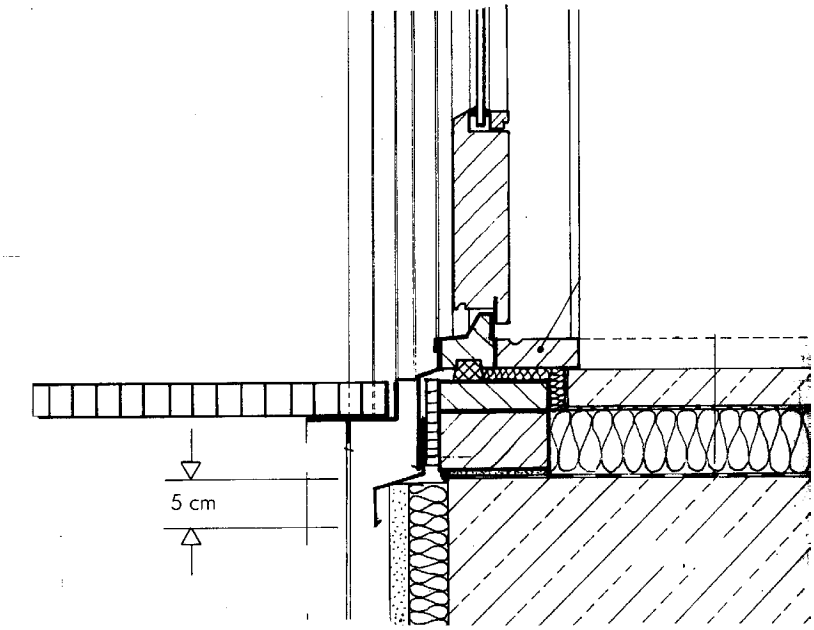
Provedení odvětrání střešního pláště v místě osazení střešního okna. Výměna pod a nad střešním oknem musí být o 20 až 40 mm nižší než sousední krokve.



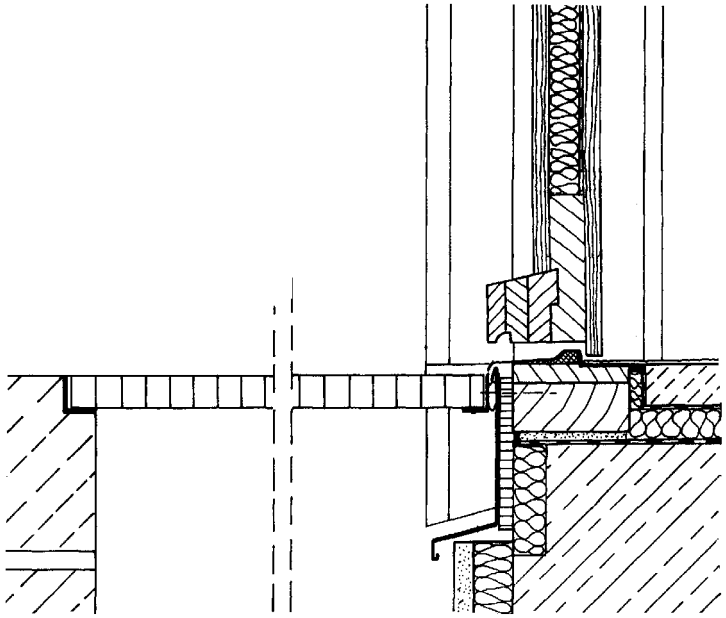
Obr. 15-23

Vzduchotěsné provedení rozvodu elektrické instalace mezi podhledem ze sádrokartonových desek a vrstvou parozábrany.

15.3 Dveře v plášti

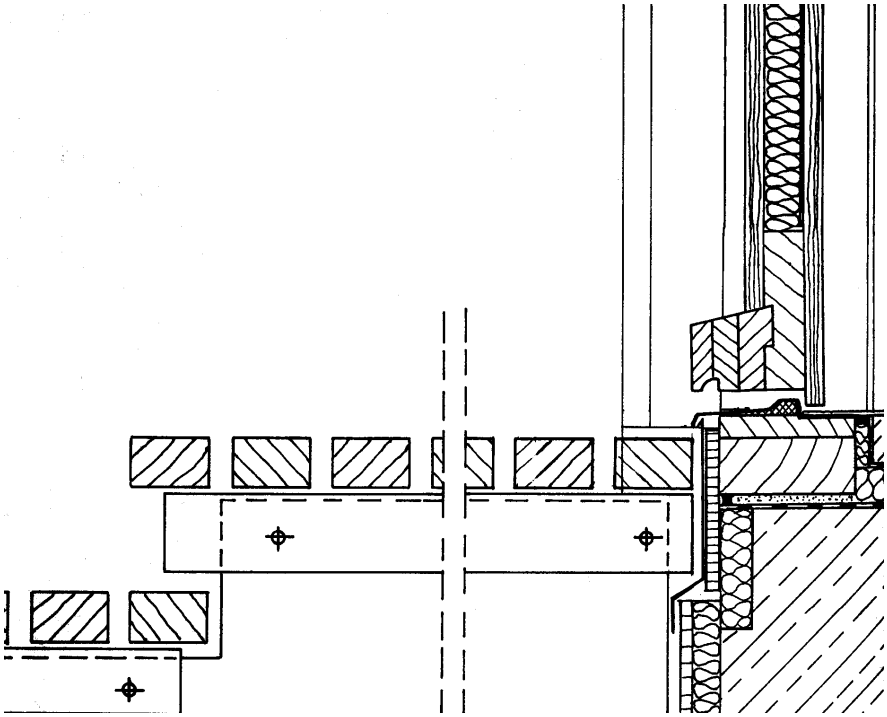


Obr. 15-24



Obr. 15-25

Alternativy provedení bezbariérového vstupu u balkónových, nebo vchodových dveří pří dodržení doporučené výšky stykové spáry mezi konstrukcemi dřevostavby a spodní stavbou 300 mm nad okolním terénem.



Obr. 15-26

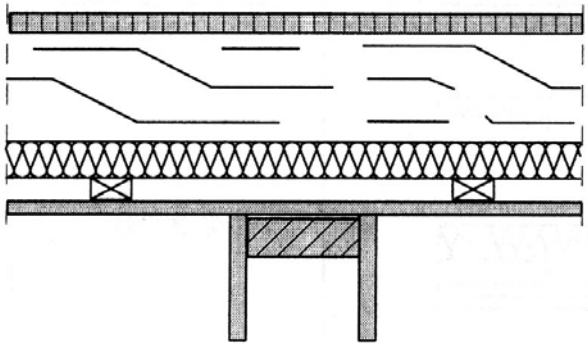
Alternativy provedení vstupu u balkónových, nebo vchodových dveří pří dodržení doporučené výšky stykové spáry mezi konstrukcemi dřevostavby a spodní stavbou 300 mm nad okolním terénem.

15.4 Příčky

Obr. 15-27.1 až 15-27.7

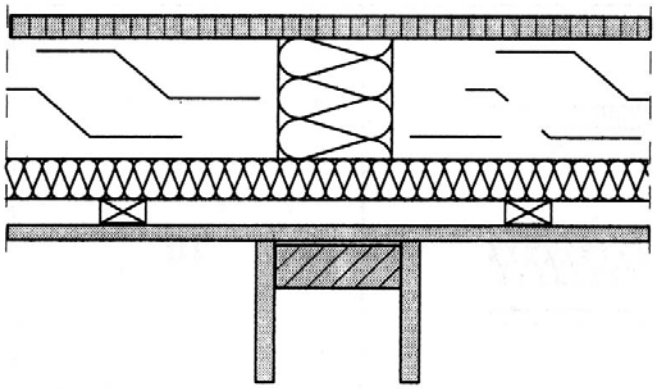
Napojení dělící příčky na stropní konstrukci s podhledem ze sádrovláknitých konstrukčních desek Fermacell tl. 10 mm

Na obrázcích jsou znázorněny různé způsoby eliminace šíření zvuku bočními cestami stropní konstrukcí.



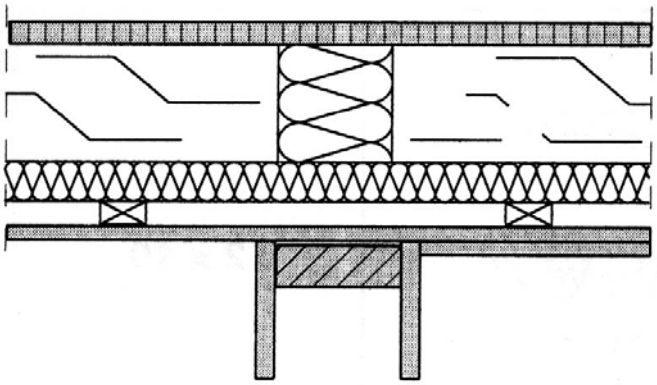
Obr. 15-27.1

Základní provedení nenosné dělící příčky se středním stupněm vzduchové neprůzvučnosti 48 dB osazené pod podhled stropní konstrukce.



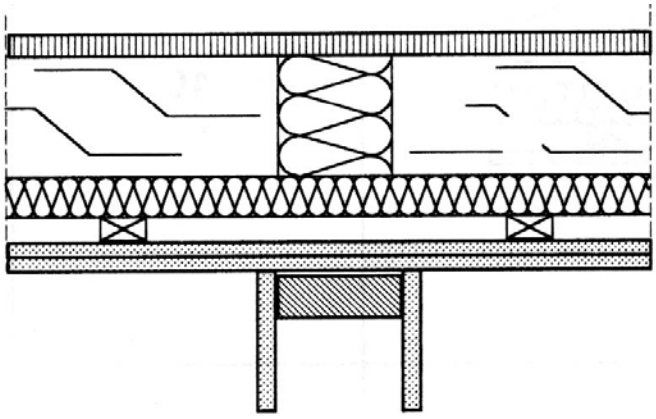
Obr. 15-27.2

Uzavřením prostoru mezi stropními nosníky zvukově pohltivou izolací nad napojením dělící příčky se zvyšuje hodnota středního stupně vzduchové neprůzvučnosti příčky oproti základní variantě provedení na 51 dB.



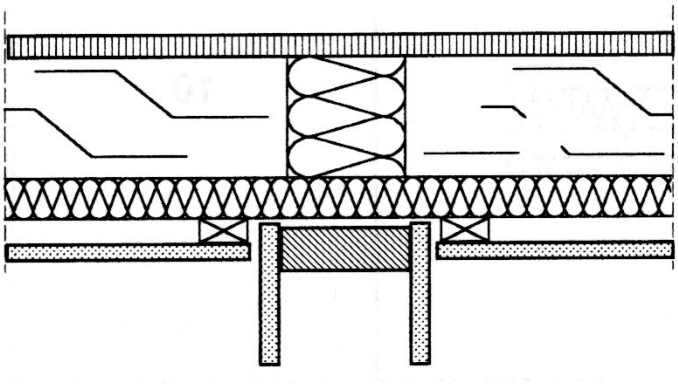
Obr. 15-27.3

Při asimetrickém provedení stropních podhledů a uzavření prostoru mezi stropními trámy je uvedená hodnota neprůzvučnosti 54 dB.



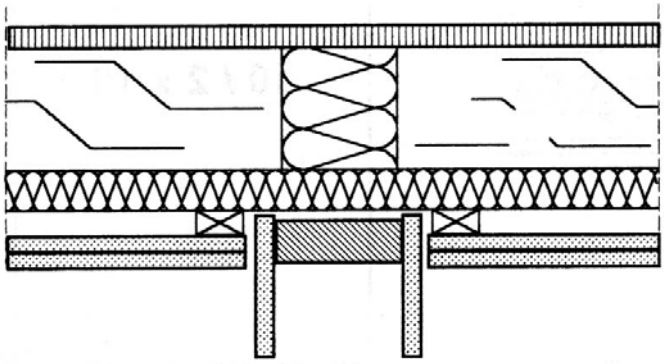
Obr. 15-27.4

Při dvojitém stropním podhledu a uzavření prostoru mezi stropními trámy je uvedená hodnota neprůzvučnosti příčky 58 dB.



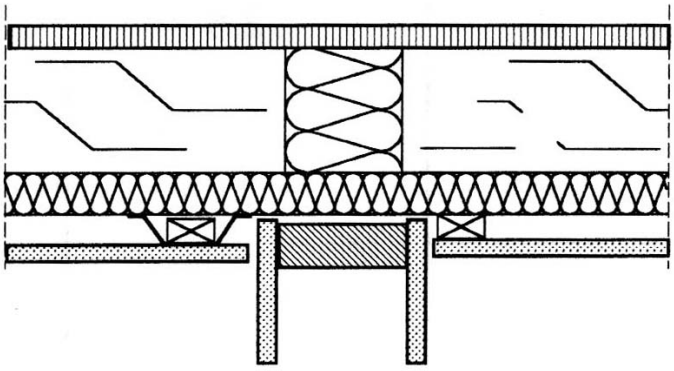
Obr. 15-27.5

Při přerušení jednoduchého stropního podhledu v místě osazení příčky je tato hodnota neprůzvučnosti 52 dB.



Obr. 15-27.6

Při přerušení zdvojeného podhledu v místě osazení příčky je uvedená hodnota neprůzvučnosti 61 dB.



Obr. 15-27.7

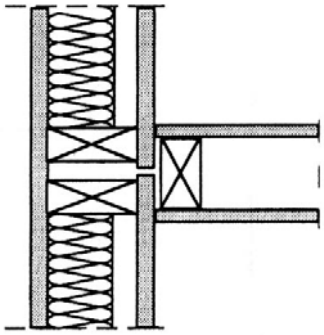
Při přerušení podhledu v místě osazení příčky a zavěšení latí pro montáž podhledu na specielní pružné závěsy se zvýší uvedená neprůzvučnost na 66 dB.

Obr. 15-28.1 až 15-28.3

Napojení dělící příčky na sousední nosnou příčku opláštěnou konstrukčními deskami Fermacell tl. 12,5 mm.

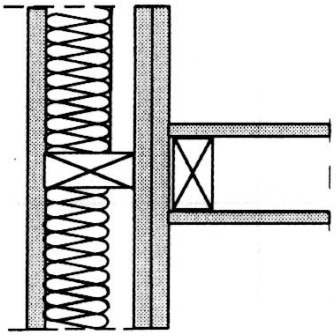
Na obrázcích jsou znázorněny různé způsoby eliminace šíření zvuku bočními cestami konstrukcí nosné příčky.

Základní provedení nenosné dělící příčky osazené k průběžnému opláštění konstrukce sousední stěny se středním stupněm vzduchové neprůzvučnosti 57 dB.



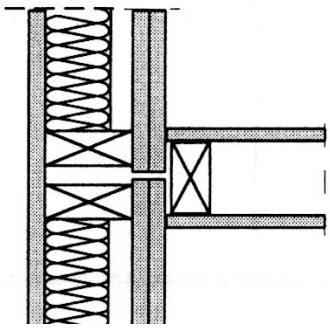
Obr. 15-28.1

Při přerušení konstrukce sousední nosné stěny v místě napojení dělící příčky se zvyšuje její uvedená neprůzvučnost na 61 dB.



Obr. 15-28.2

Pří zdvojeném opláštění nosné příčky a základním provedení napojení je uvedená neprůzvučnost také 61 dB.



Obr. 15-28.3

Pří přerušení konstrukce nosné příčky s dvojitým opláštěním v místě napojení dělící příčky se zvyšuje její uvedená neprůzvučnost na 64 dB.

I když nelze vždy přebírat absolutní hodnoty fyzikálních parametrů konstrukčních a materiálových řešení stavebních konstrukcí na bázi dřeva stanovené podle norem DIN, je možno z uvedených rozdílů funkčních vlastností posuzovat vhodnost a způsobilost řešení stavebních konstrukcí a jejich styků pro dosažení požadovaných parametrů stavebních konstrukcí při jejich zabudování ve stavbě.

Literatura:

[93.] HOLZRAHMENBAU Bewährtes Hausbau-Systém, 3. Überatbeitete Auflage 2000 - Bund Deutscher Zimmermeister im ZENTRALVRBAND DES DEUTSCHEN BAUGEWERBES

[94.] INFORMATIONSDINST HOLZ Teil 3, Folge 3 Nidrigenergiehäser – Planungs- und Ausführungs - empfehlungen - Entwicklungegemeinschaft Holbau in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung

[95.] FERMACELL im Holzbau Planungsunterlagung für Wand, Decke und Fuβboden - FELS-WERKE Gmbh.