

PASIVNÍ DOMY 2011

Publikace byla zpracována za finanční podpory státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2011 – program EFEKT.



Pasivní domy 2011 >

vydavatel >



Údolní 33, 602 00 Brno
info@pasivnidomy.cz
www.pasivnidomy.cz
t +420 511 111 810

ve spolupráci s >



< editor
Bc. Dagmar Vašáková

vydání >

první vydání, 2011

< překlad z němčiny
Ing. Alena Povolná

Text publikace neprošel redakční ani jazykovou úpravou.

Kopírování jednotlivých příspěvků je možné jen se souhlasem autorů.

ISBN 978-80-260-0563-6

Úvod	I.
Obecně o pasivních domech	II.
Architektura a Urbanismus	III.
Rekonstrukce	IV.
Konstrukce pro pasivní domy	V.
Vnitřní prostředí	VI.
Zkušenosti z realizace, kontrola kvality, měření spotřeby	VII.
Poznámky	VIII.

1. Úvod

Josef Smola

Architektura pasivních domů 8

2. Obecně o pasivních domech

Vanda Holeščíková

Má pasivní dom svoje miesto na Slovensku? 30

Jan Tywoniak

Pasivní a nulové budovy na společné cestě 34

Werner Hackermüller

Pasivní domy - quo vadis aneb vrtěti psem 40

Passivhaus - quo vadis oder wag the dog 48

3. Architektura a Urbanismus

Werner Friedl, Holger Hasenritte

Designové pasivní domy v praxi 58

Design-Passivhäuser in der Praxis 67

Harald Halfpaap

Zkušenosti z Hannoveru: od prvního pasivního sídliště v Kronsbergu
k sídlišti s nulovými emisemi zero:e 76

Erfahrungen aus Hannover: von der ersten Passivhaus-siedlung
am Kronsberg zur Null-Emissions-Siedlung zero:e 85

Bjorn Kierulf, Igor Kuzma

Typové pasivné domy 94

Rostislav Kubíček

První nulová dřevostavba rodinného domu s krytým bazénem
z plně ekologických materiálů na Vysočině 100

Klára Macháčová, Julián Keppl, Lorant Krajcsovics

Slečný obal 105

Juraj Mikurčík

Skúsenosti z výstavby prvých pasivnych škôl v Spojenom kráľovstve (UK) 117

Jan Neuwirt, Radim Václavík	
Administrativní budova a školící středisko v energeticky pasivním standardu	127
Eugen Nagy, Rastislav Badalík	
Energetická optimalizácia novostavby administratívneho centra EcoPoint v Košiciach s použitím prvkov pasívneho domu	136
Jan Praisler, Aleš Brotánek, Jan Řežáb	
Představení projektu energeticky pasivní bytové vily Pod Altánem v Praze Strašnicích	142
Martin Šulc	
Novostavba bytového domu – změna z nízkoenergetického řešení na pasivní standard	151
4. Rekonstrukce	
Zdeněk Kaňa, David Vašíček, Martin Jindrák	
Rekonstrukce základní školy na bytový dům energeticky pasivních parametrů - BD Dubňany	158
Dušan Katunský a kol.	
Architektonický, konstrukčný a technický návrh významnej obnovy budovy základnej školy podľa požiadaviek pre pasívne domy	165
Robert Schild	
Rekonstrukce jednotlivého bytu s prvky PD	169
Sanierung einer Einzelwohnung mit Passivhauskomponenten	175
5. Konstrukce pro pasivní domy	
Aleš Brotánek	
Vývoj používání balíků ze slámy ve skladbách konstrukcí pro pasivní domy v Česku od roku 1996	182
Jan Růžička, Pavel Kopecký, Marek Pokorný, Kamil Staněk	
Obvodové pláště z přírodních materiálů pro pasivní domy - požární a tepelně technické vlastnosti	192
Jiří Čech, Juraj Hazucha	
Databáze detailů pro pasivní domy	203
Vladimír Balent	
Databáza certifikovaných detailov pre pasívne domy určená pre projektantov	206

Franz Freundorfer	
Okno pasivního domu ve zcela novém designu	208
Das Passivhausfenster völlig neu entworfen	214
Ondřej Hec	
Zakládání pasivních domů v souvislostech	220
Roman Šubrt	
Nestacionární vedení tepla hmoždinkami ETICS	230
Gernot Vallentin	
Efektivní konstrukce pro nízkorozpočtové pasivní domy	235
Effektive Konstruktionen für Low- Budget Passivhäuser	245
6. Vnitřní prostředí	
Ján Klimek	
Krb v systéme vykurovania a prípravy TÚV v pasívnom dome	256
Kamin im Heiz- und Warmwasseraufbereitungssystem in einem Passivhaus	259
7. Zkušenosti z realizace, kontrola kvality, měření spotřeby	
Ladislav Jůna	
Experimentální měření elektrické energie provozu bytové jednotky	262
Martin Konečný	
Jaké se staví v ČR pasivní domy?	264
Petra Šrubařová (Pochmanová)	
Výpočtové modely hodnocení pasivních domů v podmínkách ČR	273
Jiří Novák	
Měření vzduchotěsnosti bytových domů - metodika TNI 73 0330 a její aplikace	278
Řešení vzduchotěsnosti pasivního bytového domu - od návrhu ke kontrolnímu měření	289
Stanislav Paleček	
Zkušenosti a techniky dosahování vzduchotěsnosti pláště budov v ČR	294
Martin Vonka, Antonín Lupíšek, Petr Hájek	
Český systém certifikace budov SBToolCZ	300

1. Úvod

Josef Smola

Architektura pasivních domů

8

Architektura pasivních domů

Ing. arch. Josef Smola, Projektový a inženýrský ateliér

Sládkovičova 1306/11, Praha 4 - Krč, 142 00

Tel./fax: +420 241 712 363, +420 602 534 383, E-mail: kadet.kadet@volny.cz

I.

1. Úvodem

Budovy v sobě skrývají obrovský potenciál úspor, jejichž podíl na celkové spotřebě energie v EU činí 40 %. S tím do budoucnosti souvisí i velká zodpovědnost architektů, kteří by neměli resignovat na svojí roli, ale měli by přinášet nové podněty a vize a znovu tak posunout hranice architektury dál.

Již v titulu je však skrytý protimluv. Pasivní domy pomalu přestávají být i u nás něco mimořádného. (V sousedním Rakousku je aktuálně realizováno takřka 20 % nové výstavby v pasivním standardu).

Vlastně bychom měli diskutovat o architektuře normálních domů, a těch ostatních „méně povedených“. Požadavky na úspory energií a tepelnou ochranu, jsou nejen po celou řadu let zakotveny v tuzemských předpisech, ale jejich naplnění by mělo být standardní součástí každého kvalitního projektu a automatickou vlastností všech nových staveb. Že tomu tak není je nasnadě, a analýza příčin by jistě vydala na samostatné pojednání.

Čtenáře možná překvapí, že pro zajištění závazných ustanovení právních předpisů, (například maximální přípustná koncentrace CO₂ 1.000 ppm, požadované výměny vzduchu a povrchové teploty rámu oken v obytných a pobytových místnostech), je již dnes nepodkročitelným alespoň nízkoenergetický standard. Tzn. dosažení měrné potřeby tepla na vytápění do 50 kWh/(m²rok), relativní vzduchotěsnosti, dobře tepelně izolované obálky domu bez obvyklých tepelných mostů, vybaveného řízeným větráním.

(Za zmínku stojí, že prakticky ve všech školách jsou v průběhu vyučování běžně překračovány povolené limity koncentrací CO₂. Přičemž je CO₂ pouze dobře měřitelný referenční plyn, na který je vázána celá řada dalších nebezpečných znečištění).

Implementace evropské směrnice o energetické náročnosti budov 2010/31/EU, (agenda 20/20/20 EPBD 2), prostřednictvím novely Zákona o hospodaření energií a jeho prováděcí vyhlášky směřuje k využití principů pasivní výstavby v kombinaci s obnovitelnými zdroji energie (OZE), při zohlednění „nákladově optimálních požadavků“.

Z aktuálního monitoringu pracovní verze předpisů zatím vyplývá, že v roce 2018/2020 nebudou přejímány do užívání jiné veřejné/privátní budovy, než splňující požadavky téměř nulových domů. To však znamená pro investory zahájit jejich předprojektovou přípravu nejpozději v letech 2014 - 2016.

(Na druhou stranu při pesimistickém přístupu, vyhraji-li při implementaci konzervativci, budou se uvedená data vztahovat až na ukončení prvního správního řízení ve věci přípravy projektu).

Klíčem k úspěchu je komplexní/holistický přístup - kvalitní urbanistický koncept, poučené arch. konstrukční řešení, odpovídající technologie, + přiměřené využití potenciálu automatizace řízení procesů budovy.

A architekti by neměli resignovat na svoji roli přinášet nové podněty a vize. „Domy se spotřebou energií blízkou nule“ by vždy měla být především kvalitní architektura s automatickou přidanou hodnotou nízké energetické náročnosti a šetrnosti k životnímu prostředí.

Faktem je, že domácí architektura svoje specifické výrazové prostředky v oboru energeticky efektivních staveb dosud hledá, ta rakouská je již našla. Zřejmě je to úměrné náskoku, který naši úspěšnější kolegové mají.

Zdařilým a aktuálním příkladem je první pasivní administrativní budova v ČR, viz obr. 1, kde se snoubí střídmy architektonický výraz a konstrukce s efektivitou použití OZE (FV a TČ), automatizovaného řízení osvětlení a stínění.

2. Hledání kořenů

Forma architektury, její energetická a technologická náročnost byla od nepaměti podřízena místním klimatickým podmínkám a materiálovým zdrojům. Díky tomu vznikla regionální a různorodá architektura, avšak s časem a s úspěchy vyvolanými průmyslovou revolucí západní kultura zpychla a přestala brát v úvahu dovednosti, znalosti a zkušenosti svých předků.

Stalo se tak minimálně ve dvou obdobích, kdy byly do střední Evropy významně přeneseny stavební a architektonické formy, které neodpovídaly místním klimatickým poměrům.

V období renesance, vyznačující se typickou palácovou dispozicí s otevřenými před povětrností nechráněnými arkádami.

Řemeslně kvalitní secesi s vypracovaným stavebním detailem tradičního stavitelství nahradil ve 20 - 30. tých letech minulého století konstruktivismus a funkcionalismus. Architekti byli oslněni možnostmi nových materiálů a technologií - železového betonu a oceli.

Lehkavá přístup tvůrců vyznačující se především okny v líci fasády, velkým rozsahem prosklených ploch, subtilními, jednovrstvými betonovými konstrukcemi obvodového pláště, tvarovou složitostí a množstvím konstrukcí procházejících z interiéru do exteriéru se stal standardem doby. Stavebně konstrukční, plně funkční detail tím velmi utrpěl a zhoršil kvalitu budovy a s ní i její energetický standard. Důsledky posledního výčtu pocítujeme v české moderní architektuře dodnes. Přetavil se do neofunkcionalismu a domácího pojetí minimalismu, který má stále velké množství příznivců, mezi kterými najdeme i nemalou skupinu českých architektů.

Architektura někdy přestává být vnímána jako symbióza vyváženého výtvarného, konstrukčního a dispozičního řešení, jako jednota formy a funkce. Navrch postupně získalo výtvarné řešení spolu s ubývajícimi znalostmi architektů, zejména v oblasti tradičního stavitelství a stavební fyziky, viz obr. 2.

3. Historické souvislosti

Dějiny pasivní výstavby sahají až do 19. století, kdy první stavbou nebyla budova, ale dřevěný trojtěžník „Fram“ polárního badatele Fritjofa Nansena z roku 1883, viz obr. 3. Stěny a paluba měly sendvičovou konstrukci v tloušťce 400 mm, kde tepelnou izolaci tvořily vrstvy plsti a parozábranu linoleum. Okna byla vybavena trojskly a fungovalo zde řízené větrání s elektrickými ventilátory. I při teplotách hluboko pod bodem mrazu se kamna v podpalubí nepoužívala. Fram byl vybaven větrnou elektrárnou se skládacím větrníkem s listy potaženými plátnem. Elektrárna poháněla dynamo a zajišťovala, na tehdejší dobu komfortní, osvětlení podpalubí pomocí obloukových elektrických lamp.

Technologický pokrok urychlila druhá světová válka, která vedla k celé řadě objevů. V oblasti tepelné techniky přinesla například extrudovaný polystyrén. Na školách pak iniciovala pokusy s využitím energie slunce.

V roce 1939 byl na univerzitě Harvard vymyšlen a postaven malý dřevěný rodinný dům s dvěma obytnými místnostmi, M.I.T. Solar house #1, s ambicemi prvního nulového domu. Energie zajišťovaly solární kolektory na sedlové střeše s rozměrným vodním akumulacním zásobníkem v suterénu, který byl důsledně tepelně izolován.

Dalším přelomem byla v roce 1956 v Novém Mexiku realizace komerčně využitelné solární administrativní budovy od architektů Franka Bridgerse a Dona Paxtona a spolupracovníků. Dispoziční řešení bylo podřízeno tepelnému zónování, tvar střech optimálnímu sklonu kolektorů. Byla to první budova svého druhu na světě, jejíž solární koncept zajišťoval příkon většiny potřebné energie ze slunce. Akumulace byla zajištěna vodními zásobníky a pěti tepelnými čerpadly, jako doplňkový zdroj.

První ropná krize v roce 1973, někdy označovaná v západní literatuře jako „Den Kuvajtu“ a následně válka mezi Íránem a Írákem přivedla obě odlišné ekonomické soustavy oddělené železnou oponou ke zjištění, že pro západní kulturu existuje něco takového jako „meze růstu“. Například automobilový průmysl na západě na to promptně reagoval sníženou spotřebou u nových modelů aut.

Ale ani východní blok nezůstal nedotčený. Autorovi vrstevníci si jistě vzpomenu na dětmi oblíbené „uhelné prázdniny“, kdy z energetických důvodů musela být v tuzemsku na několik týdnů v zimním období přerušena výuka ve školách. Bylo to důkazem nepromyšlené politiky jedné strany, růstu založenému na spotřebě byt' v omezených mezích limitovaných centrálně řízeným hospodářstvím. Sovětský svaz na to reagoval zvýšenou těžbou zemního plynu a posílením dodávek do východních satelitů...aby tím dočasně zalátal díru, její odstranění však postrádalo systémového řešení.

Architekti žijící na západě, experimentující v podmínkách tržního hospodářství, se nechali inspirovat ropnou krizí k řešení pokusných domů, které by byly energeticky zcela autonomní. Pro tyto pilotní projekty byly charakteristické následující prvky:

- částečné či úplné nakrytí stavby terénem,
- jižní strana byla řešena jako velký skleník, někdy s vlastní produkcí potravin, jako součást uzavřeného oběhu látek a energií,

- využití energie slunce a větru a pokusy o jejich akumulaci a „uskladnění“ delší dobu,
- recyklování tepla, vody a odpadů,
- energetické využití bio odpadů

Vznikl tak zárodek nového typologického druhu nazývaný „solární architektura“. Realizované stavby byly sice relativně soběstačné, ale rovněž natolik technicky náročné, že byly pro bydlení běžného stavebníka nebo komerční výstavbu zatím nepoužitelné. Při srovnání cena/výkon se ukázalo, že vložené náklady, několikanásobně převyšují úspory dosažitelné provozem domu po dobu předpokládané životnosti. Stavebník potom musel být všestranně vzdělaným odborníkem v mnoha profesích, podle hesla: „Ferda mravenec - práce všeho druhu.“

Výsledkem těchto experimentů bylo rovněž zjištění, že různé formy zimních zahrad s rozsáhlými prosklenými plochami, zamýšlené jako pasivní kolektory sluneční energie, zdaleka nedosahují při poměru cena/výkon plánované efektivnosti. Postupně se od nich začalo upouštět.

V jednotlivých zemích vyspělé západní Evropy se vývoj lišil podle tradice a specifických podmínek. Například již v roce 1975 (!) byla ve Švédsku zavedena stavební norma SBN 75, která ukládala hodnoty součinitelů prostupu tepla blízko úrovní dnešních českých požadavků na nízkoenergetické domy. Ve Finsku si nejsou schopni vzpomenout, od kdy používají výhradně okna s trojskly...

Severské státy tak získali náskok, který byl založen na osvětě ve všech stupních škol a nenásilném uplatňování energetických úspor, které jsou v širším kontextu součástí zdravého a k přírodě ohleduplného životního stylu jako součásti běžného a přirozeného standardu života společnosti.

Prvním evropským pasivním domem byla stavba v dánském Kopenhagenu podle projektu architekta Vagna Korsgaardena, postavená v roce 1976. Byla realizována jako „nulový dům“ s potřebou tepla na vytápění 0 kWh/(m²rok), kde veškeré tepelné ztráty domu byly kryty vnitřními tepelnými zisky ve spolupráci se solárními kolektory. Zprvu nepřilíš vzhledné (a z výtvarného hlediska po právu kritizované) stavby, kdy byl design zcela podřízen technickým aspektům energetické úspornosti (nezřídka projektované bez účasti architekta) si postupně a získaly respekt a přesvědčily rovněž svojí nespornou architektonickou kvalitou.

V dnešním Rakousku patří pasivní budovy k prestižním zakázkám, o které tvrdě soutěží renomované kanceláře. Staví se komplexy s investicemi v řádu miliard českých korun. Zároveň neexistuje typologický druh, který by nebylo možné realizovat v tom, aktuálně nejvyšším, pasivním standardu. Kromě staveb pro bydlení, školských a administrativních budov známe již příklady pasivních kostelů, ale i vězení (!) a soudního dvora.

V Německu je možné vidět i rekonstrukce památkově chráněných objektů do pasivního standardu. Nemusím zdůrazňovat, že to tuzemští pracovníci památkového ústavu neradi slyší...

Nejvýznamnějším evropským střediskem podporujícím rozvoj a výstavbu pasivních domů je Passivhaus Institut v Darmstadtu vedený Dr. Wolfgangem Feistem (založen v roce 1996). Jedná se o nezávislou a nevládní instituci, která výsledky svých výzkumů a zkušeností zahrnuje do průběžně aktualizovaného softwaru (PHPP), určeného pro návrh a výpočtové ověření parametrů (certifikaci) pasivních domů. (Jeho česká verze je dostupná prostřednictvím Centra pasivního domu, www.pasivni.domy.cz)

Za několik desítek let byla experimentálně i prakticky ověřena celá řada významných konceptů. Ukázalo se, že je nezbytné připad od případu pečlivě zvážit a ekonomicky vyhodnotit navrhovaná úsporná opatření vždy v závislosti na specifikách místa, požadavcích investora a orientovat se spíše na jednoduché systémy, které svojí obsluhou stavebníka nezatěžují. Cílem je ekonomická návratnost vložených více nákladů a pořizovací cena, která se nebude výrazně lišit od běžné výstavby.

Komplexnost, vyváženost a vnitřní provázanost navrhovaných opatření - jediné tak bude možné myšlenku energeticky nenáročné výstavby prosadit do praxe a získá si přitažlivost pro běžné stavebníky/investory.

4. Začíná to již urbanistickým konceptem

V rámci pasivních domů jsme si zvykli hovořit pouze o parametrech jednotlivých staveb, kde preferovaným tématem je potřeba/spotřeba energií. V měřítku sídelního útvaru, či města je základem nízké energetické náročnosti kvalitní urbanistický koncept. Je důležité si uvědomit, že udržitelná výstavba zahrnuje další aspekty, mezi které patří nejen spotřeba energií, ale také hospodaření s dešťovými vodami, hospodaření s odpadem a recyklace urbánní struktury po dožití a v neposlední řadě klade důraz na maximální využití OZE.

Při plánování měst již nejde jen o výtvarný a kompoziční záměr, ale také o již zmíněnou udržitelnost, kterou je možné dosáhnout vhodnou orientací komunikací, jejich dimenzí vůči plochám zástavby a její promyšleně komponovanou podlažností. Vytvořené koncepty mají vliv na proudění větru, stínění okolí, oslunění a osvětlení obytných průčelí domů, viz obr. 4 a 5. Poměr zatravněných ploch, s odpovídající dimenzí vsakovacích průlehub, a zpevněných ploch, jejich zbarvení, potom výraznou měrou přispívá ke změnám lokálním mikroklimatickým poměrům (teplota, vlhkost). Korektní orientaci při umísťování energeticky efektivních staveb v ČR, nezřídka brání formální regulace (uliční čáry, tvary střech a orientace hřebenů), které v rozporu s právními předpisy obsahuje mnoho územních plánů.

Prvním realizovaným městem, kde byly optimalizovány nároky na hospodaření s energiemi, vodou a odpady je „Solar city“ v Pichlingu, poblíž rakouského Lince, viz obr. 6. Následovaly další města, například Stockholm, městská část Hammarbysjostad, relativně soběstačná a šetrná k životnímu prostředí. Dnes je v přípravě řada lokalit, které jsou energeticky úsporné, šetrné a trvale udržitelné směřující ke koncepci chytrých měst - „smart city“ v rámci „bezuhlíkové Evropy“, například dánská Kodaň nebo švýcarský Zurich. V Dánsku potom celé regiony.

Aktuálně jsou vyvinuty, a i v Česku již dostupné, softwarové nástroje, které jsou schopné

posoudit kvalitu urbanistického návrhu z hlediska proklamované udržitelnosti. Cílem je dosažení komplexní energetické soběstačnosti na principu ostrovních systémů, které jsou odolné vůči „dominovému efektu“ v podobě blackoutů. „Vlastně nic nového pod sluncem, než ve velkém měřítku návrat k soběstačnosti historických zemědělských usedlostí...“, jak říká Jiří Šála. V měřítku státu je potom cílem dosažení energetické nezávislosti. Vždyť země EU spotřebují 27 % celkové globálně vyrobené energie, přestože se na jejich území nachází pouze 3 % fosilních zdrojů.

Se znepokojením musím konstatovat, že tato problematika se dosud nepřednáší na žádné vysoké škole v České republice.

5. Objemové a dispoziční řešení

Pro architekturu pasivní budovy platí zásada, jež hledá takové výtvarné a hmotové řešení, aby byla splněna podmínka vměstnat co největší objem stavby do co nejmenšího povrchu obvodového pláště (poměr A/V). Ideální, avšak nereálný je tvar koule. Jako optimální řešení se ukázal ležatý vícepodlažní kvádr orientovaný delší stranou na jih, s plochou střechou (je výhodnější než pultová nebo sedlová). Dalším významným aspektem při navrhování pasivních domů je snaha eliminovat různé výčnělky - arkýře, rizality, věžičky, balkóny, ale i lodžie zapuštěné do objemu, které podstatně zvětšují ochlazovaný povrch (pokud je tato zásada porušena, je důležité si uvědomit, že na vybalancování takovéto situace je nutná další investice do stavby a především si vyžaduje od architekta léta zkušeností s navrhováním a realizací energeticky efektivních domů).

Renesanci zažívají i netradiční tvary, jako válec, nebo elipsa, které mají dobrý poměr A/V , zejména u větších veřejných staveb, viz obr. 7 a 8, 9. Zároveň platí, že čím menší stavba, tím hůře se dosahuje pasivního standardu. Z tohoto hlediska je nejnáročnější úlohou rodinný dům. Forma přízemního bungalovu jen výjimečně dosáhne parametrů pasivního domu. Výbornou příležitost pro rekonstrukci v pasivním standardu představují svým jednoduchým tvarem panelové domy.

Z hlediska návrhu dispozice je preferováno u staveb pro bydlení tepelné zónování dispozice. Obytné místnosti jsou orientovány na osluněné strany (dosažení pasivních solárních zisků), komunikace, servisní a sociální místnosti převážně na sever. Místnosti jsou sdružovány do skupin podle nároků na parametry vnitřního prostředí (teplota a vlhkost). Vstupy jsou chráněny tepelným filtrem - zádveřím. Jsou definovány provozy, které nebudou zahrnuty do tepelné obálky domu, případně budou mít vlastní obálku s odlišným režimem, například vnitřní bazén, zimní zahrady, nebo podzemní podlaží, viz obr. 10. Tvorba dispozice (u větších bytových domů) může být ovlivněna rovněž volbou systému(ů) řízeného větrání (lokální, centrální, decentrální, semicentrální), proto je nezbytné s touto informací pracovat již od úrovně zrodu konceptu - komplexní přístup.

U větších nebytových, administrativních, či školních staveb se osvědčil model kompaktní hmoty s vnitřním atriem prosvětleným střechou. Vnitřní víceúčelová převýšená hala tvoří z hlediska požadovaných parametrů vnitřního prostředí zároveň „nárazníkové pásmo“ před jednotlivými kanceláři, či učebnami.

Důraz musí být kladen kromě ztrát tepla, kvality vzduchu, světelnou pohodu a požární bezpečnost, rovněž na akustické poměry, viz obr. 11 a 12.

Podmínkou správné funkce je komplexní stavebně architektonický přístup, vynikající úroveň zateplení, relativně vzduchotěsná obálka a návrh vhodných technologií (budovy ČSOB, Národní technické knihovny v Praze (NTK), nebo nová Fakulta architektury ČVUT jsou příkladem staveb, které bohužel zůstaly na půl cesty, z toho vyplývajícími důsledky pro uživatele i provozovatele).

Koncept budovy vedoucí ke studii je nejdůležitější etapou návrhu energeticky efektivní stavby. Chyby, které jsou v této fázi provedeny, nejsou žádnými následnými ekonomicky přiměřenými opatřeními odstranitelné. Promyšlené architektonické řešení je zdrojem největších energetických úspor.

6. Důležitá role oken

Diskutovaným tématem je **velikost a umístění oken a jejich členění**. Návrh okenních otvorů by nikdy neměla být pouze samoúčelná výtvarná hra.

Plocha okenního otvoru má (i u běžné výstavby) vždy 3 - 4x horší tepelně technické vlastnosti oproti sousedícímu plnému plášti a obdobný poměr platí i cenově. Z hlediska normových hodnot pro osvětlení a oslunění postačuje poměr 1/6 vůči podlahové ploše místnosti (za zmínku stojí, že jsme jediná evropská země, která má zakotvený požadavek oslunění obytných místností v právních předpisech). Obecně cokoliv nad to jest, zatěžuje stavbu, z hlediska konstrukce, tepelné techniky, rozpočtu i technologií. Nejslabším prvkem konstrukce okna z hlediska tepelné ochrany je okenní rám. Proto je výhodné navrhovat menší počet větších oken, než opačně. Dosáhneme tím lepších parametrů z hlediska stavební fyziky (menšího obvodu okenního rámu vůči zasklené ploše okna). Rozhoduje rovněž tvar a výškové umístění.

Typickým prvkem pasivních domů je členění oken, kdy pouze menší části jsou otvíravé (zajištění vzduchotěsnosti, nižší pořizovací cena). Dalším momentem je užití rámu s větší konstrukční hloubkou, případně užití bezrámového zasklení trojskly s teplým rámečkem, a to rovněž u rohových oken, viz obr. 13.

Větší vrstva tepelné izolace v obvodovém plášti vede k hlubšímu ostění oken. To vytváří na fasádě výraznější hru stínů. Ale i tvarování ostění, v kombinaci se stínícími prostředky, se může stát výrazným výtvarným prvkem pasivního domu, viz obr. 14. Výhodné je užití špaletových oken.

Obecně lze konstatovat, že realizace plně prosklených fasád, nezohledňující ani orientaci ke světovým stranám, je technicky i ekonomicky nekorektní. Rovněž dvojité prosklené fasády nenaplnily naděje tvůrců. Generují vysoké tepelné ztráty (chladné období, noc) a letní přehřívání, které standardně řešíme problematickou klimatizací, která v našem klimatickém pásmu přitom není nezbytná a strojové chlazení je energeticky 3x náročnější, než vytápění (kromě obvyklého vedlejšího efektu „syndromu nemocných budov“). Cenově nenáročnými stavebně technickými opatřeními a soft technologiemi jsme schopni dosáhnout kvalitního vnitřního prostředí i bez užití klimatizace.

Prosklené parapety administrativních budov reprezentují pouze ztráty, žádné zisky. Nezřídka užívaný argument autorů takových staveb o vizuálním propojení s exteriérem, je vzápětí popřen zataženými roletami, které jediné umožňují práci s monitory PC, (stačí navštívit například BB - centrum v Praze).

U staveb pro bydlení se snažíme odclonit „vysoké letní sluníčko“ architektonickými a stínícími prostředky, zatímco nízké zimní sluníčko nám pomáhá při průchodu do hloubky interiéru většími prosklenými plochami orientovanými na jih s pasivními solárními zisky.

Dilema nás čeká u školských a administrativních budov, kde musíme splnit přísné požadavky intenzity světla v úrovni pracovní plochy 500 luxů. Na jednu stranu se snažíme z důvodů vysokých energetických nároků umělého osvětlení prodloužit den, na druhou stranu bránit letnímu přehřívání. I v zimním období, kromě problematiky tepelných ztrát, hrají u tohoto typologického druhu významnou roli vnitřní tepelné zisky (osoby, spotřebiče), viz obr. 15.

Korektní, funkční návrh oken, rozměr nadpraží a parapetů, stínících prostředků, je proto náročným rébusem, který má zároveň klíčový dopad do celkového designu a proporcí budovy.

7. Konstrukční řešení pasivních domů má vliv na design

Požadavky pasivního standardu představují pro architekty nové výzvy a vyžadují větší přesah znalostí, zkušeností a kompetencí do souvisejících disciplín, zejména stavební fyziky.

Začíná to již **výběrem materiálů nosné části stavby**. S ohledem na šetrnost vůči životnímu prostředí, dostává větší prostor i při veřejných budovách technologie moderní dřevostavby. Inspirována rakouskými zkušenostmi vzniká i v ČR první budova s těžkým železobetonovým akumulacním jádrem vybaveným dřevěným obvodovým pláštěm, viz obr. 16. Znamená to však osvojit si kromě klasického silikátového stavitelství rovněž adekvátní znalosti dřevěných konstrukcí, v oblasti technologie, statiky, požární bezpečnosti, akustiky a zejména znát a respektovat při návrhu principy konstrukční ochrany dřeva. Nekorektní přístup může mít bohužel fatální následky, viz obr. 17. Rozvíjí se také netradiční řešení silikátových plášťů.

Návrh spodní stavby nabízí u nepodsklepených objektů nové formy založení na zámrnou hloubku na železobetonové desce na vrstvě tepelné izolace, zvolené dle charakteru podloží. V případě dřevostaveb je ekonomickým způsobem založení na pilotech s provětrávaným prostorem pod stavbou. To má vliv na nové formy a design vstupů do budovy, včetně možností bezbariérového řešení (rampy, můstky, anglické dvorky, terénní úpravy apod.)

Vrchní stavba je navrhována kompaktní, pokud možno bez konvexně a konkávně modelovaných částí stavby. Terasy, balkóny a jiné výčnělky pláště jsou přednostně řešeny jako konstrukčně samonosné části, s přerušením tepelných mostů, což má svůj odpovídající obraz v designu (o možnostech tvarování ostění oken řeč již byla).

Střecha by měla opět být jednoduchého tvaru. Jsou spíše upřednostňovány pultové a ploché střechy bez atik a střešních nástaveb s eliminací prostupů ventilačních hlavic. (I se sedlovou střechou však vznikají kvalitní domy). Preferuje se vnější odvod dešťových vod před vnitřními vpustěmi. Výhodné jsou zelené vegetační střechy.

Při návrhu konstrukce i designu „páté fasády“ je nutné zohlednit plochu, umístění a kotvení FV a termických solárních kolektorů, zejména v případě objektů v památkových zónách, či budov, jejichž střešní krajina ovlivňuje dálkové pohledy. (Možnost integrace do konstrukce střechy)

Novinkou, mající perspektivní budoucnost, jsou z hlediska životního prostředí zelené vegetační fasády z prefabrikovaných prvků. Výrazně ovlivňují mikroklima a vlhkostní režim v blízkosti oken obytných místností. Dávají stavbám další rozměr, dobře je integrují do okolního prostředí, viz obr. 18.

Interiéry budov zejména větších veřejných doznávají rovněž změn. Technologie aktivovaných betonových stropů, ekonomická v případě pasivních staveb, vyžaduje bezprostřední kontakt s vnitřním prostředím. To předpokládá eliminaci podhledů, případně ponechání stropních desek v pohledové kvalitě. S tím souvisí vývoj vzduchovodů i z netradičních materiálů (textil, sklo, dřevo). U dřevostaveb se ve zvýšené míře užívají nepálené hliněné výrobky, které mají podíl na regulaci vnitřní vlhkosti. Novinkou jsou FV interiérové fólie.

V obecné rovině musím s politováním konstatovat, že se nám i při projektech běžných domů výjimečně výtvarně invenčních, někdy vytrácí běžný inženýrský úsudek a pokora před fyzikou a technikou, jako standardní součást profese a zodpovědnosti architekta.

Bohužel pasivní domy jsou mnohem citlivější na podobné nekorektnosti, kvalitu návrhu a provedení, než dosud běžně realizované stavby.

8. Nové technologie

Boom energeticky efektivních staveb, zejména v německy mluvících zemích, generuje rychlý vývoj nových technologií, které bychom si před deseti lety jen stěží dokázali představit. Vydaly by na samostatný článek, takže jen namátkou: energeticky vysoce účinné obvodové pláště, vakuové a gelové tepelné izolace (trendem je dosáhnout vysoké účinnosti při minimální tloušťce). Samostatným oborem je integrace výplní otvorů a různých druhů solárních kolektorů. Design průhledných FV panelů s volitelnou možností průsvitného potisku, viz obr. 19. Křemíkové FV panely mohou být už dnes nahrazeny subtilními polymerovými fóliemi, které jsou účinné také při instalaci v interiéru budovy. Dále inteligentní parozábrany a těsnící prostředky...

V energetice se pracuje na různých formách konzervace elektrické energie v úrovni rodinných domů, ale i průmyslových aplikací určených pro rozsáhlejší ostrovní systémy. Slibně se rozvíjí technologie vodíkových článků, viz obr. 20.

Cenově jsou všechny tyto komponenty dosud méně dostupné, ale vzpomeňme na cenové relace prvních PC, nebo mobilů...

Významnou změnu čeká i proces projektování staveb. Intuitivní navrhování bude stále více nahrazováno exaktními metodami. Mění se nejen hardware, ale i pokročilý software - BIM navrhování. „Informační model budovy“(BIM) umožňuje všem účastníkům procesu projektové přípravy online sdílet informace o připravované stavbě. Investorovi například v každé fázi umožňuje kontrolu, jak splňuje stavba požadavky šetrnosti a energetické úspornosti. Uspadňuje facility management, ale i případný budoucí zásah hasičů (tedy to co například chybělo 11. září zasahujícím jednotkám ve WTC).

9. Závěrem

Architektům se nabízí historicky zcela nové procesy a možnosti v navrhování designu budov. Jako výzva, nikoliv jako omezení. Energeticky úsporný standard není nutné zlo, ale nový styl, který se stává znakem kvalitní architektury.

A co může být pro architekta větší motivací, než se podílet na vývoji nového směru v architektuře? Osvícení architekti byli přece vždy v čele technického pokroku.



Obr. 1 První pasivní administrativní budova v ČR – Intoza v Ostravě, slouží zároveň jako poradenské a informační středisko, architekt: Václavík.



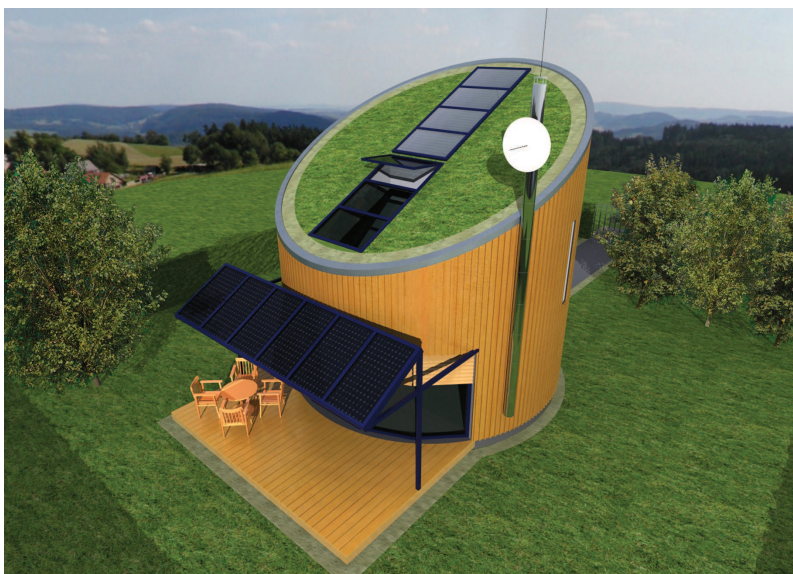
Obr. 2 Interiér jednoho z bytů kolonky Rudník v Podkrkonoší, architekti při návrhu a realizaci nerespektovali elementární zásady stavební fyziky a stavitelství. Stavba obdržela cenu Grand prix v roce 2001, dodnes není pro četné vady zkolaudována (jeden z prvních pomníčků české moderní architektury). Foto: Awal.



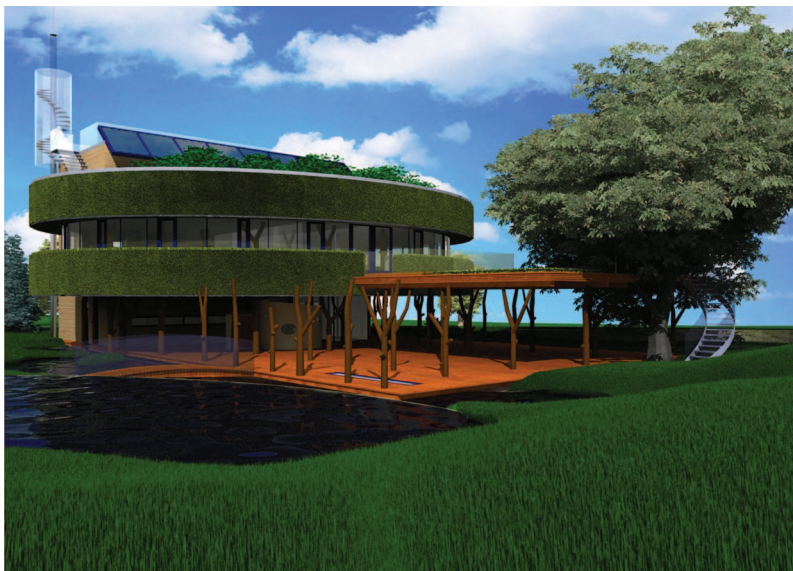
Obr. 3 „Pasivní“ trojtěžník „Fram“ polárního badatele Fritjofa Nansena z roku 1883.



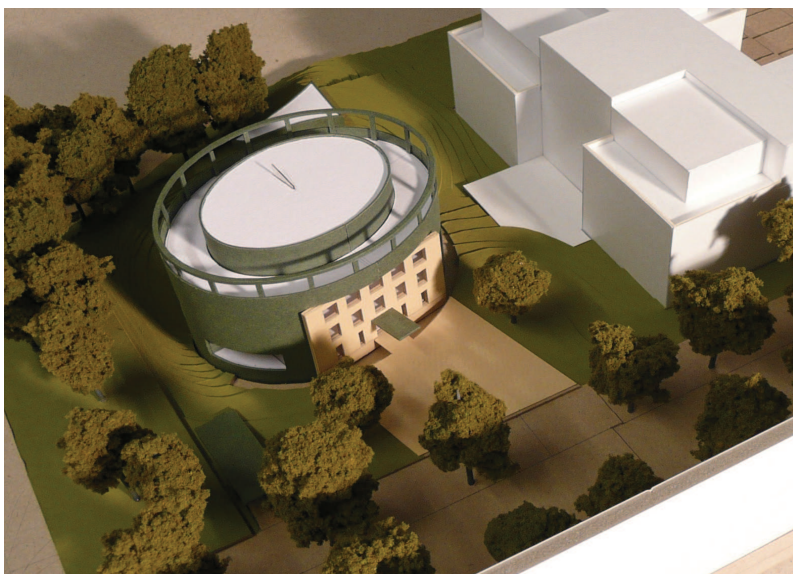
Obr. 6 Dosud největší koncentrace bytových domů v pasivním standardu je v rakouském Innsbrucku. Řádově tisíce bytů je součástí sousedící obytné zóny Lodennareal a nové olympijské vesničky. Pohled na model a realitu - hledání adekvátního výtvarného pojetí fasád.



Obr. 7 Malý pasivní rodinný dům. Typový projekt dřevěné stavby určený pro opakovanou výstavbu. Malý objem je kompenzován válcovitým tvarem stavby. Architekt: Smola



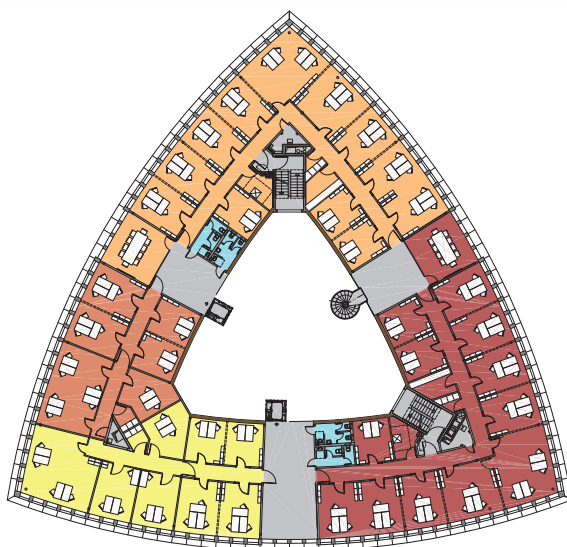
Obr. 8 Dům stromů - informační a vzdělávací centrum v dendrologické zahradě v Praze - Průhoncích je koncipováno jako pasivní, moderní dřevostavba s vegetačními fasádami a střešní zahradou. Architekti: Brotánek, Preisler, Smola.



Obr. 9 Připravovaný projekt nadstandardního pasivního bytového domu s plně vegetační fasádou. Architekti: Masák, Němejc, Smola.



Obr. 10 Příklad tepelného zónování dispozice, jako základ výtvarné kompozice. Noční zóna dřevěného rodinného domu v pasivním standardu je situována do samostatné kónické hmoty. Architekt: Smola.



1 OBERGESCHOSS

Obr. 11 Dispoziční řešení první administrativní budovy v pasivním standardu Energon (ENERgie + triGON) v německém Ulmu - třítrakt s vnitřním atriem. Architekt: studio oehler + arch kom.



Obr. 12 Drážďany, pohled do interiéru vnitřní haly první pasivní základní školy v Sasku. Architekt: Hengst.



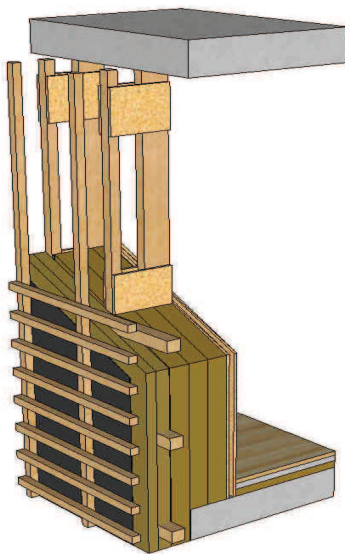
Obr. 13 Pasivní „Dům snů“ (z televizního pořadu). Detail zasklení výkladců s trojskly v nároží, v bezrámovém provedení. Architekt: Smola, spolupráce: Mertenová.



Obr. 14 Studentská kolej ve Vídni v pasivním standardu. Detail fasády s profilovaným ostěním a „mozaikou“ měděných stínících posuvných panelů. Architekti: Baumschlager, Ebrle.



Obr. 15. Řešení obvodového pláště pasivní administrativní budovy Energy base u Vídne. Nárožní věž funguje jako vícepodlažní zimní zahrada zvlhčující a předehtřívající přiváděný vzduch. Pilovitý profil jižní fasády je z vrchní stínící strany pokryt FV kolektory, šikmá část prosklení umožňuje průchod solárního záření pouze v zimním období. Architekti: POS architekten ZT - KG, Foto: M. Václavská.



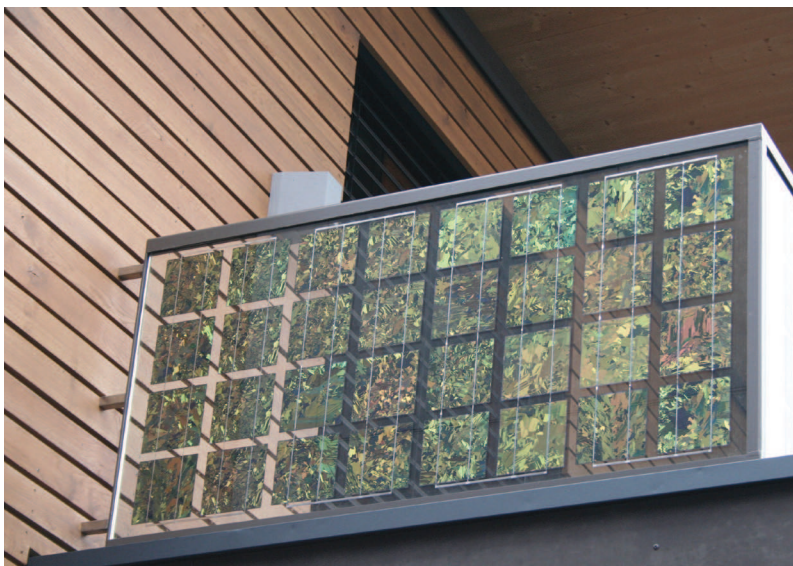
Obr. 16 AB Parnertsví Brno (v realizaci), skladba obvodového pláště. Konstrukce letmé montáže dřevěného obvodového pláště s řadou problematických a nefunkčních prvků. Autor detailu: Projektil, (projekt pro provedení stavby).



Obr. 17 Lesovna Písek, realizována na základě vyzvané architektonické soutěže. Oproti soutěžním podmínkám byla cena takřka trojnásobná. O splnění požadavku, nízké energetické náročnosti nelze u plně prosklené stavby hovořit. Výtvarně zajímavé dílo je učebnicovým příkladem nerespektování pravidel konstrukční ochrany dřeva a právních předpisů. Architekt: Rajniš.



Obr. 18 Vegetační fasáda, Quai Branly muzeum v Paříži. Dosud jedna z největších realizací v Evropě. Architekt: Nouvel.



Obr. 19 Příklad designu průhledných VF panelů s potiskem, jako výplň zábradlí pasivního rodinného domu - Innsbruck. Foto: M. Václavská.



Obr. 20 Jeden z prvních prakticky využitelných vodíkových článků, který je schopen konzervovat energii z FV panelů v rámci ostrovního systému a v případě potřeby jí aktuálně uvolňovat - řešení v rozsahu rodinného domu Firma: Fronius.

Poznámka: V textu byly užity úryvky z knihy „ Stavba a užívání nízkoenergetického a pasivního domu“, Josef Smola, Grada 2011

Neoznačené fotografie: autor článku

2. Obecně o pasivních domech

Vanda Holeščáková

Má pasivní dom svoje miesto na Slovensku?

30

Jan Tywoniak

Pasivní a nulové budovy na společné cestě

34

Werner Hackermüller

Pasivní domy - quo vadis aneb vrtěti psem

40

Passivhaus - quo vadis oder wag the dog

48

Má pasívny dom svoje miesto na Slovensku?

Ing. arch. Vanda Holeščáková, ARCHITECONICA s.r.o.

Slávičie údolie 16, Bratislava 811 02

Tel.: +421 903 256070, E-mail: vholescakova@gmail.com

II.

V poslednom období je vo svetovej architektúre cítiť návrat k prírode a človeku. Ustupuje sa od megalomanských projektov a experimentovania. Do popredia sa dostáva myšlienka ekológie, energetickej efektívnosti, trvalej udržateľnosti.

Je tomu tak aj na Slovensku? Obytná architektúra nášho územia sa pôvodne vyvíjala v súlade s prírodou. Sídla a jednotlivé obydlia rešpektovali danosti miesta ako zdroje vody, záplavové oblasti, orientáciu a silu vetra, orientáciu slnka. Spôsob obživy človeka sa prispôbil miestu jeho života. Architektúra na Slovensku bola vždy rôznorodá, čo bolo spôsobené stretom rôznych kultúr.

Život v mestách patril zvyčajne vyššej triede obyvateľstva, ktorá okolo seba nabaľovala triedy nižšie. Napriek tomu bol vždy prispôsobený mierke človeka. Mesto malo chrániť ľudí pred nepriateľmi a živlami. Uzatváralo v sebe komunitu ľudí a využívalo danosti miesta ako strategickú polohu, polohu pri riekach, dopravných trasách, umiestnenie na vyvýšeninách. Ulice a námestia spĺňali okrem funkčnosti aj prepojenie medzi interiérom a exteriérom.

Naproti tomu život na vidieku nechával prírodu preniknúť do život človeka viac. Sídla boli rozvoľnenejšie, život sa odohrával viac v exteriéri.

V obidvoch spôsoboch života, mestskom i vidieckom, bolo badať vrstvenie. Nové stavby sa stavali v blízkosti alebo na mieste starých, ale s určitým rešpektom a odkazom. Nové nikdy nevytláčalo staré a overené stavebné postupy sa opakovali.

Výraznú zmenu prinieslo obdobie po druhej svetovej vojne, kedy bolo treba zmenou politického režimu zmeniť spôsob života jednotlivých spoločenských tried ich vyrovnaním. Veľkému počtu obyvateľstva bolo treba poskytnúť lacné a rýchle bývanie určitého štandardu. Migrácia ľudí z vidieka spôsobila obrovský nárast miest. Postupne nebolo možné nadviazať na mestskú štruktúru a tak vznikali úplne nové mestské štvrte s rýchlou vysokopodlažnou zástavbou. S cieľom urýchliť a unifikovať výrobu sa začali používať nové materiály a technológie. Pre jednoduchú dostupnosť a nízku cenu sa začalo s neefektívnym využívaním energií. Ústredným kúrením a centrálnym ohrevom pitnej vody sa stali tieto dve vymoženosti prístupné pre každého relatívne lacno.

Ľudia žijúci na vidieku v novej povojnovej výstavbe nenadviazali na históriu. Začali používať nové stavebné materiály a so zmenou štandardu bývania sa menila aj mierka a tvar tradičných vidieckych domov a sídel.

Porevolučné obdobie prinieslo do mestskej aj vidieckej architektúry uvoľnenie. To sa však žiaľ často prejavilo negatívnym uvoľnením tvarov, farieb a veľkosti na úkor funkčnosti.

V posledných rokoch sa začína aj na Slovensku uvažovať ekologicky. Aj u nás sa objavili pojmy ako nízkoenergetický a pasívny dom. Žiaľ, prvé oboznamovanie sa s touto terminológiou prichádza v časoch, keď sa v susedných štátoch môžu pochváliť tisíckami zrealizovaných stavieb tohto druhu. Oneskorenie je spôsobené tým, že v okolitých krajinách je stavebná politika nasmerovaná na cestu ekológie a trvalo udržateľného rozvoja. U nás je pasívna architektúra záležitosťou užšej komunity.

Zaujímavosťou je, že pri pohľade do histórie zistíme, že ekologické a pasívne zmýšľanie je určitým odkazom na minulosť. Keď sa pozrieme na základné prvky slovenskej obytnej architektúry vidieka, vidíme zopár ekvivalentov. Dvoma hlavnými stavebnými materiálmi na Slovensku boli v minulosti drevo a hlina. Tie sa v súčasne pasívnej architektúre tešia stále väčšej obľube. V minulosti boli obidva materiály využívané hlavne pre svoju priamu dostupnosť v mieste výstavby. V súčasnej ekologickej architektúre sa opäť navracia k tomuto trendu.

Konštrukcie domov boli riešené tak, aby dochádzalo k minimálnym tepelným únikom. Použitý materiál zabezpečil akumuláciu tepla a absorpciu vlhkosti. Hrúbka obvodových stien bola z konštrukčných a tiež tepelno-izolačných dôvodov značná. Po krátkom období zanedbávania tepelno-izolačnej funkcie konštrukcií sa k tomuto trendu v súčasnosti vraciame a obvodové steny sa často riešia vrstvením, členením na konštrukčnú a tepelnoizolačnú vrstvu.

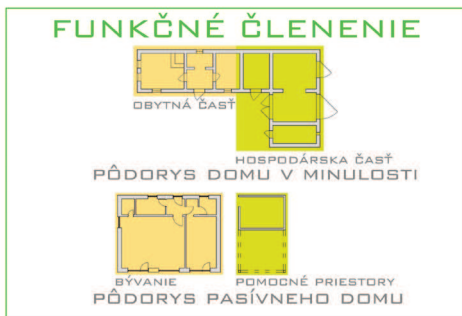
Okenné otvory boli v minulosti z pohľadu tepelného úniku slabým bodom, boli teda minimalizované, čo však nebolo hygienickým nedostatkom, pretože život človeka sa odohrával prevažne v exteriéri. V súčasnosti, keď sa človek zdržiava v interiéri čoraz častejšie, sa vyvíjajú inovované konštrukcie okien, ktoré okrem estetickkej stránky a dostatočnej veľkosti umožňujú to podstatné pre pasívnu architektúru teda výrazné slnečné zisky.



Obr. 1 Okná v minulosti boli minimalizované. V súčasnosti sa v pasívnom dome využívajú slnečné zisky, okná otočená na juh sú dostatočne veľké, ostatné sú minimalizované.

Veľkosť obydli bola v minulosti funkčne členená. Obytné priestory, ktoré boli vykurované, boli na seba funkčne naviazané tak, aby bolo možné oheň využiť na varenie a zároveň kúrenie. K obytným priestorom boli pričlenené hospodárske miestnosti, ktoré sa zvyčajne radili za sebou. Návrat k tomuto trendu je možné badať i v súčasnosti. Dom sa opäť člení

na samostatné časti. Obytná časť je riešená v rámci „tepelnej obálky“ a pomocné priestory ako garáže, sklady, dielne sa dostávajú mimo tejto obálky alebo sa riešia samostatne oddelené od domu. Častým dôvodom tohto riešenia je cenová náročnosť výstavby a hlavne prevádzky.



Obr. 2 V minulosti bola hospodárska časť radená za obytnou, v súčasnosti sú pomocné priestory mimo „tepelnej obálky“.

Obytná architektúra minulosti bola tiež veľmi kompaktná. Terénne úpravy boli realizované minimálne, domy boli osádzané do terénu s jeho zohľadnením, vytvárali sa kamenné podmurovky a čiastočne zapustené pivnice. Samotný tvar domu bol jednoduchého obdĺžnikového tvaru radený pozdĺžnou stranou kolmo na ulicu. Strechy boli typické pre daný región a odrážali predovšetkým funkčnosť, tvar sa prispôboval klimatickým podmienkam. Kompaktnosť a tvarová jednoduchosť riešenia stavby sú predpokladmi pre energetickú úspornosť a cestou k dosiahnutiu pasívnosti domu.



Obr. 3

V minulosti bola pre obytnú architektúru slovenského vidieka vždy veľmi podstatná jej funkčnosť. Zdobenie architektúry bolo riešené vyzdvihnutím toho podstatného, čelnej fasády, detailu, zdôraznením proporčnosti, gradácie, rytmu. Samotnú estetiku riešenia často vytváral krásne zhotovený remeselný detail. Museli sme prejsť zložitým vývojom, aby sme zistili, že uprednostnenie funkčnosti v architektúre pred formou je tou správnou cestou. Obdobie samoúčelných komplikovaných tvarov, výstupkov, arkierov a vikierov

porevolučného „podnikateľského baroka“ máme dúfajme za sebou. Funkčnosť sa v pasívnej architektúre spolu s ekologickým cítením dostáva do popredia. V pasívnom dome je nutné zorientovať priestory čo najvýhodnejšie k svetovým stranám, rozčleniť prevádzku na obytnú a pomocnú časť, zefektívniť rozmiestnenie hygienických priestorov. S tým súvisí funkčné riešenie koncepcie vetrania, dokurovania, rozvodov vody.



Obr. 4 V minulosti bola podstatná funkčnosť, zdobenie architektúry zdôrazňovalo podstatu, materiál, detail. V súčasnosti sa v pasívnom dome navrúva k funkčnosti, estetiku vytvárajú kvalitné použité detaily a materiály.

Architektúra Slovenska prešla dlhú cestu a dnes opätovne zisťujeme, že ľudia v minulosti boli múdrejší. Nejde o vzdelanosť ako takú, skôr o úctu k sebe, okoliu a prírode. V minulosti viedla ľudí v tvorbe architektúry popri vzdelanosti často intuícia a tradícia. My sa k veciam stáročiami overeným vraciame zložitou okľukou. Zisťujeme, že ak chceme ísť cestou trvalej udržateľnosti, ekológie a efektívnosti, musíme zmeniť zmysľovanie. V architektúre vznikol relatívne nový pojem - pasívny dom. Pri bližšom pohľade na to, čo pasívny dom znamená, sa vraciame k prvkom dávno overeným ako funkčnosť, kompaktnosť, dobrá tepelno-izolačná schopnosť konštrukcií, vhodné materiálové zloženie. Toto je odpoveďou na začiatku položenej otázky. Pasívna architektúra má svoje miesto na Slovensku aj vzhľadom na históriu obytnej architektúry u nás.

1. Literatúra

- (1) LIPTAY, J., LIPTAYOVÁ, Z., Máme chalupu. Bratislava- Vydavateľstvo Obzor, 1986
- (2) Internet

Pasivní a nulové budovy na společné cestě

Prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.

Fakulta stavební ČVUT v Praze, Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Tel.: +420 224 354 574, E-mail: tywoniak@fsv.cvut.cz

II.

1. Úvodem

V souvislosti s novým zněním Evropské směrnice o energetické náročnosti budov EPBD (přepracování), 2010 [1] je jistě potřebné diskutovat o další generaci budov s minimalizovanou potřebou energie. Je namístě připomenout vazbu mezi jasně popsanými kategoriemi nízkoenergetických a pasivních budov na straně jedné a budovami energeticky nulovými na straně druhé. Zmíněná směrnice ovšem obsahuje řadu dalších významných bodů, kterými je potřebné se bezodkladně zabývat. K nim patří i požadavek co nejrychlejší „inventury“ současných stavebně-energetických požadavků a jejich zpřísnění, pokud se ukáže, že nejsou nastaveny na tzv. nákladově optimální úrovni. Takové analýzy jsou v kompetenci jednotlivých členských zemí. Budou ovšem prováděny s využitím dodatečně dohodnutého jednotného metodického rámce. Jestliže přitom dojde ke zpřísnění požadavků na „většinou“ výstavbu, může to dále posunout pozornost vývojových pracovníků a zájemců o progresivní řešení k novým tématům. Může taková pozornost negativně ovlivnit dosavadní snahy o větší rozsah výstavby pasivních domů? Mají pasivní domy ze dne na den znamenat jen nějaké přechodné řešení? Bude budoucnost patřit nulovým budovám? A čím jsou vlastně nulové budovy charakterizovány? V kompetenci členských zemí totiž zůstává stanovení, co bude za budovy nulové nebo jim blízké považováno.

2. Pasivní budovy v EPBD

Směrnice [1] se pojmu pasivní dům vyhýbá, a vlastně tím zaostává za ambiciózními požadavky předchozích usnesení Evropského parlamentu. V navazujících metodických pokynech se tento pojem objevuje jen okrajově a je označen jako řešení „podle soukromé definice“, které je možné také použít pro hodnocení, zda jsou požadavky nastaveny na nákladově optimální úrovni.

3. K definicím energeticky nulových budov

Tabulka 1 shrnuje pravděpodobné zástupce nové generace energeticky úsporných budov podle studie [3] s obvyklými požadavky na stav vnitřního prostředí (bytové a občanské stavby s teplotami 18 - 22 °C), přičemž pasivní budovu užívá jako referenční (obvyklé) řešení. Uvádí se zde základní charakteristika budov, způsob hodnocení i některé stavebně-energetické vlastnosti. Tabulku je nutné chápat jako předběžný základ pro diskusi. Do takové diskuse by měli být zapojeni kromě specialistů na hodnocení energetické náročnosti budov především zástupci uživatelů budov, včetně státní správy a samospráv. Přístup by měl být formálně nastaven tak, aby struktura požadavků mohla být po delší dobu stabilní (potřebné pro veřejnost i pro projektanty a stavební výrobu),

nicméně určitá flexibilita pro možnost reflektovat další vývoj by měla být zachována.

Reprezentanty nové generace energeticky úsporných budov je možné pracovně rozdělit do následujících skupin:

- energeticky nulové budovy,
- energeticky pozitivní budovy,
- budovy jako součásti energeticky nulové nebo energeticky pozitivní městské čtvrti (města),
- budovy se zvýšenou energetickou soběstačností,
- budovy energeticky nezávislé,
- vhodné kombinace předchozích,
- další, dosud neznámá řešení.

Z uvedených hodnot je patrné, že se i v nové generaci budov předpokládá udržení úrovně pasivní budovy, případně s malou (odůvodněnou) odchylkou. Na takovou výchozí úroveň se pak navazuje zvýšenými požadavky na využití obnovitelných energetických zdrojů a započtení exportu obnovitelné energie.

4. Revize ČSN 73 0540-2

V nedávném období byla zpracována aktualizace ČSN 73 0540-2 [2]. Kromě jiného věnuje ještě větší pozornost než dříve požadavkům (doporučením) pro nízkoenergetické a pasivní budovy. Výrazně rozšířeny jsou pokyny pro navrhování v oblasti technických systémů budov.

Pro přehlednost jsou požadavky na jednotlivé hodnoty součinitele prostupu tepla uváděny ve společné tabulce se třemi sloupci - jako hodnoty požadované, hodnoty doporučené a hodnoty doporučené pro pasivní budovy. Hodnoty doporučené pro pasivní budovy jsou uváděny v intervalu hodnot, obvykle dostačujících k dosažení pasivního standardu. Některé hodnoty jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2 Vybrané hodnoty součinitelů prostupu tepla podle [2].

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10

Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 ²⁾	1,2	0,8 až 0,6
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
1) Pro jednovrstvé zdvo se nejpozději do 31.12.2012 připouští hodnota 0,38 W/(m ² K). 2) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,7 W/(m ² K).			

Doporučené hodnoty pro pasivní budovy se použijí například při studii stavby jako prvotní informace o potřebných hodnotách a s tím souvisejících tloušťkách obvodových konstrukcí, což norma [2] dále jednoduše komentuje: v případě větších kompaktních budov zpravidla postačí dosahovat hodnot při horním okraji uvedeného intervalu. Důraz je dále kladen na hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy a dále na obvyklá kritéria, jako je měrná potřeba tepla na vytápění a hodnoty primární energie - viz tabulka 3 (podle kapitoly A.5.3 v informativní příloze [2]). Na základě poznatku z praxe při návrhu velkých kompaktních budov dochází ke „změkčení“ požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla bytových staveb oproti TNI 73 0330 [4].

Tabulka 3 Základní charakteristiky pasivních budov [2].

		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² a)]	Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/(m ² a)]	Měrná potřeba primární energie [kWh/(m ² a)]
Obytná budova	Rodinný dům	≤ 0,25 požadováno ≤ 0,20 doporučeno	≤ 20 požadováno ≤ 15 doporučeno	0 ²⁾	≤ 60
	Bytový dům	≤ 0,35 požadováno ≤ 0,30 doporučeno	≤ 15	0 ²⁾	≤ 60
Neobytná budova s převažující teplotou 18°C – 22°C		≤ 0,35 ¹⁾	≤ 15	≤ 15	≤ 120
Ostatní budovy		Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních poznatků odborné literatury			≤ 120

- 1) Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě $U_{em,rec}$ podle [2].
- 2) Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné. Pokud by výjimečně bylo dodatečně použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče.

5. Závěrem

Nejnižší zdůvodnitelná úroveň energetické náročnosti budov by měla odpovídat tzv. nákladovému optimu. Metoda stanovení je dána směrnici [1] a doprovodnými dokumenty k ní. Touto metodou prověřená a případně korigovaná kritéria je možné a potřebné zavést do národní legislativy co nejdříve. Rychlejší než nejzazší splnění těchto požadavků by mohlo být podporováno veřejnými dotačními programy.

Pro další pozitivní posun v řešení energetických požadavků na budovy při splnění požadavků na komfort prostředí je nezbytná lepší spolupráce více profesí: Ukázalo se, že podstatné části energetické spotřeby budovy jsou mimo dosah obvykle chápané kompetence projektantů budov, zvláště oblast spotřeby elektrické energie a dále řešení principiálních otázek v souvislosti s vazbou budovy na veřejné sítě. Další podstatnou otázkou je zapojení územního plánování na úrovni zastavovacích pravidel území a rozvoje místní a regionální energetické infrastruktury. Veřejná správa a samospráva může přispět k definování zón s oblastmi výstavby budov s pozitivní energetickou bilancí na úrovni obytného okrsku, městské čtvrti nebo větších.

Definice jednotlivé energeticky nulové budovy nebo energeticky pozitivní budovy bude vhodné i nadále rozlišovat podle toho, zda se jedná o úplnou energetickou bilanci (včetně uživatelské elektrické energie) nebo neúplnou (bez uživatelské elektrické energie). V nejbližším období půjde vždy o tzv. bilanční nulu, předpokládající využití energetických sítí vně budovy.

Pokud jde o nastavení podmínek pro výstavbu od roku 2021 (2019 pro stavby využívající veřejné prostředky), mělo by se jednat o princip tzv. bilanční nuly bez uživatelské energie. Rychlejší než nejzazší splnění takových požadavků by mohlo být opět podporováno veřejnými dotačními programy. Dále by měly být dlouhodobě podporovány i ambicióznější projekty na úrovni tzv. bilanční nuly se započtením uživatelské elektrické energie a další progresivní přístupy.

Pro korektní a jednoznačné hodnocení bude zapotřebí dále upřesnit referenční datové soubory (přítomnost osob, referenční spotřeba elektrické energie apod.) a stanovit referenční metody výpočtu.

Hodnocení celkové kvality řešení budov (ve smyslu zjednodušených nebo podrobných nástrojů analýz životního cyklu a hodnocení z hlediska udržitelné výstavby) by měla v sobě s potřebnou váhou obsahovat i ohodnocení kvality budovy z hlediska provozní energetické náročnosti. Nejvyšší dílčí hodnocení by pak měla být přiřazena budovám na úrovni pasivní budovy nebo lepší. Pokud se systém hodnocení samostatně zabývá

charakterem zdrojů energie pro budovy, může být jako ukazatel použita měrná spotřeba primární energie (nejvyšší hodnocení pro tzv. bilanční nulu).

Tabulka 1 Zástupci nové generace energeticky úsporných budov (klasifikace) v porovnání s pasivní budovou [3].

Typ budovy	Základní popis	Základní kritéria			
		Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	Měrná potřeba tepla na vytápění	Měrná spotřeba primární energie	Další
		$W/(m^2K)$	$kWh/(m^2a)$	$kWh/(m^2a)$	
Pasivní budova	Standardní řešení – jako referenční	Podle ČSN 73 0540-2 (2011) ⁶⁾	≤ 15 (≤ 20 pro rodinné domy)	≤ 60 pro obytné budovy ¹⁾ ≤ 120 pro neobytné budovy ¹⁾	
Energeticky nulová budova	Individuální řešení	Požadavek pro pasivní budovu	Požadavek jako pro pasivní budovu, nejvýše o 20 % vyšší, pokud odborně zdůvodněné nejde lepší hodnoty dosáhnout	≤ 0 pro všechny budovy ¹⁾	
Budova blízká budově energeticky nulové	Individuální řešení	Požadavek pro pasivní budovu	Požadavek jako pro pasivní budovu, nejvýše o 20 % vyšší, pokud odborně zdůvodněné nejde lepší hodnoty dosáhnout	≤ 30 pro obytné budovy ^{6) 7)} ≤ 90 pro neobytné budovy ^{6) 7)}	
Energeticky pozitivní budova	Individuální řešení	Požadavek pro pasivní budovu	Požadavek jako pro pasivní budovu, nejvýše o 20 % vyšší, pokud odborně zdůvodněné nejde lepší hodnoty dosáhnout	≤ 0 pro všechny budovy ¹⁾ a současně do bilance zahrmutá energetická produkce převyšuje energetickou potřebu alespoň o 10 % ²⁾	
Úsporná budova v nulovém souboru budov (energeticky pozitivním souboru budov)	Individuální řešení v kontextu s okolím	Požadavek pro pasivní budovu	Požadavek jako pro pasivní budovu, nejvýše o 20 % vyšší, pokud odborně zdůvodněné nejde lepší hodnoty dosáhnout	Požadavek jako pro pasivní budovu a současně společný bilanční výpočet souboru budov a produkce je nulový (nebo lepší) ³⁾	

Typ budovy	Základní popis	Základní kritéria			
		Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	Měrná potřeba tepla na vytápění	Měrná spotřeba primární energie	Další
		$W/(m^2K)$	$kWh/(m^2a)$	$kWh/(m^2a)$	
Budova se zvýšenou energetickou nezávislostí	Individuální řešení	Požadavek pro pasivní budovu a lepší	Požadavek jako pro pasivní budovu, nejvýše o 20 % vyšší, pokud odborně zdůvodněné nejde lepší hodnoty dosáhnout	Požadavek pro pasivní budovu a lepší	Dodávaná energie není nulová v každém okamžiku ⁴⁾ Budova je za výpočtových provozních podmínek schopna provozu alespoň krátkodobě nezávisle na dávkách energie z vnějšku. Délka takového časového úseku musí být uvedena.
Budova energeticky nezávislá (soběstačná)	Individuální řešení	Požadavek pro pasivní budovu a lepší	Požadavek jako pro pasivní budovu, nejvýše o 20 % vyšší, pokud odborně zdůvodněné nejde lepší hodnoty dosáhnout	Požadavek pro pasivní budovu a lepší	Dodávaná energie je nulová v každém okamžiku ⁴⁾ Budova je za výpočtových provozních podmínek schopna provozu dlouhodobě nezávisle na dávkách energie z vnějšku.

- 1) Do bilance se zahrnují všechny energetické služby sloužící zajištění požadovaného stavu vnitřního prostředí (vytápění, chlazení, větrání, příprava teplé vody, umělé osvětlení, včetně pomocné elektrické energie s těmito službami spojené). Uživatelská elektrická energie se nezahrnuje.
- 2) Formální úprava, aby bylo nastaveno zřetelné odlišné kritérium od bilanční nuly.
- 3) Výpočet se provede pro celý posuzovaný soubor budov dohromady.
- 4) Dodávanou energii (*delivered energy*) není energie slunečního záření, energie horninového prostředí a energie větrná. Dodávanou energii je ta, kterou je třeba kupovat, tedy například i další druhy obnovitelné energie, jako je biomasa a dálkové teplo pocházející z obnovitelných zdrojů nebo produkované jako teplo odpadní.
- 5) Možné uvažovat včetně uživatelské elektrické energie (zatím nedosažitelné jako plošné platný požadavek). Tento přístup může být atraktivní pro individuální investory a může být předmětem zvýšené veřejné podpory (daňové zvýhodnění, dotace).
- 6) Podrobněji v [3]
- 7) Při hodnocení včetně uživatelské elektrické energie se hodnoty zvyšují na 80 pro obytné budovy a 120 pro neobytné. Tyto konkrétní údaje budou předmětem dalších studií.

Na základním přístupu - vhodnosti navrhnout stavební řešení budovy jako pasivní - nové tendence v souvislosti s nulovými budovami nic nezměnily. V navržených kriteriích pro nové generace budov [2] (stále ještě předmětem diskusí!), včetně nulových a energeticky pozitivních je „úleva“ oproti standardu pasivní budovy, jak ji známe dnes, oprávněně jen velmi malá a hodnocení se neomezuje jen na výslednou hodnotu bilančního výpočtu primární energie. Takovým přístupem se nepodporuje jiný možný scénář - ponechat horší kvalitu stavebního řešení a využít větších instalací obnovitelných energetických systémů. Tedy ti, kteří dnes navrhují a realizují pasivní domy, jsou na nové požadavky dobře připraveni.

Poděkování

Příspěvek byl vytvořen s využitím výsledků projektů MPO 2A-1TP1/129 a 122 142 0506 MPO Efekt 2010. Aktualizace dokumentů TNI byla provedena v rámci řešení projektů MSM 6840770005.

6. Literatura

- (1) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU O energetické náročnosti budov (přepracování), červen 2010
- (2) ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky (finální znění návrhu,- červenec 2011)
- (3) Tywoniak, J. a kolektiv: Nová generace energeticky úsporných budov. Studie ČVUT v Praze zpracovaná v rámci projektu 122 142 0506 MPO Efekt, 2011
- (4) TNI 73 0330 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy. ÚNMZ, srpen 2010

Pasivní domy - quo vadis aneb vrtěti psem

Werner Hackermüller

0

Pasivní dům využívá tvrzení, že je rozhodujícím řešením pro energeticky uvědomělou výstavbu - dostává se mu kritických ohlasů i hlasů proti jako u žádné jiné koncepce energetických domů; na základě argumentů jako

- Rozmanitost energetických standardů od „rychlého pasivního domu“, domu s nulovou spotřebou až po „Plus energetický dům“,
- Nové energetické koncepce biogenních paliv přes solární koncepce až po palivové články a studenou fúzi,
- Ekologické úvahy, dům s nulovými emisemi nebo lépe dům klimaticky neutrální;
- do jaké míry je pasivní dům již sám o sobě ekologický?
- Otázky komfortu a zdravého životního prostoru;
- Mobilita, služby a konzum až po zásadní přehodnocení způsobu života, našeho životního stylu.

Jaký dopad mají tyto úvahy a tento vývoj na budoucnost pasivního domu - (jak) je možno je sloučit a/nebo jsou to skutečné protiklady?

K těmto otázkám můžeme přistupovat dvěma způsoby:

Je-li na jedné straně pasivní dům definován maximálně nízkou spotřebou tepla dosahovanou díky kvalitě jeho tepelné obálky, který se může obejít bez konvenčního otopného systému díky hygienicky potřebnému větrání (s rekuperací tepla) a díky možnosti dodat zbývající potřebu energie právě takovým větráním (kritérium primární spotřeby energie 120 kWh/(m²a) je ekologický, ale technicky neodůvodněný požadavek navíc), pak se jeví legitimní otázka, k čemu ještě potřebuji „oznámkovaný pasivní dům“ při způsobu vytápění vybraném z jiných důvodů (třeba kvůli pohodlí) - proč právě tato mezní hodnota, podmíněná technickými možnostmi (technikou budov)?

Naopak se na druhé straně zamysleme nad jinými otázkami:

„Co vlastně chceme, jak chceme žít,?„

Pak bude odpověď podobná, **ale zaměřená na jinou kvalitu**

- cílem není pasivní dům!
- pasivní dům je nebo byl cestou, byl jednou cestou!
- a to cestou velmi intenzivně orientovanou/ koncentrovanou na domovní techniku,
- a byl, s prominutím, výsledkem orientace/ koncentrace na domovní techniku

Je pasivní dům (se svým přece jen velmi pevnými a přísnými pravidly) potom stále ještě na úrovni doby nebo -

Je otázka „Pasivní dům ano nebo ne“ stále ještě na úrovni doby?

Pro mne - provokativně: ne!

Já chci víc - já „to“ chci v širším významu - a přitom bych chtěl a můžu opravdu vděčně poukázat a odkazovat na neocenitelné kvality a vymoženosti aktivit kolem pasivních domů, jmenovitě na úsilí Dr. Wolfganga Feista a Institutu PD v Darmstadtu.

O jakých kvalitách mluvíme/ mluvím já?

Nechtěli jsme koncepci „domovní techniky“, hovoříme o „životním stylu“

1

Rozhodujícím a konzistentním krokem, který byl zejména podporován mnoha zastánci myšlenky pasivního domu, bylo zlepšení a optimalizace **tepelné kvality obálky budovy**

- a to byl OBROVSKÝ krok - a tato kvalita může a musí být definována ještě daleko přesněji, a musí být vylepšena a doplněna o některá kritéria - o lepší vlastnosti konstrukcí pro letní období, o dobře vyladěné akumulční hmoty (vlastnosti materiálů), o vícevrstvá, často časově sladěná prostorová uspořádání (např. model termických vrstev, teplá jádra), atd.

Tato „dobrá“ **tepelná obálka budovy** jako strukturální předpoklad projektování pro konstruktivní ochranu ovzduší a pro fyzický komfort pro uživatele tedy tvoří **základnu** pro **jakýkoliv rozumný energetický standard** - pod tím rozumíme takové vlastnosti, jako např.

- Jak se chová budova (termicky) i bez dodání externí energie
- V zimě a také v létě
- tj. do jaké míry se budova bez vytápění ochladí, nakolik postačí pasivní solární příspěvek pro tepelný „minimální“ standard;
- zda jsou kromě vícevrstevnatého modelu k dispozici např. „tepelné ostrovy“ uvnitř jednotky využití;
- kromě komfortu je to také kvalita jistoty (zásobování energií), skrytá touha po „energetické nezávislosti“, kvalita, které je možno lépe dosáhnout společně s myšlenkou soběstačnosti;
- Jaké je tepelné chování v létě - chlazení v létě by obvykle v našich klimatických podmínkách (v bytové výstavbě) při rozumném projektování NEMĚLO být potřebné,
- Absence tepelných mostů a
- Vyvážený poměr akumulční hmoty, tepelné izolace, a
- Chování vlhkosti;
- Čerstvý vzduch, přičemž se zabrání nežádoucímu průvanu;

- Dostatečné přirozené osvětlení (i při protisluneční ochraně);

Vlastnosti, které mohou přirozeným způsobem zajistit vyrovnaný komfort;

Vlastnosti, kterých lze v podstatné míře dosáhnout pomocí tepelného standardu pasivního domu.

Zde platí - stejně jako později v celkovém posouzení

„Jen při dosažení celkové harmonické kvality se cítíme příjemně“

„I vodní elektrárna je Plus energetickým domem ... avšak.....copak jsme toto chtěli ... jako cíl?“

2

Kromě kritérií pohodlí tepelné obálky budovy je pro uživatele další důležitou kvalitou života **zdravé vnitřní ovzduší** - zde jsou zejména odpovědné:

- *zdravé materiály (nízký nebo žádný obsah škodlivin),*
Vyloučení formaldehydu, PVC, alergenů, chromátů, PAK, PCB, VOC, ...
- *Vyloučení nebo alespoň odstínění elektro(magnetického) a terestriálního záření, radonu, atd.*
na jedné straně
na straně druhé
- *Čerstvý vzduch bez průvanu;*
druhý podstatný pokrok, jehož bylo dosaženo díky myšlence pasivního domu a všem jeho zastáncům, který zde již podrobněji nemusím vysvětlovat a objasňovat

Zde se jedná o **otázký stavební biologie** v definici vztahů a vzájemného vlivu budova > <člověk a větrání - aniž bychom teď diskutovali o tom, zda a do jaké míry téma větrání patří do stavební biologie nebo nepatří.

3

Celková ekologická bilance použitých zdrojů vztážená na dobu životnosti budovy (LCA)

pro výstavbu, provoz a odstraňování nebo opětovné využití/recyklaci účelně doplňuje dobrou tepelnou obálku prohlášením o ekologické kvalitě životního prostředí a ochraně zdrojů -

Příslušná opatření jsou:

- *Redukce použití zdrojů v provozu*
pomocí
- Zvyšování účinnosti, technika kondenzačních kotlů, rekuperace tepla, optimalizované využívání obnovitelných zdrojů energie - vytápění, chlazení (v bytové výstavbě v našich klimatických podmínkách by při rozumném projektování NEMĚLO být nutné),

spotřeba teplé vody, pomocná elektřina pro domácí techniku;

a

- *Stavební technologie šetřící životní prostředí a energetické zdroje*
vyjádřeno pomocí ekologických parametrů u použitých stavebních materiálů,
např. OI3 Index, ekologická pečť kvality, atd.;

v kombinaci s

- *Vlastnosti projektu*
od cíleně zodpovědné logistiky na staveništi přes využití synergických efektů
- protisluneční ochrana a fotovoltaika, tepelná jezera pod základovou deskou,
elektromobilita a externí akumulátory elektřiny, aktivní tepelné izolace atd.

jako základní podmínky pro ekologicky udržitelný dům.

Rozdíly v hodnocení vycházejí z

Volby mezních bilančních hodnot,

- časově

akumulace od výstavby přes provoz až po demolici

popř. recyklace - úvaha „od kolébky do kolébky“;

včetně všech (ovšem jen teoretických) problémů alokace při opětovném použití (recyklaci) stavebních materiálů

a

- prostorově

v Systému hodnocení budovy TQB (=Total Quality Building) se např. používají mezní bilanční hodnoty (BG)

BG 0 (podle Energetického průkazu)

až po BG3 (TQB dnes = kompletní budova vyjma koncepce domovní techniky, pro kterou je bohužel k dispozici ještě málo využitelných dat;

BG4 včetně (až budou k dispozici) hodnot domovní techniky a dále až po uspořádání zahrady a vybavení nábytkem;

a rovněž při provozu je třeba vymezit hranice pro čistou spotřebu tepla přes pomocnou energii pro domovní techniku pro klimatizaci, osvětlení a „elektřinu pro domácnost“, hodnoty, které s přibývajícím optimalizací obálky budovy a zvyšováním udržitelné účinnosti koncepce domovní techniky získávají na významu;

a rovněž indikátorů

- primární energie (energetické předpoklady);

velmi ovlivněných danou zemí - viz národní Energetické faktory PEI (vázané primární energie), zejména dálkové teplo a elektřina,

nebo

- CO₂ (klimatické nebo ekologické předpoklady);
nulové emise (diskutabilní) nebo klimaticky neutrální (lépe operabilní)
nebo
- Nákladově neutrální předpoklady - regionálně, národně a časově silně kolísavé a politicky usměrňované tarifní politikou, tarify odkupované energie, dotacemi atd.;
pro uživatele zajímavé, jako „udržitelný“ indikátor však s malou výpovědní hodnotou a nevhodné

4

Neměřitelné vlastnosti plánování a projektu - tím jsme se opět dostali k uživateli;

Rozšíření hodnotícího horizontu stavby včetně všech (dlouhodobých) časových a rozšířených prostorových mezních bilančních hodnot pro dosažení požadovaných výsledků (reprezentativně např. 2.000 Watt) ohledně

- definicí a kontroly kvality
- sociální udržitelnosti
- dopravy, mobility,
- služeb, konzumu a práce (a souvisejícího chování)
až po
- způsob života a životní styl

Definice kvality

plus víceúrovňová kontrola všech zúčastněných stran přináší nejprve trvalou kvalitu - a tím i bezpečnost a důvěru.

Kromě měřitelných cílů vyjádřených mnoha různými parametry, tvrdím v souladu s mnoha odborníky,

„Všechno, co nás opravdu zajímá, nelze vyjádřit v číslech“

Neměřitelné vlastnosti

- Osobní, psychická pohoda,
- Kvality a vize urbanistického designu,
- Veřejný, částečně veřejný a soukromý otevřený prostor a mobilita,
- Ekologie a energetické otázky
- Výroba a práce,
- Spotřeba a zdravý životní styl,
- Postoj k životu a „politika“ (pravidla života?),
- Kultura v pravém slova smyslu,

Témata, která (jen) napoprvé zdánlivě překračují rámec původní otázky, jsou však podstatná pro vytvoření životního prostoru, jehož cílem je komplexní, prozíravý a vyvážený

životní styl.

Úřad pro podporu bydlení ve Vídni hovoří o

„*Sociální udržitelnosti*“;

Čímž rozumí kvality jako

- běžná praktičnost
- snížení nákladů prostřednictvím plánování
- život ve společenství
- ubytování pro měnící se potřeby;

Doprava a mobilita

- Energetická účinnost - podobně jako u stavby
- Integrace mobility do inteligentních sítí
a
- Potřeba dopravy jako takové

Tím se dostáváme podobně jako u tématu

Služby, konzum a pracovní chování

k otázce

postoj k životu, životní styl

Jako příklady vyšších cílů v životě uvedme:

- Ve **Zprávě komise Brundtlandové** z roku 1987 se ohledně tématu mezigenerační ekologické (generační) spravedlnosti uvádí:

„Trvale udržitelný rozvoj je takový rozvoj, který zajišťuje své současné potřeby, aniž tím riskuje omezení možnosti příštích generací uspokojovat jejich vlastní potřeby. Trvale udržitelný rozvoj je v podstatě procesem změn, v němž se využívání zdrojů, zaměření investičního a technického rozvoje i vývoj organizování společnosti uvádějí navzájem v soulad a zvyšují současný i budoucí potenciál uspokojování potřeb a přání lidí.“

Zde již nacházíme požadavek na **harmonické změny chování**.

- Institut Wuppertal např. píše o tématu ekologické soběstačnosti m.j.

Soběstačnost je otázkou správné míry.

Udržitelnosti lze dosáhnout pouze cestou trojnásobné strategie. Cesta ekologické účinnosti, kterou se zvyšuje produktivita zdrojů, je všeobecně známá. Konzistence označuje přechod k ekologicky šetrným technologiím, které suroviny a možnosti ekosystémů využívají, aniž by je zničily. Obě strategie bude úspěšná teprve v případě, že budou doprovázeny ekologickou soběstačností. To se týká způsobu života a hospodaření, které skoncuje s nadbytečnou spotřebou zboží a tím i materiálů a energie.

Hlavní otázky provázející poznávání při výzkumu v oblasti ekologické soběstačnosti znějí:

- Jaké osobní, společenské a politické podmínky stojí v cestě orientaci na masovou spotřebu, a jak lze tyto překážky překonat?
- Jakými způsoby nazírání a jednání je možno široké populaci zprostředkovat potřebnost snižování spotřeby a hledání jiných zdrojů?
- Jakým způsobem by se dalo změnit převažující pojetí prosperity s jeho silnou vazbou na hmotné statky tak, aby se ve společnosti mohl zakořenit a ujmout rozvoj šetrný k přirozenému životnímu prostředí? Jaké ekonomické a sociální důsledky má masové chování v domácnostech, firmách a institucích pro ekonomické struktury a hospodářský růst?

Legislativní priorita 4 -

„Udržitelné město Curych - na cestě ke **Společnosti 2000 Wattů**“

Tabulka 1

Cílové hodnoty pro spotřebu primární energie a emise skleníkových plynů					
	2005	2050	oproti 2005	2150	oproti 2005
spotřeba primární energie (KEA)	6300 Watt/osobu	3500 Watt/osobu	- 45%	2000 Watt/osobu	- 68%
Ekvivalenty CO ₂ (vztaženo na KEA)	8.7 t CO ₂ -Ekvivalenty /osobu	2 t CO ₂ -Ekvivalenty /osobu	- 77%	1 t CO ₂ -Ekvivalenty /osobu	- 89%

(KEA: kumulované vynaložení primární energie)

Rok 2150 (zde) znázorněný jako časový bod, do něhož jsou cílové hodnoty Společnosti 2000 Wattů z dnešních hlediska dosažitelné, reprezentuje pohled odborníků zúčastněných na tomto projektu. Tento se nezaměřuje pouze na požadavek minimalizovat člověkem vyvolané změny klimatu, ale **zahrnuje zároveň i sociální a politické aspekty proveditelnosti**. Vzhledem k velmi ambiciózním cílovým hodnotám a dlouhodobému charakteru strategie 2000 - Wattů je tento mezník ohrožen velkou nejistotou. Politické požadavky pro požadované splnění cílových hodnot 2000 Wattů je možno formulovat z hlediska časového vývoje daleko ambiciózněji, což autoři s ohledem na naléhavost provádění účinných opatření nechápou jako rozpor s profesním hlediskem. Dokonce má rozhodující význam to, že se podaří za příštích 10 až 20 let dosáhnout velkého pokroku při realizaci potenciálů v účinnosti a dekarbonizaci energetického zásobování. Tak například ve městě Curych voliči 30. listopadu 2008 stanovili rok 2050 jako měřítko pro dosažení úspěchu.

Je vidět - jako tendenční směr:

Téměř ve všech prozíravých úvahách nacházíme nutné, přímé volání po změnách našeho životního stylu, po uchopení odpovědnosti za náš životní styl;

Zaměření na úspory energie je nezbytným, nevyhnutelným základem, ale je rozhodně pojato příliš úzce.

5

Idea pasivního domu byla vždy otevřeným systémem.

Zaměříme se proto NEJEN výlučně na pasivní dům (a jeho cíle) v klasickém slova smyslu - zaměřujeme se na problematiku cílů našeho života a zdánlivé rozpory systémů se vyřeší alespoň z hlediska přístupu a my budeme moci využít svou kreativitu a energii pro další rozvoj pozitivních kvalit života.

Není na místě otázka „Pasivní dům - quo vadis“ - otázka musí znít - jakým směrem se rozvíjíme MY nebo - jakým směrem se CHCEME rozvíjet? - co je naším CÍLEM?

Existuje již mnoho vynikajících, realizovaných příkladů průkopnické architektonické kultury, většina z nich vychází z principů pasivního domu, jejich cíle a zaměření však často míří daleko za ně.

Teprve vzájemná harmonická součinnost odděleně sledovaných „stavebních bloků“, teprve adekvátní posouzení a celkový náhled dá vzniknout životnímu stylu, stavební kultuře, na tomto základě vzniká a definuje se kultura ve své obecnosti.

„Obnovitelné zdroje energie jsou k dispozici pro všechny lidi - jsou tedy kromě všech ekonomických aspektů podstatným demokratickým faktorem“ Hermann Scheer 2010.

„Otázka „Kdy se to začne vyplácet?“ již vzhledem k rostoucím problémům životního prostředí není na místě a „kulturně“ je již dávno neudržitelná.

Bernard Rudofsky pronesl ve svém příspěvku v Tokiu v roce 1982 následující slova:

„Dům se musí znovu stát tím, čím kdysi byl: nástrojem života místo stroje na přežití. To by naše chování změnilo zásadním způsobem - podobně jako je rozdíl mezi hrou na housle a hraním Music Boxu.“

Passivhaus - quo vadis order wag the dog

Werner Hackermüller

0

Das Passivhaus nimmt in Anspruch, eine wesentliche Lösung für energiebewusstes Bauen zu sein - mit kritischen und Gegen-Stimmen

wie bei keinem anderen Energie-Haus-Konzept; hervorgerufen durch

- vielfältige Energiestandards vom „Fast Passivhaus“, Nullenergiehaus bis zum Plusenergiehaus,
- neue Energiekonzepte von biogenen Brennstoffen über solare Konzepte bis zu Brennstoffzellen und kalter Fusion,
- Ökologiedanken, Nullemissions-Haus bzw. besser Klimaneutrales Haus; wie weit ist das Passivhaus per se bereits ökologisch ?
- Komfortfragen und gesunde Lebensräume;
- Mobilität, Dienstleistung und Konsum bis hin zum grundsätzlichen
- Überdenken der Lebensweise, unseres Lebensstils.

Welchen Einfluss haben diese Überlegungen und Entwicklungen auf die Zukunft des Passivhauses - (wie) lassen sich diese vereinbaren und/oder sind es echte Gegensätze ?

Wir können an diese Fragen von zwei Richtungen herangehen:

Wenn einerseits das Passivhaus definiert ist durch einen aufgrund der Qualität, seiner thermischen Gebäudehülle äusserst geringen Wärmebedarf, der aufgrund der hygienisch notwendigen Lüftung (mit Wärmerückgewinnung) und der Möglichkeit, die Restenergie mit ebendieser Lüftung einbringen zu können, auf eine konventionelle Heizung verzichten kann (das Kriterium nach $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ Primärenergiebedarf ist eine ökologische, aber technisch unbegründete Zusatzforderung), dann ist die Frage legitim, wozu ich den „Label Passivhaus“ bei einer aus anderen (ev. aus Komfortgründen) gewählten Heizung noch brauche - wozu ausgerechnet diese (haus)technisch bedingte Grenze ?

Besinnen wir uns dagegen andererseits auf die Fragen:

„was wollen wir, wie wollen wir leben,?“,

so wird die Antwort ähnlich sein, aber mit einer anderen Zielqualität

- *nicht das Passivhaus ist das Ziel !*
- *das Passivhaus ist bzw. war der Weg, war ein Weg !*
- *und zwar ein sehr stark haustechnisch fokussierter/geprägter Weg,*
- *war, sorry, ein haustechnisch fokussiertes/geprägtes Ergebnis*

Ist das Passivhaus (mit seinen doch sehr starren und fixen Vorgaben) dann noch state of the art, oder -

ist die Frage „Passivhaus ja oder nein“ noch state of the art

Für mich - provokant: nein !

Ich will mehr - ich will „es“ breiter gestreut - und dabei möchte und kann ich wirklich dankbar auf die unschätzbaren Qualitäten und Errungenschaften der Passivhausbewegung, namentlich Dr.Wolfgang Feist mit dem Passivhaus Institut Darmstadt hinweisen und zurückgreifen.

Von welchen Qualitäten sprechen wir/ich ?

Wir wollten kein „Haustechnik“Konzept; wir sprechen von einem „Lebensstil“

1

Der entscheidende und bleibende Schritt, der wesentlich von den Proponenten des Passivhausgedankens getragen wurde, war die Verbesserung und Optimierung der ***thermischen Qualität der Gebäudehülle***

- und das war ein RIESENSchritt - und diese Qualität kann und muss noch wesentlich genauer definiert und um einige Kriterien ergänzt und verbessert werden - durch bessere konstruktive Sommertauglichkeit, gut abgestimmte Speichermassen (-möglichkeiten), mehrschichtige, oft zeitlich abgestimmte Raumanordnungen (zB Wärmeschichtenmodell, warme Kernzellen) etc..

Diese „gute“ **thermische Gebäudehülle** als struktureller Planungsansatz eines konstruktiven Klimaschutzes und physischen Komforts für den Benutzer bildet somit die **Basis für jedweden sinnvollen Energiestandard** - darunter verstehen wir die Qualitäten,

- wie verhält sich ein Gebäude (thermisch) auch ohne Zuführung externer Energie
- im Winter und Sommer
- dh wie weit kühlt ein Gebäude ohne Heizung ab, wieweit reicht der passive Solareintrag für einen thermischen „Minimal“standard;
- gibt es neben dem Schichtmodell zB „Wärmeinseln“ innerhalb der Nutzungseinheit; neben dem Komfort ist das auch eine Qualität der (Versorgungs)sicherheit, dem latenten Wunsch nach „Energieautarkie“, eine Qualität, die gemeinsam mit dem Suffizienzgedanken besser erreicht werden kann;
- wie ist das thermische Verhalten im Sommer - eine Kühlung sollte (im Wohnbau) bei vernünftiger Planung in unserem Klima üblicherweise NICHT erforderlich sein,
- Wärmebrückenfreiheit und ein
- ausgewogenes Verhältnis der Speichermassen, der Wärmedämmung, und
- des Feuchteverhaltens;
- Frischluft bei Vermeidung unerwünschter Zugluft;
- ausreichende natürliche Belichtung (auch bei Sonnenschutz);

Qualitäten, die auf natürliche Weise einen ausgeglichenen Komfort sicherstellen können;

Qualitäten, die mit dem thermischen Standard eines Passivhaus im Wesentlichen erreicht werden.

Hier gilt - wie auch später in der Gesamtbetrachtung

„Nur bei einer harmonischen Gesamtqualität fühlen wir uns wohl“

„Auch ein Wasserkraftwerk ist ein Plusenergiehaus... aber.....wollten wir das als Ziel?“

2

Neben den Komfortkriterien der thermischen Gebäudehülle ist für den Benutzer eine **gesunde Raumluf**t

eine weitere wesentliche Lebensqualität - hier sind im Wesentlichen verantwortlich:

- *gesunde (schadstoffarme/-freie) Baustoffe,*
Vermeidung von Formaldehyd, PVC, Allergene, Chromate, PAK, PCB, VOC, ...
- *Vermeidung oder zumindest Abschirmung elektro(magnetischer) und terrestrischer Strahlungen, Radon, etc.*

einerseits

wie andererseits eine

- *zugluftfreie Frischluft;*
der zweite wesentliche Fortschritt durch den Passivhausgedanken und aller seiner Proponenten, den ich hier nicht weiter erläutern und erklären muss

Hier handelt es sich um **Fragen der Baubiologie** in der Definition Verhältnis und Einfluss Bauwerk >< Mensch sowie der Lüftung - ohne jetzt zu diskutieren, ob und wie weit das Thema Lüftung zur Baubiologie zählt oder nicht.

3

Eine ökologische Gesamtbilanz der eingesetzten Ressourcen auf Lebenszeit des Bauwerkes (LCA)

für Errichtung, Betrieb, und Abbruch bzw. Wiederverwendung ergänzt die gute thermische Gebäudehülle sinnvollerweise um Aussagen betreffend ökologische Qualitäten der Umwelt- und Ressourcenschonung -

Massnahmen dafür sind:

- *Reduktion des Ressourceneinsatzes im Betrieb*
durch
- Steigerung des Wirkungsgrades, Brennwerttechnik, Wärmerückgewinnung,
- Optimierter Einsatz erneuerbarer Energien - Heizung, Kühlung (im Wohnbau bei

vernünftiger Planung in unserem Klima üblicherweise NICHT erforderlich), Warmwasserverbrauch, Hilfsstrom für die Haustechnik;

und

- *umwelt- und ressourcenschonende Bauweise*

ausgedrückt mittels ökologischer Indices für die eingesetzten Baumaterialien, zB OI3 Index, ökologische Gütesiegel, etc.;

kombiniert mit

- *Planungsqualitäten*

von einer verantwortungsbewussten Baustellenlogistik

über Nutzung von Synergieeffekten - Sonnenschutz und PV, Wärmesee unter der Bodenplatte, E-Mobilität und externe Stromspeicher, aktive Wärmedämmung etc.

als Grundlagen für ein nachhaltig ökologisches Haus.

Unterschiede in den Bewertungen ergeben sich aus der

Wahl der Bilanzgrenzen,

- *zeitlich*

akkumuliert von der Errichtung über den Betrieb bis zum Abriss

bzw Recycling - Betrachtung „cradle to cradle“;

mit allen (allerdings nur theoretischen) Problemen der Allokation bei der Wiederverwendung (Recycling) von Baustoffen

und

- *räumlich*

im TQB werden zB Bilanzgrenzen (BG) angesprochen von BG 0 (gemäss Energieausweis)

bis BG3 (TQB heute = komplettes Gebäude ausschliesslich Haustechnikkonzept, für das leider noch zuwenig operable Daten vorliegen);

BG 4 einschliesslich (nach Vorliegen der) Werte der Haustechnik und darüber bis zu Gartengestaltung und Möblierung;

und auch beim Betrieb sind die Grenzen zu ziehen bei reinem Wärmebedarf über Haustechnikhilfsstrom über Klimatisierung, Beleuchtung und „Haushaltsstrom“, Werte, die mit zunehmender Optimierung der Gebäudehülle und nachhaltiger Effizienzsteigerung des haustechnischen Konzeptes an Bedeutung gewinnen;

sowie der Indikatoren

- Primär-Energie (energetischer Ansatz);

national stark beeinflusst - siehe nationale PEI Faktoren für Energie, insbes. Fernwärme und Strom,

order

- CO₂ (klimatischer oder Umweltansatz);
Nullemission (fraglich) oder klimaneutral (besser operabel) order
 - kostenneutraler Ansatz - regional, national und zeitlich stark schwankend und politisch gelenkt durch Tarifpolitik, Einspeisetarife, Förderungen etc.;
- für den Nutzer interessant, als „nachhaltiger“ Indikator aber wenig aussagekräftig und geeignet

II.

4

Nicht quantifizierbare Planungs- und Projektqualitäten - damit sind wir wieder beim Nutzer angelangt;

Erweiterung des Betrachtungshorizontes über das Gebäude

mit allen (lang)zeitlichen und erweiterten räumlichen Bilanzgrenzen

zum Erreichen des angestrebten (stellvertretend zB 2.000 Watt) Zieles um

- Qualitätsdefinitionen und -kontrolle
- Soziale Nachhaltigkeit
- Verkehr, Mobilität,
- Dienstleistung, Konsum und Arbeit(sverhalten)
bis hin zu
- Lebensweise und Lebensstil

Qualitätsdefinition

plus mehrstufige Kontrolle aller Stakeholder bringt erst nachhaltige Qualität - und damit Sicherheit und Vertrauen.

Neben quantifizierbaren Zielen, in vielfachen Kennwerten ausgedrückt, behaupte ich in Übereinstimmung mit vielen Experten,

„Alles, was uns wirklich interessiert, kann nicht in Zahlen ausgedrückt werden

Nicht quantifizierbare Qualitäten,

- *Persönliches, psychisches Wohlfühlen,*
- *Städtebauliche Qualitäten und Visionen,*
- *Öffentlicher, halböffentlicher und privater Freiraum und Mobilität,*
- *Ökologie und Energiefragen,*
- *Produktion und Arbeit ,*
- *Konsum und gesunde Lebensweise, ,*
- *Lebenseinstellung und „policy“ (Lebensregeln ?),*
- *Kultur im eigentlichen Sinn des Wortes,*

Themen, die (nur) fürs erste scheinbar über den Rahmen der Ausgangsfrage gehen, wer-

den aber für die Schaffung von Lebensräumen, dem Ziel einer umfassenden, weitsichtigen und ausgeglichenen Lebensweise essentiell.

Die Wohnbauförderung Wien spricht von

„*Sozialer Nachhaltigkeit*“;

darunter werden Qualitäten verstanden wie

- Alltagstauglichkeit
- Kostenreduktion durch Planung
- Wohnen in Gemeinschaft
- Wohnen für wechselnde Bedürfnisse

Verkehr und Mobilität

- Energieeffizienz - analog zum Gebäude
- Einbindung der Mobilität in ein Smart Grid und
- Notwendigkeit des Verkehrs überhaupt

damit sind wir, analog zum Thema

Dienstleistung, Konsum und Arbeitsverhalten

bei der Frage nach

Lebenshaltung, Lebensstil

Als Beispiele für übergeordnete Lebensziele führen wir an:

Im **Brundtland-Bericht** wird 1987 zum Thema intergenerativer ökologischer (Generations)- gerechtigkeit festgehalten:

„Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können. Im wesentlichen ist dauerhafte Entwicklung ein Wandlungsprozess, in dem die Nutzung von Ressourcen, das Ziel von Investitionen, die Richtung technologischer Entwicklung und institutioneller Wandel miteinander harmonieren und das derzeitige und künftige Potenzial vergrößern, menschliche Bedürfnisse und Wünsche zu erfüllen.“

Hier findet man bereits die Forderung nach einer **harmonischen Verhaltensänderung**.

- Das Wuppertal-Institut zB schreibt zum Thema Öko-Suffizienz u.a.

Suffizienz ist die Frage nach dem rechten Mass.

Nachhaltigkeit ist nur mit einer dreifachen Strategie zu erreichen. Öko-Effizienz, also die Erhöhung der Ressourcen-Produktivität, ist weithin anerkannt. Konsistenz bezeichnet den Übergang zu naturverträglichen Technologien, die die Stoffe und die

Leistungen der Ökosysteme nutzen ohne sie zu zerstören. Beide Strategien kommen erst zum Ziel, wenn sie von Öko-Suffizienz flankiert werden. Gemeint ist damit eine Lebens- und Wirtschaftsweise, die dem Überverbrauch von Gütern und damit von Stoffen und Energie ein Ende setzt.

Die Erkenntnis leitenden Fragen einer Öko-Suffizienz-Forschung heissen:

- Welche persönlichen, sozialen und politischen Bedingungen stehen einer Orientierung an massvollen Verbräuchen im Wege, und wie lassen sich diese Hemmnisse überwinden?
- Mit welchen Einsichten und Handlungsweisen lassen sich Weniger - und Anderverbrauch von Ressourcen in die Breite der Bevölkerung vermitteln?
- Auf welche Weise ist das herrschende Wohlstandsverständnis in seiner starken Bindung an materielle Güter so veränderbar, dass eine die natürlichen Lebensgrundlagen schonende Entwicklung in der Gesellschaft Wurzeln schlagen kann? Welche wirtschaftlichen und sozialen Folgen hat ein massvolles Handeln in Haushalten, Unternehmen und Institutionen für Wirtschaftsstruktur und Wirtschaftswachstum?

Legislatorschwerpunkt 4 -

„Nachhaltige Stadt Zürich - auf dem Weg zur **2000-Watt Gesellschaft**“

Cílové hodnoty pro spotřebu primární energie a emise skleníkových plynů					
	2005	2050	oproti 2005	2150	oproti 2005
spotřeba primární energie (KEA)	6300 Watt/osobu	3500 Watt/osobu	- 45%	2000 Watt/osobu	- 68%
Ekvivalenty CO ₂ (vztaženo na KEA)	8.7 t CO ₂ -Ekvivalenty /osobu	2 t CO ₂ -Ekvivalenty /osobu	- 77%	1 t CO ₂ -Ekvivalenty /osobu	- 89%

(KEA: kumulierter Energieaufwand)

Das (hier) dargestellte Jahr 2150 als Zeitpunkt, in welchen die Zielwerte der 2000-Watt- Gesellschaft aus heutiger Warte erreichbar sind, stellt die Sicht der am Projekt beteiligten Fachleute dar. Diese orientiert sich nicht ausschliesslich an Vorgaben zur Minimierung der menschengemachten Klimaveränderung, sondern **bezieht gesellschaftliche und politische Machbarkeitsüberlegungen** mit ein. Angesichts der sehr ambitionierten Zielwerte und des Langfristcharakters der 2000-Watt-Strategie ist dieser Zeitpunkt aber mit grossen Unsicherheiten behaftet. Die politischen Vorgaben für die angestrebte Erfüllung der 2000-Watt-Zielwerte können in zeitlicher Hinsicht durchaus ambitionierter formuliert werden, was die Autoren angesichts der Dringlichkeit hinsichtlich Umsetzung griffiger Massnahmen nicht als Widerspruch zur fachlichen Sicht verstehen. Es ist sogar von entscheidender Bedeutung, dass es gelingt, in den nächsten 10 bis 20

Jahren entscheidende

Fortschritte bei der Umsetzung der Effizienzpotentiale und der Entkarbonisierung der Energieversorgung zu erreichen. In der Stadt Zürich beispielsweise hat das Stimmvolk am 30. November 2008 der Politik das Jahr 2050 als Messlatte zur Zielerreichung vorgelegt.

Man sieht - als Tendenz:

In nahezu allen weitsichtigen Betrachtungen findet man einen notwendigen, direkten Aufruf zur Änderung unseres Lebensstils, zur Übernahme von Verantwortung für unseren Lebensstil;

Der Focus Energieeinsparung ist eine notwendige, unabdingbare Basis, aber eindeutig zu eng gegriffen

5

Der Passivhausgedanke war immer ein offenes System.

Konzentrieren wir uns daher NICHT ausschliesslich auf (die Ziele des) das Passivhaus im klassischen Sinn - konzentrieren wir uns auf die Fragen unseres Lebenszieles und die scheinbaren Widersprüche der Systeme lösen sich zumindest vom Ansatz her und wir können unsere Kreativität und Energie für die Weiterentwicklung positiver Lebensqualitäten nutzen.

Nicht die Frage „Passivhaus - quo vadis“ ist relevant - die Frage muss sein - wohin entwickeln WIR uns oder - wohin WOLLEN wir uns entwickeln ? - was ist unser ZIEL?

Es gibt bereits jede Menge hervorragende, gebaute Beispiele für eine wegweisende Baukultur, die meisten davon aufbauend auf Passivhaus-Qualitäten, im Ziel und Focus aber oft weit darüber hinausreichend.

Erst im harmonischen Zusammenwirken der getrennt betrachteten „Bausteine“, erst durch eine angemessene Bewertung und Gesamtschau entsteht Lebensstil, entsteht Baukultur, entsteht und definiert sich Kultur überhaupt.

„Erneuerbare Energieträger sind allen Menschen zugänglich - sie sind daher neben allen wirtschaftlichen Aspekten ein wesentlicher demokratischer Faktor“ Hermann Scheer 2010.

„Die Frage „wann rechnet sich das ?“ ist angesichts steigender Umweltprobleme nicht mehr angebracht und „kulturell“ längst unhaltbar.

Bernard Rudofsky hat in einem Vortrag 1982 in Tokyo folgendes gesagt:

„Das Haus muss wieder werden, was es früher einmal war: Ein Lebensinstrument statt einer Lebensmaschine. Das würde für unser Verhalten einen grundsätzlichen Unterschied machen - vergleichbar zwischen dem Spielen einer Geige und dem Spielen einer Musikbox.“

3. Architektura a urbanismus

Werner Friedl, Holger Hasenritter

Designové pasivní domy v praxi	58
Design-Passivhäuser in der Praxis	67

Harald Halfpaap

Zkušenosti z Hannoveru: od prvního pasivního sídliště v Kronsbergu k sídlišti s nulovými emisemi zero:e	76
Erfahrungen aus Hannover: von der ersten Passivhaus-siedlung am Kronsberg zur Null-Emissions-Siedlung zero:e	85

Bjorn Kierulf, Igor Kuzma

Typové pasivní domy	94
---------------------	----

Rostislav Kubíček

První nulová dřevostavba rodinného domu s krytým bazénem z plně ekologických materiálů na Vysočině	100
--	-----

Klára Macháčová, Julián Keppl, Lorant Krajcsovics

Slečný obal	105
-------------	-----

Juraj Mikurčík

Skúsenosti z výstavby prvých pasívnych škôl v Spojenom kráľovstve (UK)	117
--	-----

Jan Neuwirt, Radim Václavík

Administrativní budova a školicí středisko v energeticky pasivním standardu	127
---	-----

Eugen Nagy, Rastislav Badalík

Energetická optimalizácia novostavby administratívneho centra EcoPoint v Košiciach s použitím prvkov pasívneho domu	136
---	-----

Jan Praisler, Aleš Brotánek, Jan Řežáb

Představení projektu energeticky pasivní bytové vily Pod Altánem v Praze Strašnicích	142
--	-----

Martin Šulc

Novostavba bytového domu – změna z nízkoenergetického řešení na pasivní standard	151
--	-----

Designové pasivní domy v praxi

Autor: Architekt Ing. arch. Werner Friedl, certifikovaný projektant PD
Bergstraße 12, D-86559 Adelzhausen, Německo
Web: www.architekt-friedl.de Email: info@architekt-friedl.de

Spoluautor: Architekt Ing. arch. Holger Hasenritter, certifikovaný projektant PD
Reichsstraße 7, D-87435 Kempten, Německo
Web: www.hasenritter-architekten.de E-Mail: info@hasenritter-architekten.de

III.

1. Stručný popis

V pojmu designové pasivní domy není rozpor. Právě naopak, čím vyšší je kvalita architektury, tím je pravděpodobnější zvýšení udržitelnosti pasivního domu. Architekt pasivních domů Werner Friedl (Německo) představuje slovem i obrazem některé ze svých postavených designových pasivních domů v praktickém ztvárnění včetně detailních konstrukcí. Na které konstrukční problémy je třeba dát si pozor? Udržitelnost designových pasivních domů a konstrukce pasivních domů obecně by se do budoucna měla ještě dále zvyšovat. Za tímto účelem jsou prezentována nová koncepte řešení. Na konci referátu se architekt Holger Hasenritter věnuje částem obálky budovy u designových pasivních domů. Kromě účelu dobře izolovaného uzavření stavby se představuje „aktivní“ působení některých prvků pasivních domů jako součást individuálního designu jednotlivých pasivních domů.



Obr. 1 Designový pasivní dům, rok výstavby 1999 - 2001, Německo.
Designový pasivní dům zaručuje po 10 let užívání k bydlení stále ještě vysoký komfort a zachovanou hodnotu. Udržitelnost daná dlouhou životností budovy.
Architekt: Werner Friedl, Autor tohoto příspěvku, obrázky 2010 © www.architekt-friedl.de

2. Design a pasivní dům nejsou v rozporu

Na pasivní domy jsou kladeny požadavky pouze z hlediska energetické kvality budovy. Ale jak je to se „zdvořilostí“ architektury? Je člověk v centru zájmu architektury a je architektura také demokratická? (1)

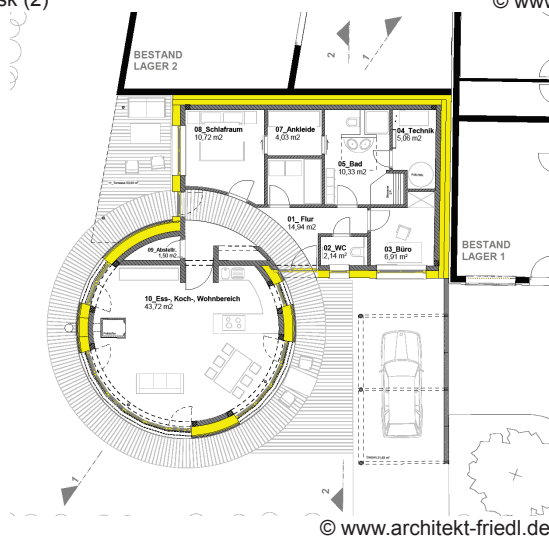
Designové pasivní domy berou v potaz požadavky obyvatel a životního prostředí. Každý designový pasivní dům je individuálně přizpůsoben potřebám uživatelů. Jen „zdvořilá“ architektura bude lidmi dobře přijímána. Designové pasivní domy se pravděpodobně dočkají dlouhého cyklu užívání, a proto je hospodárnost těchto budov zaručena.



© www.Eurostav.sk (2)



© www.architekt-friedl.de



© www.architekt-friedl.de

Obr. 2 Kulatý pasivní dům v Německu, rok výstavby 2010.

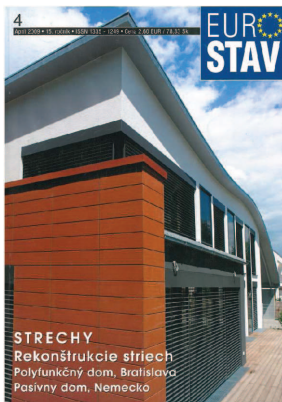
Architekt: Werner Friedl, autor tohoto příspěvku

Kulatý pasivní dům prezentovaný ve slovenském architektonickém časopise „Eurostav“ 1-2/2011 okouzluje svým optimálním přísunem denního světla a bezbariérovým přístupem. (2)

Vysoce kvalitní design pasivního domu zvyšuje hodnotu nevýhodného stavebního pozemku.

Designové pasivní domy jsou logickým důsledkem snahy o zvýšení udržitelnosti pasivní domy. Jako je důležité detailní posouzení energetických potřeb (PHPP), je stejně důležité vyhodnotit i architektonickou kvalitu stavby. Čím zdvořilejší a demokratičtější je

architektura pasivních domů, tím více je v popředí zájmu úvah člověk a nikoliv budova. (1)



© www.Eurostav.sk (3)



© www.architekt-friedl.de

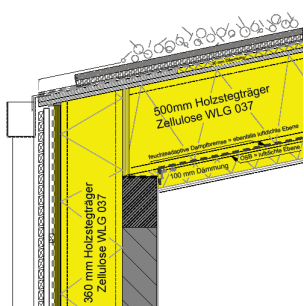
Obr. 3 Designový pasivní dům, dokončení 2009, Německo.

Stavbou tohoto certifikovaného pasivního domu je dnes již překonán požadavek evropské směrnice 2010/31/EU pro rok 2011 nazvaný „nearly-zero-energy-building“ - dům s téměř nulovou energií (4). Díky fotovoltaickému systému na střeše a solárně-termickým kolektorům integrovaným do fasády bylo dosaženo standardu Plus. Budova byla prezentována ve slovenském architektonickém časopise „Eurostav 4/2009“. (3)

Architekt: Werner Friedl, autor tohoto příspěvku

3. Praktické designové konstrukce

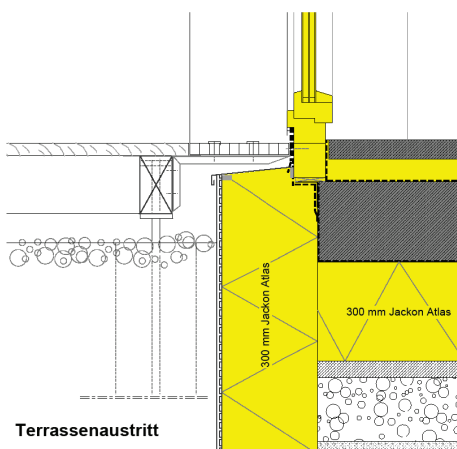
Umění spočívá u designových pasivních domů ve schopnosti používat architektonicky kvalitní konstrukce, které současně nemají tepelné mosty. O konstrukcích bez tepelných mostů hovoříme při součiniteli $\Psi \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$.



Obr. 4 Příklad: Okap vyhovující standardu PD.

Detail napojení bez tepelných mostů s požadavkem vysoké kvality architektonického řešení. Dřevěné hranolové nosníky s tepelnou izolací 500 mm v oblasti střešky a 360 mm v oblasti stěny tvoří základní izolaci. Hranoly nosníků byly energeticky vylepšeny dodatečnou tepelnou izolací. Architekt: Werner Friedl, autor tohoto příspěvku © Obrázky a grafika: www.architekt-friedl.de

Bez ohledu na tvar a uspořádání vnitřního prostoru budovy je třeba věnovat pozornost zejména detailům u oken, okrajů střechy a u podezdívky. Detailní řešení ovlivňuje ve značné míře pozdější architektonický dojem budovy.

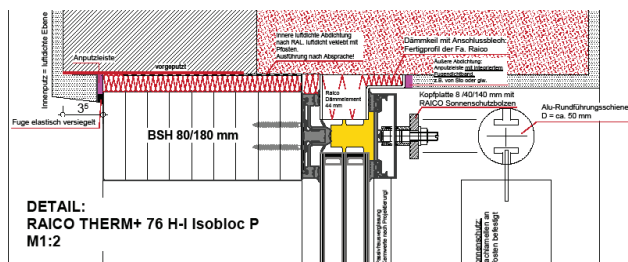


Obr. 5 Příklad: Výstup na terasu vyhovující standardu PD.
 Architekt: Werner Friedl, Autor tohoto příspěvku, © Bild und Grafik: www.architekt-friedl.de

Na příkladu výstupu na terasu je zřejmé komplexní pojetí architektonického detailu. Jednak je třeba vyřešit funkci bezbariérového výstupu na terasu, na druhou stranu je nutno dodržet energetické požadavky a neprůvzdušnost.

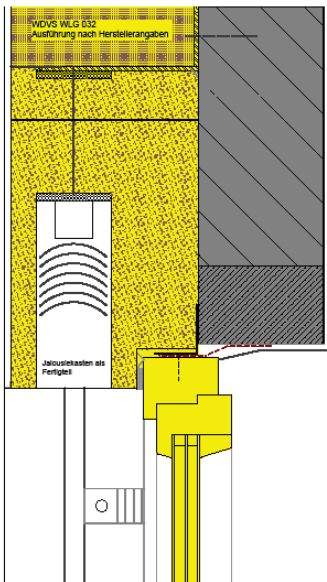
Detail z obr. 5 byl vyvinut již před 10 lety architektem a od té doby byl neustále vylepšován. Při použití posuvné zdvižných dveří, což je mezitím možné realizovat i ve standardu PD, může být spodní práh dveří proveden bez přechodu, o nějž se zakopává.

Při využívání velkých prosklených fasád mohou být architektonicky kvalitní řešení detailů, která zároveň splňují standardy PD, velmi komplikovaná. Zde je nezbytně nutné pečlivé plánování a navíc jsou takové fasády ve standardu PD velmi drahé.

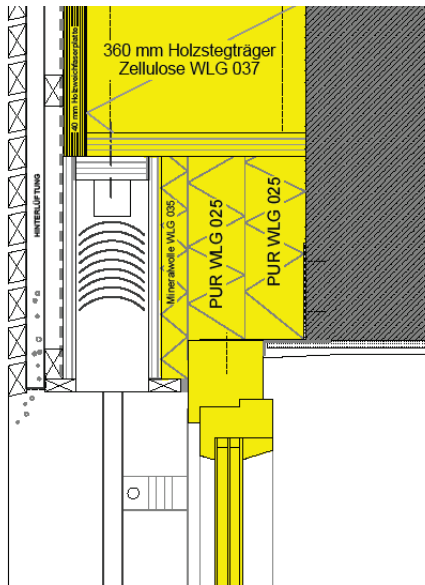


Obr. 6 Příklad: Fasáda PD boční napojení stěny.
 Architekt: Werner Friedl, autor tohoto příspěvku
 © Bild und Grafik: www.architekt-friedl.de





Detail: Tepelně izolační systém (levá část budovy).



Detail: Dřevěný kubus (pravá část budovy s dřevěným obkladem).



Certifikovaný pasivní dům v Aichachu, Německo. architekt Werner Friedl.

Obr. 7 Příklad: Protisluneční ochrana.

Způsoby řešení protisluneční ochrany výrazně ovlivňují ztvárnění pasivního domu. Pro designové pasivní domy jsou konstrukce s integrovanou protisluneční ochranou architektonicky atraktivnější. Pro vpravo zobrazený pasivní dům byly navrženy obě varianty.

Konstrukcím bez tepelných mostů by se měla věnovat zvláštní pozornost. Uvedené řešení s „tepelně izolačním systémem“ je nyní k dispozici s dalším vakuovým panelem.

© Bild und Grafiken: www.architekt-friedl.de

4. Zvyšování udržitelnosti pasivních domů

4.1. „GreenPassivhaus“, pasivní dům s dalšími posuzovanými kritérii

Standard PD není vázán na kritéria udržitelnosti. Je však legitimní podložit tento standard výstavby dalšími posuzovanými kritérii. Pojem definovaný autorem tohoto příspěvku „GreenPassivhaus“ (zelený PD) zde označuje obzvláště udržitelný pasivní dům. (1)



Obr. 8 Dodatečně zahušťovaná zástavba není udržitelná, pokud člověk nebude mít zaručeno trvalé využití na celá desetiletí. Dlouhodobé využití zde jistě není zaručeno! Tato architektura není „zdvořilá“ ke svým obyvatelům. (1)

Posuzování udržitelnosti se nemá omezovat pouze na energetické faktory, ale má umožnit také ucelené posouzení. To začíná určováním urbanistických požadavků u měst a obcí, pokračuje ztvárňováním návrhu, koncepcí využití a končí demontovatelností stavby. Musíme tedy rozlišovat, kdo v kterém stádiu poskytuje jakou udržitelnost. Proč zůstává kvalita projektu v posuzování udržitelnosti bez povšimnutí? Jenom stavba s dlouhou životností je také trvale udržitelná! (1)

4.2. Vylepšené prvky stavebních konstrukcí

Vývoj vylepšených prvků stavebních konstrukcí umožňuje dosahovat stále úspornějšího standardu PD. To se týká stejnou měrou energetických i ekologických požadavků.



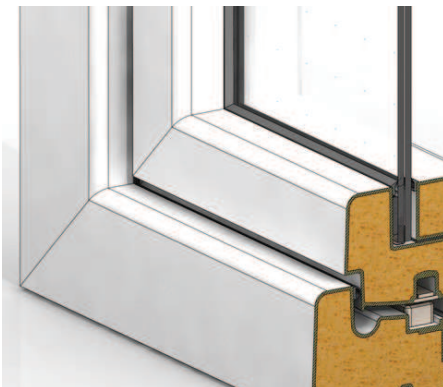
Obr. 9 Nově vyvinuté stavební materiály .

Na obrázku zleva doprava:

- Aerovlna / Aerogel ($\lambda = 0,019$)
- Vakuová izolace jako fasádní panely ($\lambda = \text{ca.} 0,006$)
- Tepelně izolační systém s vakuovou izolací. Přidaná tloušťka cca 90 mm umožňuje součinitel U kolem $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Zajímavé pro starou zástavbu.

© Bild: www.architekt-friedl.de

Zajímavou novinkou ve vývoji jsou takzvaná „vakuová skla“ označovaná i jako „VIG“ (vacuum-isolated-glass). První skla jsou již na trhu v Číně. V Německu probíhá v současnosti vývoj nových výrobních technologií pro další vylepšení vakuových skel, která byla dosud k dispozici. S výrobou v Německu se zatím nedá počítat dříve než v polovině roku 2013. S těmito skly však bude možné dosáhnout u trojvrstvé konstrukce skla součinitele U 0,3 W/(m²K), při tloušťce skla pouhých 14 mm. Ve starší zástavbě by se tak dalo nahrazovat stávající dvojevrstvé zasklení skly „VIG“. (5)



© SKZ-KFE GmbH, Würzburg (www.skz.de)



Obr. 10 V současnosti probíhá vývoj nových systémů oken a zasklení.

Již dostupné čínské vakuové sklo „VIG“.

Na obr.: Architekt Werner Friedl

Vývojem nových rámu z polyuretanu vytýčili výzkumníci novou cestu. Systém rámu označovaný např. „TopTherm 90“ je vhodný jak pro konvenční trojvrstvé zasklení, tak i pro nastupující generace vakuových skel, takzvaných „VIG“. (5).

5. Aktivní prvky stavebních konstrukcí a jejich účinek

Díky stále přibývajícím vylepšením detailů, zkušenostem a stále rostoucímu výběru stavebních materiálů u produktů certifikovaných pro PD se paleta, kterou má projektant PD k dispozici, rozšiřuje podstatným způsobem. Důsledky týkající se tvůrčích možností pramenící z koncepce pasivních domů pro střechy a fasády lze vnímat jako příležitost k designu. Ty vyplývají stále více z rostoucího využívání „aktivních“ prvků stavebních konstrukcí.

5.1. Komponenty obálky budovy s „aktivním“ účinkem

Určité komponenty neslouží jen pro uzavření prostoru vzduchotěsným obalem bez tepelných mostů, ale rovněž podporují přivádění energie do budovy, jsou součástí systémové technologie nebo zajišťují letní ochranu před teplem.

Zajímavá je kombinace takových prvků, nebo přiřazení více úkolů jednotlivé „aktivní“ komponentě. Cílem je přitom zkombinovat přednosti těchto konstrukcí s tradičními požadavky na fasády (tepelná izolace, zastínění, design, světelný efekt, solární plošné kolektory, ventilační systémy, systémy rekuperace tepla). Například vakuové trubice ve fasádě by mohly integrovaně převzít nejrůznější funkce získávání energie pro

- přípravu teplé vody a/nebo
- vytápění interiéru a rovněž
- pro solární chlazení.

Poskytují zároveň ochranu před sluncem částečným odrazem záření na trubicích a odvádění dopadajícího tepla a přitom současně díky své transparentní struktuře umožňují výhled ven a dopad denního světla. Stejného efektu lze dosáhnout pomocí fotovoltaických systémů.

Podobně může i kompletní ventilační systém, který je integrovaný do fasády, pomocí trubicových kolektorů, lamel nebo i lokálních ventilačních jednotek zajišťovat dokonce i získávání energie, chlazení a zastínění budovy.

Systém řízení a vedení běh na „aktivní“, fasády, kde mohou být považovány za viditelné části konstrukce budovy.

Systém, řízení a rozvody mohou být umístěny na „aktivní“ fasádě, kde je můžeme pojímat jako viditelné dotvářející součásti konstrukce budovy. (6)



Obr. 11 Barevné solární články.
© Bild: Schott AG, Mainz, www.schott.com



Obr. 12 Medienhafen Düsseldorf („aktivní fasáda“).
© Bilder: Gatermann + Schossig Bauplanungsgesellschaft mbH & Co.KG, Köln. www.gatermann-schossig.de

5.2. Aktivní“ prvky jako součást individuálního designu pasivního domu

Inteligentní fasády jsou použitelné jako „aktivní“ prvky designu pasivního domu: např. jako nosníky pro ventilační systémy a rekuperační jednotky, uspořádané v páru nebo kombinované se systémy protisluneční ochrany nebo systémy pro získávání solární

energie. Podobné koncepce jako tyto vedou k tomu, že budovy se budou stále více zbavovat instalačních rovin a rozvodů, podvěšených stropů, střešních nástaveb (otvorů pro přívod a odvod vzduchu, pro filtrační systémy), protože všechny procesy se budou odehrávat na fasádě a každá místnost bude mít přímé spojení na funkce fasády. To bude mít dopad na strukturu budovy a povede to k dalšímu vývoji designu pasivního domu. V této chvíli lze předpokládat, že použití aktivních fasádních prvků bude v budoucnosti rozhodujícím způsobem dotvářet a měnit vzhled pasivních domů. (6)

6. Literatura

- (1) FRIEDL WERNER Architekt, Disertace ve fázi zpracování, „*Das nachhaltige Passivhaus*“, 2011, Vedoucí Prof. Ing. arch. Robert Špaček, CSc, Státní technická univerzita Bratislava, Slovensko
- (2) LALÍKOVÁ D., CSc., „*Energeticky Pasivny Dom*“, Bratislava, Slovensko, leden 2011, Vydavatelstvo Eurostav spol. s r. o, S. 51-54, ISSN 1335-1249
- (3) LALÍKOVÁ D. CSc., „*Pasivny Dom – So zelenou strechou*“, Bratislava, Slovensko, duben 2009, Vydavatelstvo Eurostav spol. s r. o, S. 38-44, ISSN 1335-1249
- (4) FRIEDL WERNER Architekt, „*EU-Recht: Bald nur noch Passivhäuser*“, Passivhaus Kompendium 2011, Německo, Laible Verlagsprojekte, S. 146-147, ISBN: 978-3-9813761-3-5
- (5) FRIEDL W. – HASENRITTER H.: „*EnEV und Energieausweise 2009*“, Německo, Forum-Verlag, Merching, 2011, ISBN: 978-3-86586-032-3
- (6) HASENRITTER HOLGER Architekt, Disertace ve fázi zpracování, „*Entwicklungen in der energieautarken Gebäudesanierung und ihr Einfluss auf die Architektur*“, 2011, Vedoucí Prof. Ing. arch. Robert Špaček, CSc, Státní technická univerzita Bratislava, Slovensko

Design-Passivhäuser in der Praxis

Autor: Architekt Ing. arch. Werner Friedl, zertifikovaný projektant PD
Bergstraße 12, D-86559 Adelzhausen, Německo
Web: www.architekt-friedl.de Email: info@architekt-friedl.de

Spoluautor: Architekt Ing. arch. Holger Hasenritter, certifikovaný projektant PD
Reichsstraße 7, D-87435 Kempten, Německo
Web: www.hasenritter-architekten.de E-Mail: info@hasenritter-architekten.de

1. Kurzbeschreibung

Design-Passivhäuser sind kein Widerspruch. Ganz im Gegenteil, je höher die Qualität der Architektur umso wahrscheinlicher ist die Steigerung der Nachhaltigkeit des Passivhauses. Der Passivhausarchitekt Werner Friedl (Deutschland) stellt in Bild und Detailkonstruktion einige seiner gebauten Design-Passivhäuser praxisgerecht aufbereitet vor. Welche konstruktiven Schwierigkeiten sind zu beachten? Die Nachhaltigkeit von Design-Passivhäusern bzw. der Passivhausbauweise im Allgemeinen sollte zukünftig noch weiter gesteigert werden. Hierzu werden neue Lösungsansätze präsentiert v. Am Ende des Referates nimmt Architekt Holger Hasenritter Bezug auf Teile der Gebäudehülle von Design-Passivhäusern. Über den Zweck eines gut gedämmten Gebäudeabschlusses hinaus wird die „aktive“ Wirkungsweise einiger Passivhaus-Komponenten als Bestandteil des individuellen Passivhaus-Designs vorgestellt.



Abb. 1 Design-Passivhaus, Baujahr 1999 - 2001, Deutschland.
Das Design-Passivhaus garantiert nach 10 Jahren Wohnnutzung immer noch hohen Wohnkomfort und Werterhalt. Nachhaltigkeit durch einen langen Lebenszyklus des Gebäudes.
Architekt: Werner Friedl, Autor dieses Beitrages, Bilder 2010 © www.architekt-friedl.de

2. Design und Passivhaus sind kein Widerspruch

An Passivhäuser werden nur Anforderungen an die energetische Qualität des Gebäudes gestellt. Doch wie sieht es mit der „Höflichkeit“ der Architektur aus? Steht der Mensch im Mittelpunkt der Architektur und ist diese auch demokratisch. (1)

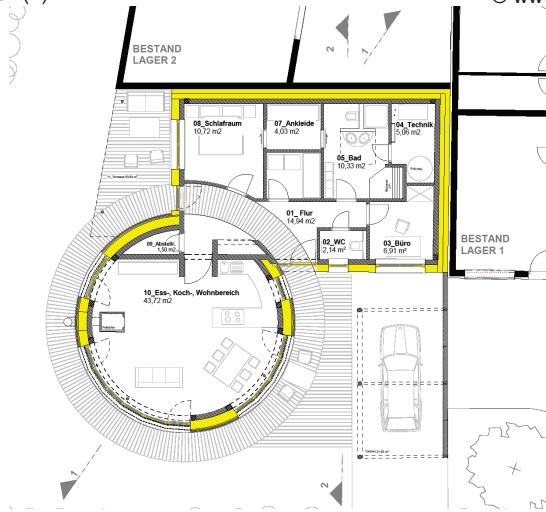
Design-Passivhäuser nehmen Rücksicht auf die Anforderungen der Bewohner und der Umwelt. Jedes Design-Passivhaus ist individuell auf die Bedürfnisse der Nutzer abgestimmt. Nur eine „höfliche“ Architektur wird von Menschen angenommen werden. Ein langer Nutzungszyklus ist für Design-Passivhäuser wahrscheinlich und somit ist auch die Wirtschaftlichkeit dieser Gebäude gesichert.



© www.Eurostav.sk (2)



© www.architekt-friedl.de



© www.architekt-friedl.de

Abb. 2 Rundes Passivhaus in Deutschland, Baujahr 2010.

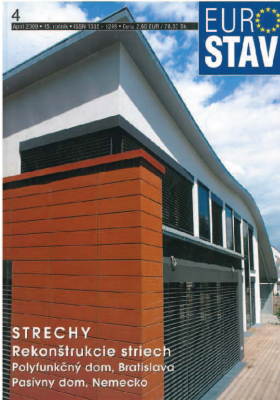
Architekt: Werner Friedl, Autor dieses Beitrages

Das im slowakischen Architekturmagazin „Eurostav 1-2/2011“ veröffentlichte runde Passivhaus besticht durch die optimale Tageslichtversorgung und der Barrierefreiheit. (2)

Die hohe Designqualität des Passivhauses wertet das ungünstige Baugrundstück auf.

Design-Passivhäuser sind die logische Konsequenz zur Steigerung der Nachhaltigkeit von Passivhäusern. So wichtig die detaillierte Betrachtung der energetischen Anforderungen (PHPP) auch ist, ebenso wichtig ist die architektonische Qualität des Gebäudes zu

betrachten. Je höflicher und demokratischer die Passivhausarchitektur ist, umso mehr steht der Mensch und nicht das Gebäude im Mittelpunkt der Betrachtung. (1)



© www.Eurostav.sk (3)



© www.architekt-friedl.de

Abb. 3 Design-Passivhaus, Fertigstellung 2009, Deutschland.

Das mit der europäischen Richtlinie 2010/31/EU für 2011 geforderte „nearly-zero-energy-building“ wird mit diesem zertifizierten Passivhaus bereits heute übertroffen (4). Durch eine PV-Anlage auf dem Dach und den fassadenintegrierten solarthermischen Kollektoren wird der Plusstandard erreicht. Das Gebäude wurde im slowakischen Architekturmagazin „Eurostav 4/2009“ veröffentlicht. (3)

Architekt: Werner Friedl, Autor dieses Beitrages

3. Praxisgerechte Design-Konstruktionen

Die Kunst bei Design-Passivhäusern besteht darin, architektonisch wertvolle und gleichzeitig wärmebrückenfreie Konstruktionen zu verwenden. Von Wärmebrückenfreien Konstruktionen spricht man bei einem $\Psi \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$.

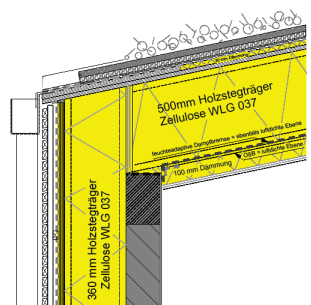


Abb.4: Beispiel: Passivhaustaugliche Traufe

Wärmebrückenfreier Detailanschluss mit hoher Qualität an die architektonische Gestaltung.

Holzstegträger mit 500 mm Wärmedämmung im Dachbereich und 360 mm im Wandbereich bilden die Basisdämmung. Die Stege der Träger wurden mit zusätzlicher Wärmedämmung energetisch verbessert.

Architekt: Werner Friedl, Autor dieses Beitrages

© Bilder und Grafik: www.architekt-friedl.de

Unabhängig von der Form und der Innenraumgestaltung des Gebäudes sind besonders die Detailpunkte an Fenstern, an Dachrändern und am Sockel zu beachten. Die Detaillösung beeinflusst erheblich die spätere architektonische Wirkung des Gebäudes.

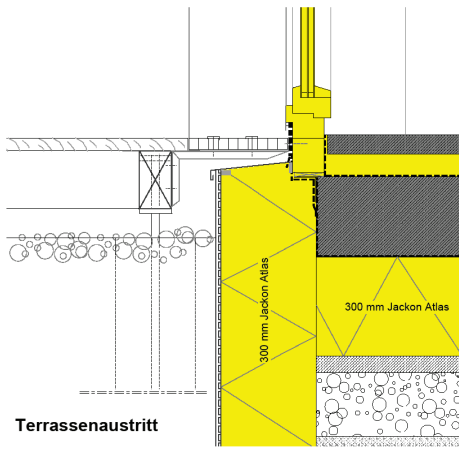


Abb. 5 Beispiel: Passivhaustauglicher Terrassenaustritt.
Architekt: Werner Friedl, Autor dieses Beitrages, © Bild und Grafik: www.architekt-friedl.de

Am Beispiel eines Terrassenaustrittes ist die Komplexität des architektonischen Details ersichtlich. Zum einen ist die Funktion des barrierefreien Terrassenaustrittes zu gewährleisten, andererseits sind die energetischen Anforderungen und die Luftdichtheit einzuhalten.

Das Detail aus Abb. 5 wurde bereits vor 10 Jahren vom Architekten entwickelt und seitdem stetig verbessert worden. Beim Einsatz einer Hebe-Schiebtüre, was mittlerweile auch passivhaustauglich möglich ist, kann die untere Fensterschwelle ohne Stopperschwelle ausgeführt werden.

Handelt es sich um ganze Glasfassaden können architektonisch hochwertige und zugleich passivhaustaugliche Detaillösungen sehr kompliziert werden. Eine sorgfältige Planung ist unbedingt erforderlich und zudem sind solche Passivhausfassaden sehr teuer.

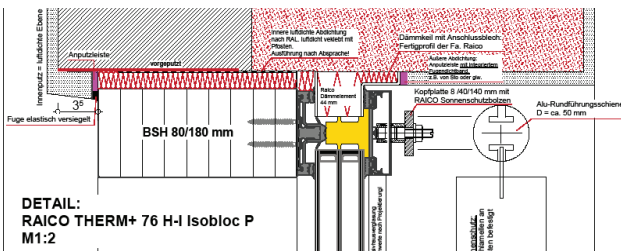
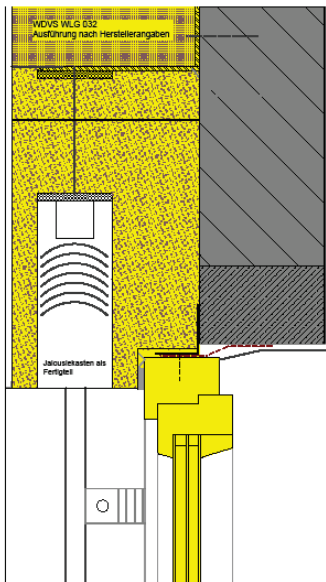
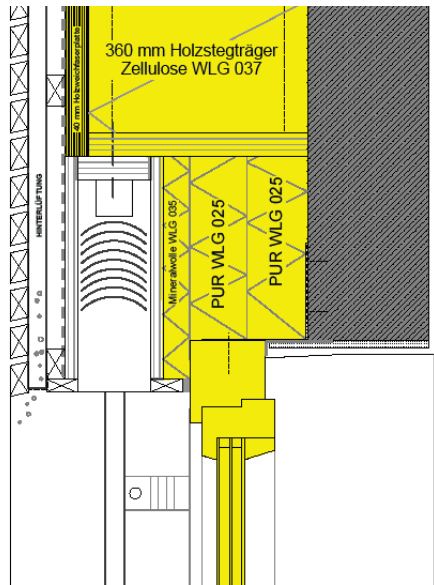


Abb. 6 Beispiel: Passivhausfassade seitlicher Wandanschluss.
Architekt: Werner Friedl, Autor dieses Beitrages
© Bild und Grafik: www.architekt-friedl.de



Detail: Wärmedämmverbundsystem
(linker Baukörper)



Detail Holzkubus
(rechter Holzverschalter Baukörper)



Zertifiziertes Passivhaus in Aichach, Deutschland
Architekt, Werner Friedl

Abb. 7 Beispiel: Sonnenschutz.

Sonnenschutzlösungen beeinflussen die Gestaltung eines Passivhauses erheblich. Für Design-Passivhäuser sind sonnenschutzintegrierte Konstruktionen architektonisch ansprechender. Für das rechts dargestellte Passivhaus wurden beide Varianten entwickelt.

Auf die Wärmebrückenfreiheit ist besonders zu achten. Die dargestellte Lösung im „Wärmedämmverbundsystem“ ist mittlerweile auch mit einem zusätzlichen Vakuumpaneel erhältlich.

© Bild und Grafiken: www.architekt-friedl.de

4. Steigerung der Nachhaltigkeit von Passivhäusern

4.1. „GreenPassivhaus“, das Passivhaus mit weiteren Betrachtungskriterien

Die Passivhausbauweise ist nicht an Nachhaltigkeitskriterien gekoppelt. Es ist aber legitim diese Bauweise mit weiteren Bewertungskriterien zu belegen. Der vom Verfasser dieses Beitrages definierte Begriff „GreenPassivhaus“ bezeichnet hier ein besonders nachhaltiges Passivhaus. (1)



Abb. 8 Ein nachverdichtetes Gebiet ist nicht nachhaltig, wenn für den Menschen keine dauerhafte Nutzung über Jahrzehnte gewährleistet ist. Eine langfristige Nutzung ist hier sicherlich nicht gegeben! Die Architektur ist nicht „höflich“ zu den Bewohnern. (1)

Die Nachhaltigkeitsbetrachtung soll sich nicht nur auf energetische Faktoren beschränken, sondern eine ganzheitliche Betrachtung ermöglichen. Dies beginnt bei den Festlegungen der städtebaulichen Vorgaben durch Städte und Kommunen, geht weiter bei der Entwurfsfindung, beim Nutzungskonzept und endet bei der Rückbaufähigkeit des Bauwerks. Es muss also unterschieden werden, wer in welchem Stadium welche Nachhaltigkeit bereitstellt. Warum bleibt die Entwurfsqualität in der Nachhaltigkeitsbetrachtung unberücksichtigt? Nur ein Gebäude mit langem Lebenszyklus ist auch nachhaltig! (1)

4.2. Verbesserte Bauteilkomponenten

Die Entwicklung verbesserter Bauteilkomponenten ermöglicht immer wirtschaftlicher den Passivhausstandard zu erreichen. Die betrifft die energetischen und die ökologischen Anforderungen gleichermaßen.



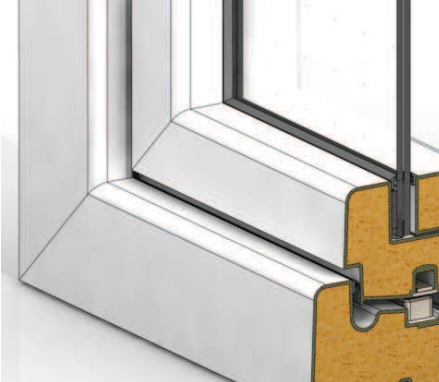
Abb. 9 Neue entwickelte Baumaterialien.

Im Bild von links nach rechts:

- Aerowolle / Aerogel ($\lambda = 0,019$)
- Vakuumdämmung als Fassadenpaneele ($\lambda = \text{ca. } 0,006$)
- WDVS mit Vakuumdämmung. Mit ca. 90 mm Aufbaudicke ist ein U-Wert um die $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ möglich. Interessant im Altbau.

© Bild: www.architekt-friedl.de

Eine interessante Neuentwicklung sind die sogenannten „Vakuumläser“ auch „VIG“ (vacuum-isolated-glass) genannt. Erste Gläser sind bereits in China erhältlich. In Deutschland werden im Augenblick neue Fertigungsverfahren entwickelt um die bisher erhältlichen Vakuumläser nochmals zu verbessern. Mit einer Produktion in Deutschland ist nicht vor Mitte 2013 zu rechnen. Damit können im 3-Scheibenaufbau U-Werte von $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ erreicht werden, bei einer Glasstärke von nur 14 mm. Im Gebäudebestand könnten dadurch bestehende 2-Scheibenverglasungen durch „VIG`s“ ersetzt werden. (5)



© SKZ-KFE GmbH, Würzburg (www.skz.de)



Abb. 10 Neue Fenster- und Verglasungssysteme werden derzeit entwickelt.

Ein bereits verfügbares chinesisches „VIG“
Im Bild: Architekt Werner Friedl

Mit neuen Rahmenentwicklungen aus Polyurethan gehen Forscher einen neuen Weg. Das Rahmensystem bspw. bezeichnet mit „TopTherm 90“ eignet sich für konventionelle Dreifachverglasungen, wie für die kommenden Generationen der Vakuumläser, den sogenannten „VIG`s“. (5)

5. Aktive Bauteilkomponenten und Wirkungsweise

Durch zunehmende Detailverbesserung, Erfahrung und die stets größer werdende Stoffauswahl passivhaus-zertifizierter Produkte ist die Palette, das dem Passivhausplaner zur Verfügung steht, entscheidend gewachsen. Die gestalterischen Konsequenzen aus der Passivhaus-Idee für Dach und Fassade werden als Chance zum Design wahrgenommen. Sie ergeben sich zunehmend aus dem Einsatz von „aktiven“ Bauteilkomponenten.

5.1. Komponenten der Gebäudehülle mit „aktiver“ Wirkungsweise

Bestimmte Komponenten dienen nicht nur dem Raumabschluss einer luftdichten, wärmebrückenfreien Hülle, sondern unterstützen den Energieeintrag in das Gebäude,

sind Teil der Anlagentechnik oder stellen den sommerlichen Wärmeschutz sicher.

Interessant ist die Kombination solcher Komponenten, oder die Zuordnung mehrerer Aufgaben zu einer einzelnen „aktiven“ Komponente. Ziel ist es dabei, Vorteile dieser Bauteile mit den herkömmlichen Anforderungen an Fassaden (Wärmedämmung, Verschattung, Gestaltung, Lichtwirkung, solare Kollektorfläche, Lüftungssysteme, Wärmerückgewinnungsanlagen) zu kombinieren. So könnten etwa Vakuumröhren in eine Fassade integriert unterschiedlichste Funktionen wie Energiegewinnung für

- eine Warmwasserbereitung und / oder
- die Raumheizung sowie
- für eine solare Kühlung

Sie bieten zugleich Sonnenschutz durch eine Teilverspiegelung der Röhre sowie durch die Abfuhr der anfallenden Wärme und lassen gleichzeitig durch ihre transparente Bauweise den Ausblick nach draußen und den Einfall des Tageslichtes zu. Der selbe Effekt kann auch mit PV-Systemen erreicht werden.

Ebenso kann auch die komplette Lüftungstechnik, die in die Fassade integriert ist, mit Röhrenkollektoren, Lamellen oder dezentralen Lüftungsgeräten selbst für die Energiegewinnung, Kühlung und Verschattung des Gebäudes sorgen.

System, Steuerung und Leitungsführung laufen an der „aktiven“ Fassade, wo sie als sichtbarer gestalterischer Bestandteil des Gebäudes erlebt werden können. (6)



Abb. 11 Farbige Solarzellen.
© Bild: Schott AG, Mainz, www.schott.com

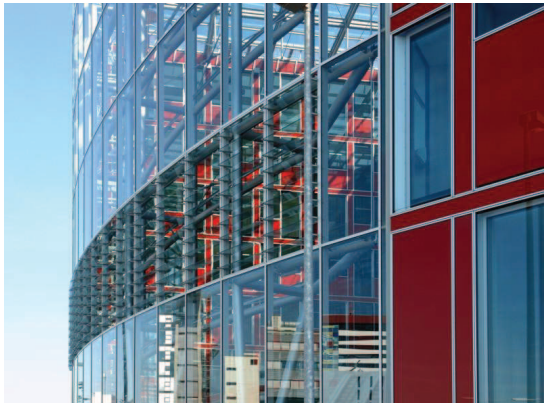


Abb. 12 Medienhafen Düsseldorf („aktive Fassade“).
© Bilder: Gatermann + Schossig Bauplanungsgesellschaft mbH & Co.KG, Köln. www.gatermann-schossig.de

5.2. „Aktive“ Komponenten als Bestandteil des individuellen Passivhaus-Designs

Intelligente Fassaden sind als „aktive“ Komponenten im Passivhaus-Design einsetzbar: z. B. als Träger von Lüftungssystemen und Wärmerückgewinnungsanlagen, gepaart oder kombiniert mit Sonnenschutzsystemen oder Anlagen zur solaren Energiegewinnung.

Konzepte wie diese führen dazu, dass die Gebäude zunehmend frei werden von Installationsebenen und Leitungstrassen, abgehängten Decken, Dachaufbauten (Zu- und Fortluftöffnungen, Filtersysteme), da sich alles in der Fassade abspielt und Raum für Raum eine direkte Verbindung zu den Funktionen der Fassade herrscht. Dies hat Auswirkungen auf die Gebäudestruktur und führt zu einer Weiterentwicklung des Passivhaus-Designs. Es ist derzeit anzunehmen, dass der Einsatz von aktiven Fassadenelementen das Erscheinungsbild von Passivhäusern künftig entscheidend prägen und verändern wird.

(6)

6. Literatura

- (1) FRIEDL WERNER Architekt, Disertace ve fázi zpracování, „*Das nachhaltige Passivhaus*“, 2011, Vedoucí Prof. Ing. arch. Robert Špaček, CSc, Státní technická univerzita Bratislava, Slovensko
- (2) LALÍKOVÁ D., CSc., „*Energeticky Pasivny Dom*“, Bratislava, Slovensko, leden 2011, Vydavateľstvo Eurostav spol. s r. o, S. 51-54, ISSN 1335-1249
- (3) LALÍKOVÁ D. CSc., „*Pasivny Dom – So zelenou strechou*“, Bratislava, Slovensko, duben 2009, Vydavateľstvo Eurostav spol. s r. o, S. 38-44, ISSN 1335-1249
- (4) FRIEDL WERNER Architekt, „*EU-Recht: Bald nur noch Passivhäuser*“, Passivhaus Kompendium 2011, Německo, Laible Verlagsprojekte, S. 146-147, ISBN: 978-3-9813761-3-5
- (5) FRIEDL W. – HASENRITTER H.: „*EnEV und Energieausweise 2009*“, Německo, Forum-Verlag, Merching, 2011, ISBN: 978-3-86586-032-3
- (6) HASENRITTER HOLGER Architekt, Disertace ve fázi zpracování, „*Entwicklungen in der energieautarken Gebäudesanierung und ihr Einfluss auf die Architektur*“, 2011, Vedoucí Prof. Ing. arch. Robert Špaček, CSc, Státní technická univerzita Bratislava, Slovensko

Zkušenosti z Hannoveru: od prvního pasivního sídliště v Kronsbergu k sídlišti s nulovými emisemi zero:e

Harald Halfpaap, proKlima – Der enercity-Fonds
Glockseestraße 33, D-30169 Hannover, Germany
Tel: +49 511 430 30 81, E-mail: harald.halfpaap@enercity.de

1. Lokální rámcové podmínky

III.

Aktivity ochrany klimatu mají v Hannoveru dlouhou tradici a již dlouho jsou důležitým tématem v politických diskusích. Již v roce 1992 odsouhlasila městská rada první akční program ochrany klimatu. Jeho cílem bylo mimo jiné usilovat o snížení emisí CO₂ do roku 2005 o 25 %. Jako důležitý činitel pro realizaci těchto cílů byl v roce 1998 založen fond pro ochranu klimatu proKlima pro finanční podporu opatření na snížení emisí CO₂ a v roce 2001 byla založena agentura pro ochranu klimatu pro práci s veřejností v oblasti ochrany klimatu.



Do tohoto období spadala světová výstava Expo v Hannoveru konaná v roce 2000 a v rámci příprav byl nutný nový obytný komplex. V rámci projektu Cepheus financovaného EU bylo poté v komplexu vybudováno první sídliště pasivních domů v Hannoveru, pasivní sídliště Kronsberg. Sídliště zahrnuje 32 řadových domů ve čtyřech řadách, jejichž technické parametry byly v období od října 1999 do dubna 2001 měřeny a hodnoceny v návaznosti na spokojenost obyvatel. Souhrn výsledků uvádíme v kapitole 2.

Co se týče Hannoveru, nebyly vytýčené cíle z roku 1992 i přes mnohá opatření dosaženy. Zatímco ve snižování tepelné bilance byly zaznamenány úspěchy, bilance elektrické energie výrazně vzrostla. Bilance CO₂ se tím zlepšila celkově jen asi o 9 %.

S těmito poznatky a v návaznosti na rozhodnutí spolkové vlády ohledně snížení emisí skleníkových plynů byl v roce 2007 v Hannoveru spuštěn rozšířený akční program ochrany klimatu, „Aliance pro ochranu klimatu Hannover 2020“. V rámci této koncepce vypracovaly pracovní skupiny z oblasti průmyslu, bytové výstavby, administrativní výstavby, veřejného mínění, vedení města a městských služeb katalog opatření na snížení emisí CO₂ ve městě o 40 % do roku 2020 ve srovnání s rokem 1990.

Vedení města vypracovalo v této souvislosti ekologické normy pro územní plánování výstavby, pro realizaci smluv v souvislosti s kupními smlouvami pro nákup stavebních pozemků nebo pro účely územního plánování i pro své vlastní městské stavby. Použití těchto nástrojů obecní správy doplněné o požadavek kompenzovat zbývající energetickou potřebu bytů prostřednictvím obnovitelných zdrojů energie vedlo k projektu sídliště s nulovými emisemi „zero:e“ (nulové:e) v jedné městské části Hannoveru. Sídliště s nulovými emisemi zahrnuje stavební plochu s 330 rodinnými domy a nákupním

střediskem. Stavební práce na tomto sídlišti byly zahájeny na podzim roku 2010 a Hannover se představil po pasivním sídlišti Kronsberg opět jako mezinárodní vzor pro velkoplošné uplatnění standardů s vysoce úspornými parametry v novostavbách. Koncepce „zero:e“ je podrobněji vysvětlena v kapitole 3.

2. Pasivní sídliště Kronsberg

2.1. Metrologické hodnocení (obsah ze zdroje [1])

Metrologické hodnocení pasivního sídliště Kronsberg vychází z výsledků měření všech parametrů spotřeby a pohodlí z prvních dvou úplných topných sezón. Hodnoty pokojové teploty trvale obydlených řadových domků se za tuhé zimy pohybovaly v průměru kolem 21,1 °C uprostřed rozsahu oblasti tepelné pohody a tím překročily projektovanou teplotu 20 °C vypočtenou v PHPP. Letní pokojové teploty se pohybovaly až na několik hodin do 25 °C, a tedy i bez klimatizace v oblasti tepelné pohody.

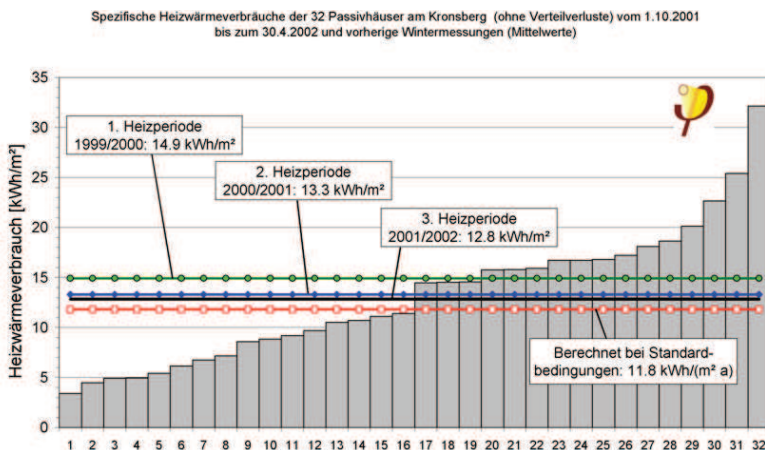
Obr. 1 ukazuje srovnání hodnot naměřené spotřeby tepla na vytápění s předpokládanými projektovanými hodnotami této spotřeby pro jednotlivé byty.

Hodnoty měrné spotřeby tepla na vytápění u 32 PD v Kronsbergu (bez ztrát rozvodem)

Od 1.10.2001 do 30.4.2002 a předchozí měření v zimě (průměrné hodnoty)

1. topná sezóna 1999/2000
2. topná sezóna 2000/2001
3. topná sezóna 2001/2002

výpočet pro standardní podmínky:
11,8 kWh/(m²a)



Obr. 1 Porovnání naměřené spotřeby tepla na vytápění s projektovanými hodnotami spotřeby tepla, zdroj: [1].

Vypočtená potřeba tepla na vytápění pro požadovanou teplotu 20 °C se pohybuje podle PHPP v průměru všech domů kolem 11,8 kWh/(m²a). Zvýšíme-li požadovanou pokojovou teplotu na cca 21 °C, má to za následek zvýšení vypočtené potřeby tepla na 13,6 kWh/(m²a). V průměru tím dochází k velmi dobrému potvrzení vypočtené hodnoty potřeby tepla, v individuálních případech však nastaly výrazné odchylky směrem dolů i nahoru. Odchylky se však pohybují v rámci obvyklého kolísání a jsou způsobeny převážně rozdílným chováním obyvatel, chybami obsluhy nebo i některými technickými nedostatky. Technické nedostatky byly v návaznosti na hodnocení odstraněny a za účelem snížení chyb obsluhy byly obyvatelům předány uživatelské příručky.

2.2. Sociální hodnocení (obsah ze zdroje [2])

Kromě metrologického hodnocení bylo provedeno hodnocení také z hlediska sociálního. Cílem hodnocení bylo získat informace o motivaci k přistěhování, o přijímání potřebných změn v chování a při ovládání techniky při nastěhování do pasivního domu, o spokojenosti s bydlením, o chování uživatelů a o potřebách informací pro obyvatele.

Výsledky nastínily celkově pozitivní obraz spokojenosti s bydlením ve sledovaných pasivních domech. Převážná většina respondentů je ve svém domě a se svým domem spokojená. Otázky hodnocené na veřejnosti poněkud skepticky jako kvalita ovzduší a tepelná pohoda v interiéru byly ze strany obyvatel hodnoceny velmi pozitivně. Ve srovnání s předchozí bytovou situací přispívá dobrá kvalita ovzduší a rovnoměrné teplo ke zvýšení komfortu bydlení. Dalším pozitivním a závažným aspektem jsou výrazně nižší vedlejší náklady. Výsledky ukazují, že pasivní domy jsou obyvateli velmi dobře přijímány. Kritika a výhrady nejsou namířeny ani tak příliš proti základním principům pasivního domu, jako spíše proti nesprávnému provedení stavby nebo proti funkčnosti některých částí technických zařízení. Kritické body za chybějící individuální regulaci prostorové teploty jsou převáženy velmi dobře pocítovanými výhodami.

2.3. Využití získaných poznatků

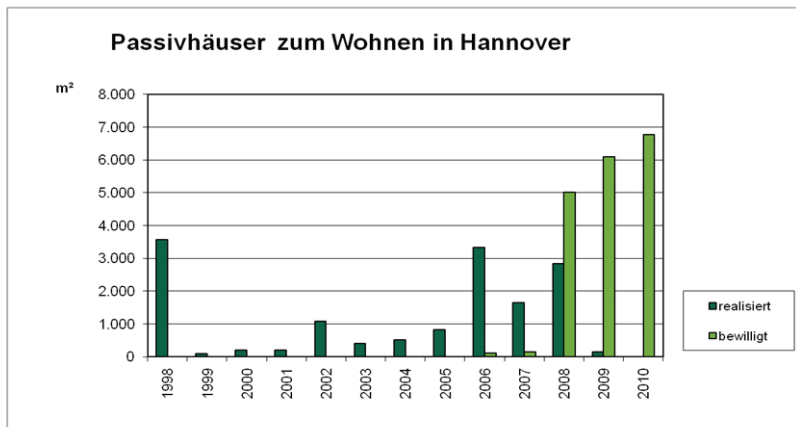
Zkušenosti z výše popsaných hodnocení byly povzbudivé pro intenzivnější šíření standardu pasivního domu v Hannoveru. Poznatky o technických překážkách a další požadavky obyvatel byly začleněny do další lokální práce a nakonec i do projektu sídliště s nulovými emisemi zero:e. Klíčovými prvky zde byly mj. následující body:

- Zahájení lokální propagace novostaveb ve standardu PD
- Spuštění nabídky místních školení pro projektanty, architekty a řemeslníky
- Podpora vzdělávání pro projektanty, architekty a řemeslníky
- Podpora opatření pro zabezpečení kvality
- Spuštění nabídky všeobecného poradenství pro zájemce o stavbu
- Včasné poradenství pro investory a zájemce o stavbu v oblastech výstavby
- Vytvoření uživatelské příručky pro obyvatele pasivních domů
- Stanovení ekologických standardů při výstavbě v Hannoveru

3. Sídliště s nulovými emisemi zero:e

3.1. Konsekvantní použití nástrojů veřejné správy (obsah ze zdroje [3])

Jako nejúčinnější způsob propagace nové výstavby ve standardu PD v Hannoveru se prokázalo rozhodnutí vydané v roce 2006 Radou města Hannoveru o preferenčním převodu městských pozemků těm stavitelům a investorům, kteří budou stavět ve standardu PD. Časový rozvoj obytné plochy ve standardu PD ukazuje obr. 2.



Obr. 2 Meziroční přírůstek obytné plochy v standardu PD, zdroj: Centrum ochrany klimatu Hannover.

U nové výstavby v Hannoveru byly navíc ještě stanoveny tyto ekologické standardy:

- provádění energeticky úsporného územního plánování optimalizovaného na využití solární energie (kompaktnost budov, jižní orientace budov nebo střešních ploch a hlavního obývacího prostoru, zajištění využití solární energie prostřednictvím nestíněných fasádních a střešních ploch a konstrukčních zadání s ohledem na výšku staveb a vzdálenosti mezi nimi)
- stanovení vysokých energetických standardů a povinnosti využít poradenství ohledně smluv na nákup pozemků a veřejnoprávních smluv
- energeticky úsporné rekonstrukce městských budov a uplatnění pasivního standardu u všech obecních novostaveb

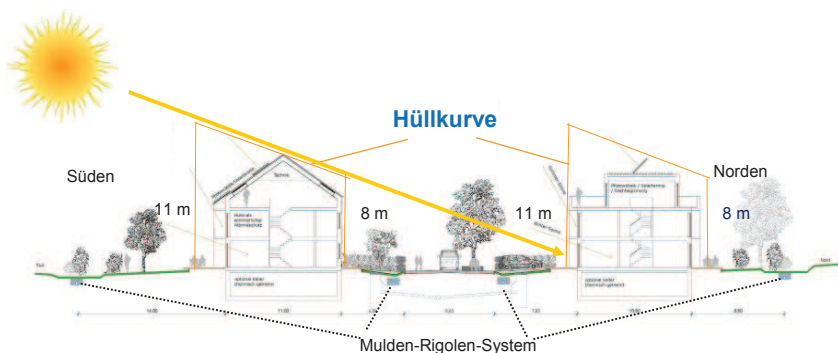
3.2. Koncepce územního plánu (obsah ze zdroje [3])

V nově budované čtvrti „zero:e“ mají vzniknout atraktivní konkurence schopné nabídky pro výstavbu rodinných domů s možnostmi bydlení vhodného pro rodiny. Proto byla vypsána urbanistická soutěž a vypracován energetický plán města proKlima. Nová čtvrť zahrnuje celkem 330 bytových jednotek, což je největší evropské sídliště s nulovými emisemi. Kromě obytných domů vznikne v této čtvrti také obchod s potravinami ve standardu PD.



Obr. 3 Sídliště s nulovými emisemi zero:e, zdroj: územní plán Hannover.

Aby bylo možné vytvořit optimální rámcové podmínky pro projekt, byla v územním plánu přijata různá rozhodnutí. Aby se například zabránilo zastínění okolních staveb, a to i když je slunce nízko, a aby přitom byla zajištěna kompaktnost stavby, bylo kromě ustanovení o dvou podlažích v plné výšce vydáno také rozhodnutí o výšce budov formou určení obalové křivky (viz obr. 3). Tato obalová křivka určuje vzdálenosti a limitní výšky pro budoucí stavby. V rámci tohoto ustanovení je ponechána stavitelům rozhodující svoboda pro návrh staveb a tvaru střech, aby mohla být realizována individuální kvalitní architektura.



Obr.3 Zdroj: Akciová společnost AG Baufrosche und foundation 5+ (Architekti a krajinní architekti) Jih obalová křivka system jam a příkopů

3.3. Energetická koncepce

Cílem energetické koncepce u projektu „zero:e“ je na prvním místě důsledná minimalizace spotřeby energie pro výrobu tepla a elektřiny. Nevyhnutelně nutná zbývající energetická

potřeba by měla být kompenzována účastí stavitelů na budování zařízení obnovitelných zdrojů energie. V zásadě bude kompenzace použita teprve tehdy, až budou vyčerpány všechny možnosti snižování emisí CO₂.

Možnosti dodávky energie

Rozmanitost stávajících možností a technologií dodávky energie pro pasivní domy vyvolává otázky týkající se způsobu dodávky, volby energonositele, celkových nákladů na systém a klimatických dopadů. Tyto otázky byly při vypracování energetické koncepce pro sídliště zero:e řešeny z pohledu stavitelů a místních distributorů energie pro individuální nebo skupinovou dodávku energie nebo pro přenos tepla z blízkého zdroje. Konkrétně byly zkoumány různé systémy dodávky energie pro dva různé typy pasivního domu (soliterní rodinný dům se 150 m² a řadový dům s pěti bytovými jednotkami po 120 m²).

U samostatně stojících rodinných domů jsou zdroje tepla a systém řízeného větrání s rekuperací umístěny uvnitř budovy (individuální dodávka). U řadových RD je zdroj tepla v oddělené přístavbě (společná hlavní stanice, mimo tepelnou obálku). Příprava tepla zde probíhá centrálně a je distribuována do všech pěti bytů. Větrací systém je centrální pro každý byt zvlášť se stejnými komponenty, jako jsou v samostatném RD.

Alternativně byla pro skupinu celkem 26 PD (13 RD, 8 polovin dvojdomků, 5 řadových domů s celkem 26 bytovými jednotkami a cca 3.750 m² vytápěné podlahové plochy) sledována kromě individuální přípravy tepla také dodávka tepla z blízkého zdroje z příslušné větší výtopny.

S použitím modelových výpočtů nákladů v závislosti na investiční ceně, provozních a spotřebních nákladech (porovnání celkových nákladů) byl proveden výpočet ekonomické výhodnosti, energetické spotřeby a dopadů na ovzduší u různých variant dodávky tepla pro každou bytovou jednotku.

Dále uvádíme shrnutí výsledků tohoto průzkumu pro přípravu tepla pomocí následujících alternativních systémů:

- Lokální individuální příprava pomocí kompaktního agregátu s tepelným čerpadlem se solárním systémem pro přípravu teplé pitné vody a bez něj
- Lokální individuální příprava pomocí kondenzačního plynového kotle se solárním systémem pro přípravu teplé pitné vody a bez něj
- Lokální individuální příprava pomocí primárních peletových kamen se solárním systémem pro přípravu teplé pitné vody
- Společná výtopna pro řadové domky s kondenzačním plynovým kotlem se solárním systémem pro přípravu teplé pitné vody a bez něj
- Společná výtopna pro řadové domky s peletovým kotlem se solárním systémem pro přípravu teplé pitné vody a bez něj
- Společná výtopna pro řadové domky s kogenerační jednotkou na zemní plyn se zásobníkem

- Dodávka tepla z blízkého zdroje s kogenerační jednotkou na zemní plyn a s kondenzačním plynovým kotlem jako kotlem pro špičkový výkon a se zásobníkem
- Dodávka tepla z blízkého zdroje s peletovým kotlem se solárním systémem pro přípravu teplé pitné vody a bez něj a se zásobníkem

Porovnání jednotlivých možností přípravy tepla (obsah ze zdroje [4])

Pro samostatně stojící RD a dvojdomky je z ekologického hlediska nejlepším výsledkem pro dodávku tepla dle očekávání příprava pomocí primárních peletových kamen v kombinaci se solárním systémem. Z ekonomického hlediska představuje tento způsob přípravy naopak nejdražší alternativu přípravy.

V ekologickém žebříčku se pro lokální varianty přípravy umístily relativně těsně za sebou kompaktní agregát s tepelným čerpadlem a kondenzační plynový kotel, přičemž kompaktní TČ těsně vede. Primární pec přitom vykazuje v porovnání s kompaktním agregátem s TČ podle [4] bilanci CO₂ o cca 32 % nižší. Z hlediska celkových ročních nákladů se kompaktní agregát s TČ a kondenzační plynový kotel zase naopak umístily před primární pecí. Kompaktní TČ se solárním systémem je přitom dobře o 20 % levnější než primární pec se solárním systémem.

Při ekologickém hodnocení dodávky tepla pro RD prostřednictvím rozvodu tepla z blízkého zdroje se pohybuje centrální peletový kotel se solárním systémem nebo bez něj v důsledku ztrát distribucí za lokální primární pecí, avšak ještě před lokálním kompaktním TČ. Celkové roční náklady na tuto centrální dodávku tepla se přitom pohybují na úrovni lokálního kompaktního TČ nebo kondenzačního plynového kotle a tím jsou nižší než náklady lokální primární pece.

Centrální příprava dálkového tepla pomocí kogenerační jednotky na zemní plyn nemá z ekologického hlediska i z hlediska celkových nákladů žádné výhody oproti centrální přípravě pomocí peletového kotle.

Přestože systém tepla z blízkého zdroje s peletovými kotli je podle horní argumentace zajímavou variantou přípravy, nebyla tato varianta v projektu „zero:e“ realizována.

Pro toto rozhodnutí byly mimo jiné podstatné tyto důvody:

- Z důvodu nízké spotřeby tepla v pasivním sídlišti už provozování systému přestává být pro dodavatele energie ekonomicky zajímavé.
- Kvůli plošně rozsáhlému snížení spotřeby tepla stoupá procentuální podíl ztrát vedením při dodávce tepla z blízkého zdroje na 40 % až 50 %. Pasivní dům (1,5 litru) by se tím stal v důsledku ztráty účinnosti fakticky 3-litrovým domem.
- Za předpokladu velmi hustého zastavění (délky sítí < 20 m pro každou bytovou jednotku) s velmi kvalitní tepelnou izolací rozvodů je možno realizovat síť systému dálkového tepla pro pasivní domy s rozumným výsledkem. Na doplnění by však musela být realizována přípojná větev na systém tepla z blízkého zdroje. V celkovém součtu by tato opatření prodej těchto systémů výrazně ztížila.
- Systémy individuální přípravy tepla upřednostňuje mnoho zákazníků, aby si

zachovali nezávislost na provozovateli nebo bytových družstvech.

U posuzovaných řadových domů se samostatnou společnou hlavní výtopnou umístěnou mimo tepelnou obálku vycházejí ztráty distribucí v porovnání s výše uvedeným systémem dálkového tepla výrazně nižší. Bilance CO₂ peletového kotle se solárním systémem nebo bez něj se pohybuje asi o 50 % níže než lokální kompaktní TČ, bilance CO₂ kondenzačního kotle ve společné výtopně se pohybuje téměř o 15 % výše než kompaktní TČ. Bilance CO₂ centrální kogenerační jednotky leží jen nepatrně pod bilancí lokálního kondenzačního plynového kotle.

Celkové roční náklady pro přípravu tepla pomocí peletového kotle ve společné výtopně se pohybují jen o něco výše než náklady kondenzačního kotle, avšak níže než náklady lokálního kompaktního TČ. Kogenerační jednotka na zemní plyn ve společné výtopně vykazuje nejvyšší celkové roční náklady. Z ekonomického a ekologického hlediska tedy představuje peletový kotel optimální variantu přípravy tepla pro posuzovanou řadu řadových RD se společnou výtopnou. Realizaci této varianty přípravy tepla by však mohlo ze strany stavitelů konkurovat přání získat nezávislost a zabránit možným problémům při vyúčtování tepla, ve vlastnických vztazích, ve společenství provozovatelů atd. Proto je třeba počítat s tím, že volba lokálního kompaktního TČ bude preferována a budou rovněž respektovány i jeho vyšší náklady. S ohledem na zvýšené znečištění vzduchu jemným prachem a omezené zdroje u pevné biomasy stejně jako na zvyšující se podíl energie z obnovitelných zdrojů v energetickém mixu to je při nízké absolutní spotřebě tepla u pasivního domu z ekologického hlediska přijatelné.

Další posuzování ekonomičnosti provozu plynárenské sítě z pohledu dodavatele plynu je analogicky jako u provozování sítě dálkového vytápění z důvodu nízké spotřeby tepla v sídlišti „zero:e“ vychází jako ekonomicky nevýhodné. Z tohoto důvodu se v sídlišti „zero:e“ nebude realizovat rozvod plynu.

Shnutí porovnání možností dodávky energie

Zásobování teplem vázané na rozvodné síť pro teplo z blízkého zdroje nebo na rozvod plynu se z ekonomických důvodů v sídlišti typu „zero:e“ nejeví příliš rozumné. Jako energonositel vázaný na rozvodnou síť se tedy v sídlišti „zero:e“ nabízí pouze elektřina a stavitelé si pro přípravu tepla mohou v rámci stávajících možností vybrat mezi alternativami kompaktní TČ nebo vytápěcí systém na bázi biomasy. Využití solární energie pro přípravu teplé pitné vody, která pokrývá minimálně 60 % spotřeby tepla pro teplou vodu, je přitom stanovena obecně platnými předpisy. Jako alternativa k solárnímu termickému systému je přijatelný také fotovoltaický systém s minimálním výkonem 1,5 kWp pro každou bytovou jednotku.

Kompenzace potřeby zbývající energie pro klimatickou neutralitu

Při určování požadavku na kompenzaci byla použita za základ průměrná spotřeba tříčlenné domácnosti. Pro výpočet spotřeby elektřiny pro domácnost (bez spotřeby elektřiny pro výrobu tepla) se předpokládalo vybavení domácností energeticky úspornými domácími spotřebiči. Přitom vychází na jednu bytovou jednotku spotřeba ve výši

2.400 kWh/a. Tato hodnota odpovídá rovněž zkušenostem z pasivního sídliště v Kronsbergu.

Pro přípravu tepla byla vypočtena potřebná kompenzace ve výši 1.600 kWh/a celkové elektrické energie na jednu bytovou jednotku. Přitom se předpokládalo využití solárního termického systému, který pokryje cca 60 % požadavku na teplou vodu.

Ve srovnání s novostavbou podle současných právních norem v Německu se pasivní technologií výstavby dosáhne snížení emisí skleníkových plynů při přípravě tepla až o 87 %.

V celkovém součtu vychází potřebná roční kompenzace ve výši 4.000 kWh nebo 900 kg CO₂ na jednu bytovou jednotku. To znamená při počtu 330 bytových jednotek roční požadavek kompenzace ve výši 1320 MWh nebo 297 tun CO₂ pro celé sídliště. Realizace kompenzačního požadavku by měla být řešena výrobou elektrické energie na reaktivované vodní elektrárně v Hannoveru.

4. Literatura

- (1) FEIST, W., PEPPER, S., KAH, O. *CEPHEUS-Projektinformation 19, Messtechnische Untersuchung und Auswertung Klimaneutrale Passivhaussiedlung Hannover-Kronsberg*. Aus dem Thermie-Programm der EU, Projekt-Nr: BU/0172/97
- (2) DANNER, M., *Wohnen in der Passivhaussiedlung Lummerlund im Neubaugebiet Hannover-Kronsberg*
- (3) KIRSCHT, E. *Tagungsband 15. Internationale Passivhaustagung 2011 in Innsbruck*
- (4) IMKELLER-BENJES, U., *Vergleichende Parameter-Studie zur Einzel- und Nahwärme-Versorgung einer Passivhaus-Siedlung* aus 38. Sitzung zum AK kostengünstiger Passivhäuser, 2008
- (5) SCHWENK, C., *Energetische Detailuntersuchung Passivhaussiedlung „In der Rehre“* aus 38. Sitzung zum AK kostengünstiger Passivhäuser, 2008

Erfahrungen aus Hannover: von der ersten Passivhaus-siedlung am Kronsberg zur Null-Emissions-Siedlung zero:e

Harald Halfpaap, proKlima – Der enercity-Fonds
Glockseestraße 33, D-30169 Hannover, Germany
Tel: +49 511 430 30 81, e-mail: harald.halfpaap@enercity.de

1. Lokale Rahmenbedingungen

Klimaschutzaktivitäten haben in Hannover eine lange Tradition und früh die politischen Diskussionen geprägt. Schon 1992 wurde vom Rat der Stadt das erste Klimaschutzaktionsprogramm beschlossen. Darin wurde unter anderem die Reduzierung des CO₂- Ausstosses bis 2005 um 25 % angestrebt. Als wichtige Akteure zur Umsetzung dieser Ziele wurde 1998 der Klimaschutzfond proKlima zur finanziellen Förderung von CO₂- Minderungsmaßnahmen und im Jahr 2001 die Klimaschutzagentur für die Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz gegründet.



In diesen Zeitabschnitt fiel die Weltausstellung Expo im Jahr 2000 in Hannover, in dessen Vorfeld eine Neubausiedlung notwendig wurde. Im Rahmen des von der EU geförderten Projektes Cepheus entstand daraufhin die erste Passivhausiedlung in Hannover, die Passivhausiedlung am Kronsberg. Die Siedlung umfasst 32 Reihenhäuser in vier Zeilen, die über einen Zeitraum von Oktober 1999 bis April 2001 messtechnisch und bezüglich der Zufriedenheit der Bewohner evaluiert wurden. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse erfolgt im Kapitel 2.

Bezogen auf die Stadt Hannover wurden die gesteckten Ziele aus dem Jahr 1992 trotz vieler Maßnahmen verfehlt. Während in der Reduktion des Wärmeabsatzes gute Erfolge zu verzeichnen waren, nahm der Stromabsatz deutlich zu. Die CO₂- Bilanz verbesserte sich damit in Summe lediglich um ca. 9 %.

Mit diesen Erkenntnissen und in Anlehnung an Beschlüsse der Bundesregierung zur Reduzierung von Treibhausgasen wurde im Jahr 2007 in Hannover ein erweitertes Klimaschutzaktionsprogramm aufgelegt, die „Klimaschutz Allianz 2020 Hannover“. In diesem Konzept erarbeiteten Arbeitsgruppen aus den Bereichen Industrie, Wohngebäude, Bürogebäude, Multiplikatoren, Stadtverwaltung und Stadtwerke einen Maßnahmenkatalog, um den CO₂- Ausstoss in der Stadt bis 2020 um 40 % gegenüber dem Vergleichsjahr 1990 zu senken.

Die Stadtverwaltung entwickelte in diesem Rahmen ökologische Standards für die Bauleitplanung, die Vertragsgestaltung bei Grundstückskaufverträgen oder städtebaulichen Verträgen und für ihre eigenen städtischen Gebäude. Die Anwendung dieser kommunalen Instrumente ergänzt um den Anspruch, den verbleibenden Energiebedarf der Wohnungen mit erneuerbaren Energien zu kompensieren führte dann

zur Planung der Null-Emissionssiedlung „zero:e“ in einem Stadtteil von Hannover. Die Null-Emissionssiedlung umfasst ein Baugebiet mit 330 Einfamilienhäusern und einem Einkaufsmarkt. Der Baubeginn in dieser Siedlung erfolgte im Herbst 2010 und Hannover präsentiert sich nach der Passivhaussiedlung am Kronsberg erneut als internationales Vorbild bei der großflächigen Umsetzung von Hocheffizienzstandards im Neubau. Das Konzept zu zero:e wird in Kapitel 3 eingehender erläutert.

2. Passivhaussiedlung Kronsberg

1.1. Messtechnische Evaluation (Inhalte aus Quelle [1])

Der messtechnischen Evaluation der Passivhaussiedlung am Kronsberg liegen die Messergebnisse aller Verbräuche und der Komfortparameter der ersten beiden vollständigen Heizperioden zugrunde. Die Raumtemperaturen der dauerbewohnten Reihenhäuser lagen im Durchschnitt des Kernwinters mit 21,1 °C mittig im Behaglichkeitsbereich und damit über dem berechneten Ansatz von 20 °C im PHPP. Die sommerlichen Raumtemperaturen liegen bis auf wenige Stunden unterhalb von 25 °C und damit auch ohne Klimaanlage im behaglichen Bereich.

Abb. 1 zeigt den Vergleich der gemessenen Heizwärmeverbräuche zu den projektierten Heizwärmebedarfswerten für die einzelnen Wohnungen.

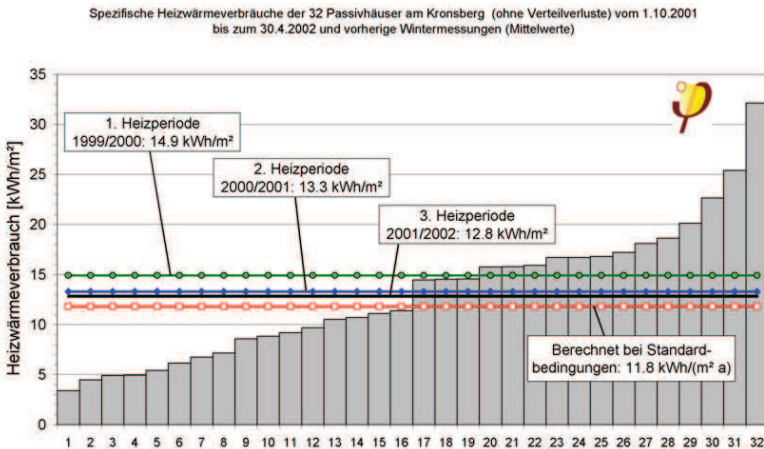


Abb. 1 Vergleich gemessener Heizwärmeverbräuche zu den berechneten Heizwärmebedarfen, Quelle: [1].

Der rechnerische Heizwärmebedarf für eine Solltemperatur von 20 °C liegt nach PHPP im Mittel aller Häuser bei 11,8 kWh/(m²a). Wird die Raumtemperatur auf ca. 21 °C angehoben ergibt sich der rechnerische Heizwärmebedarf zu 13,6 kWh/(m²a). Im Mittel wurden die berechneten Heizwärmebedarfe damit sehr gut bestätigt, weisen im Einzelfall aber deutliche Abweichungen nach unten und nach oben auf. Die Abweichung bewegen sich allerdings im Rahmen üblicher Schwankungsbreiten und sind überwiegend im unterschiedlichen Nutzerverhalten der Bewohner, in Fehlbedienungen oder auch in technischen Mängeln

begründet. Die technischen Mängel wurden im Anschluss an die Evaluation behoben und zur Reduzierung von Fehlbedienungen wurden Nutzerhandbücher an die Bewohner übergeben.

1.2. Sozialwissenschaftliche Evaluation (Inhalte aus Quelle [2])

Neben der messtechnischen Evaluation wurde ebenfalls eine sozialwissenschaftliche Evaluation durchgeführt. Zielsetzung der Evaluation war die Gewinnung von Erkenntnissen zur Zuzugsmotivation, der Akzeptanz notwendiger veränderter Verhaltensweisen und Techniken beim Bewohnen eines Passivhauses, die Wohnzufriedenheit, das Nutzverhalten und die Informationsbedürfnisse der Bewohner.

Die Ergebnisse zeichneten ein insgesamt positives Bild der Wohnzufriedenheit in den untersuchten Passivhäusern. Die überwiegende Mehrzahl der Befragten ist in ihrem Haus und mit ihrem Haus zufrieden. In der Öffentlichkeit teilweise skeptisch beurteilte Fragen wie Luftqualität und Raumwärmebedarf werden seitens der Bewohner besonders positiv bewertet. Im Vergleich zur vorherigen Wohnsituation tragen die gute Luftqualität und die gleichmäßige Wärme zu einer Steigerung des Wohnkomforts bei. Positiv fallen ebenfalls die deutlich geringeren Nebenkosten ins Gewicht. Die Ergebnisse machen deutlich, dass eine hohe Akzeptanz gegenüber dem Passivhaus besteht. Kritik und Mängel richten sich weniger gegen die Grundprinzipien des Hauses als gegen mangelhafte Bauausführung oder Funktionsfähigkeit bestimmter technischer Anlagenkomponenten. Kritikpunkte zur fehlenden individuellen Raumtemperaturregelung fallen hinter die in hohem Maße wahrgenommenen Vorteile zurück.

1.3. Umgang mit den gewonnen Erkenntnissen

Die Erfahrungen aus obigen Evaluationen waren ermutigend, den Passivhausstandard in Hannover verstärkt zu etablieren. Die Erkenntnisse über technische Hürden und ergänzende Wünsche der Bewohner sind dabei in der weiteren lokalen Arbeit und schlussendlich auch bei der Entwicklung der Null-Emissionssiedlung zero:e eingeflossen. Kernelemente dabei waren unter anderem folgende Punkte:

- Einführung einer lokalen Förderung des Neubaus im Passivhausstandard
- Initiierung von lokalen Fortbildungsangeboten für Planer, Architekten und Handwerker
- Förderung von Fortbildungsmaßnahmen für Planer, Architekten und Handwerker
- Förderung von Qualitätssicherungsmaßnahmen
- Installation von allgemeinen Beratungsangeboten für Bauinteressierte
- Frühzeitige Beratung von Bauträgern und Bauinteressierten in Baugebieten
- Erstellen eines Nutzerhandbuchs für die Bewohner von Passivhäusern
- Festschreibung ökologischer Standards beim Bauen in Hannover

3. Null-Emissionssiedlung zero:e

3.1. Konsequente Anwendung kommunaler Instrumente (Inhalte aus Quelle [3])

Als wirksamstes Mittel zur Forcierung des Neubaus im Passivhausstandard in Hannover hat sich die im Jahr 2006 vom Rat der Stadt Hannover beschlossene Präferenzvergabe von städtischen Grundstücken an Bauherren und Investoren erwiesen, die den Passivhausstandard umsetzen. Die zeitliche Entwicklung der Wohnflächen im Passivhausstandard veranschaulicht Abbildung 2.

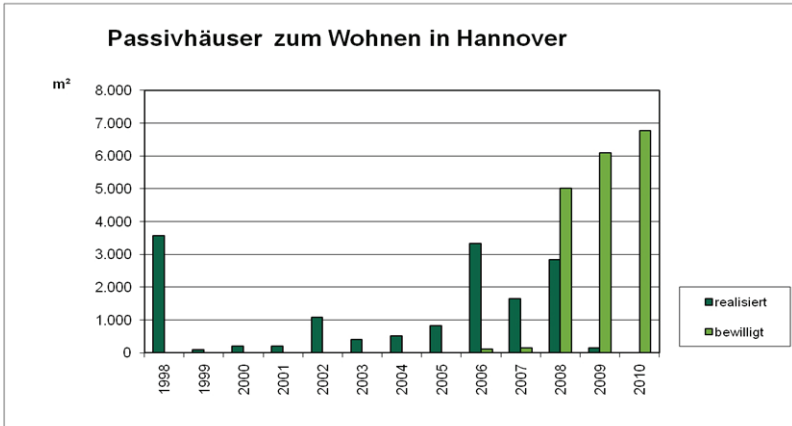


Abb. 2 Jährlicher Zuwachs der Wohnflächen im Passivhausstandard, Quelle: Klimaschutzleitstelle der Stadt Hannover.

Für den Neubau in Hannover wurden übergeordnet weiterhin folgende ökologischen Standards festgelegt:

- Durchführung einer solaroptimierten und energieeffizienten Bauleitplanung (Kompaktheit der Baukörper, Südausrichtung der Baukörper bzw. Dachflächen und Hauptaufenthaltsräume, Gewährleistung der Sonnenenergienutzung durch verschattungsfreie Fassaden- und Dachflächen sowie durch bauliche Zuordnungen bezüglich der Bauhöhen und Bauabstände)
- Festlegung hoher Energiestandards und einer Beratungspflicht in Grundstückskaufverträgen sowie in öffentlich-rechtlichen Verträgen
- Energieeffiziente Sanierung städtischer Gebäude und Umsetzung des Passivhausstandards in allen städtischen Neubauten

3.2. Bebauungskonzept (Inhalte aus Quelle [3])

Im neuen Baugebiet „zero:e“ sollen attraktive konkurrenzfähige Wohnangebote für den Einfamilienhausbau mit familiengerechten Wohnformen entstehen. Dazu wurde ein städtebaulicher Wettbewerb ausgeschrieben und ein Energiekonzept von Stadt und proKlima entwickelt. Das Baugebiet umfasst in Summe 330 Wohneinheiten und ist damit Europas größte Null-Emissionssiedlung. Neben den Wohngebäuden entsteht in den Baugebiet außerdem ein Lebensmittelmarkt im Passivhausstandard.



Obr. 3 Sídliště s nulovými emisemi zero:e, zdroj: územní plán Hannover.

Um für das Vorhaben optimale Rahmenbedingungen zu schaffen, wurden diverse Festsetzungen im Bebauungsplan getroffen. So wurde zum Beispiel zur Vermeidung einer Verschattung der benachbarten Gebäude auch bei niedrig stehender Sonne und um die Kompaktheit der Baukörper zu gewährleisten neben der Festsetzung auf zwei Vollgeschosse eine Höhenfestsetzung in Form einer Hüllkurve entwickelt (siehe Abbildung 3). Diese Hüllkurve setzt Abstände und Höhengrenzen für die zukünftigen Baukörper fest. Innerhalb dieser Festlegung bleiben den Bauherren wesentliche Freiheiten für Gebäude und Dachformen, damit eine individuelle hochwertige Architektur verwirklicht werden kann.

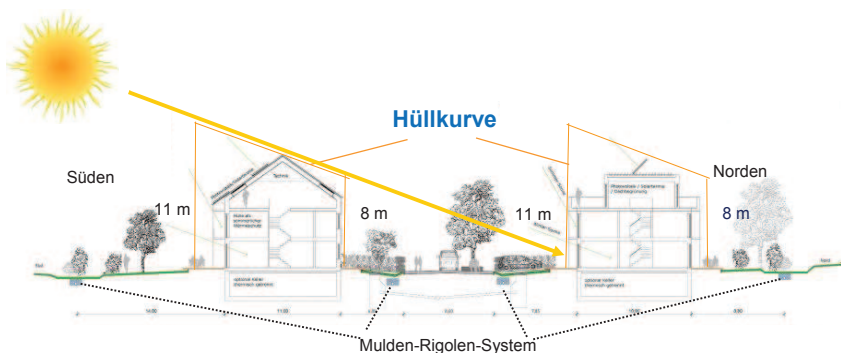


Abb. 3 Quelle: AG Baufrösche und foundation 5+ Architekten und Landschaftsarchitekten.

3.3. Energiekonzept

Ziel des Energiekonzeptes im „zero:e“ ist es, mit erster Priorität den Energiebedarf für Wärme und Strom konsequent zu minimieren. Der unvermeidbare restliche Energiebedarf soll über eine Beteiligung der Bauherren an der Errichtung einer regenerativen Erzeugungsanlage kompensiert werden. Grundsätzlich soll eine Kompensation erst zum Einsatz kommen, wenn alle Möglichkeiten zur CO₂- Vermeidung ausgeschöpft wurden.

Versorgungsoptionen

Die Vielfalt heutiger Versorgungsmöglichkeiten und -techniken für das Passivhaus wirft Fragen nach der Versorgungsart, Wahl des Energieträgers, Gesamtkosten des Systems sowie deren klimarelevante Auswirkungen auf. Diesen Fragestellungen wurde sich bei der Entwicklung des Energiekonzeptes für zero:e aus Sicht der Bauherren und des regionalen Versorgers für eine Einzel-, Gruppen- bzw. Nahwärmeversorgung angenommen. Konkret wurden für zwei unterschiedliche Passivhaustypen (freistehendes Einfamilienhaus mit ca. 150 m² und Reihenhaushaus mit fünf Wohneinheiten à 120 m²) verschiedene Versorgungssysteme untersucht.

Bei den freistehenden Einfamilienhäusern befinden sich Wärmeerzeuger und Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung innerhalb des Gebäudes (Einzelversorgung). Bei den Reiheneinfamilienhäusern ist der Wärmeerzeuger in einem separaten Anbau (Kopfstation, außerhalb der thermischen Hülle) untergebracht. Die Wärmeerzeugung findet hier zentral statt und wird an die fünf Wohnungen verteilt. Die Lüftung erfolgt jeweils wohnungszentral mit identischen Komponenten, wie im Einfamilienhaus.

Alternativ wurde für eine Nachbarschaft von insgesamt 26 Passivhäusern (13 EFH, 8 Doppel-Haushälften, 5 Reihenhäusern mit insg. 26 Wohneinheiten und ca. 3.750 m² beheizter Nutzfläche) neben der Einzelversorgung eine Nahwärmeversorgung mit einer dazugehörigen größeren Heizzentrale betrachtet.

Anhand von Modellrechnungen mit kapital-, betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten (Vollkostenvergleich) wurden Wirtschaftlichkeit, Energiebedarf und Klimawirkung der verschiedenen Versorgungsvarianten jeweils pro Wohneinheit berechnet.

Im folgenden werden die Ergebnisse dieser Betrachtungen für die Wärmebereitstellung durch folgende alternative Systeme zusammengefasst:

- Dezentrale Einzelversorgung über Wärmepumpenkompaktaggregate mit und ohne solare Trinkwarmwasserbereitung
- Dezentrale Einzelversorgung über Gas-Brennwertkessel mit und ohne solare Trinkwarmwasserbereitung
- Dezentrale Einzelversorgung über Pellet-Primärofen mit solarer Trinkwarmwasserbereitung
- Kopfstation für Reihenhäuser mit Gas-Brennwertkessel mit und ohne solare Trinkwarmwasserbereitung
- Kopfstation für Reihenhäuser mit Pellet-Kessel mit und ohne solare

Trinkwarmwasserbereitung

- Kopfstation für Reihenhäuser mit Erdgas-BHKW mit Pufferspeicher
- Nahwärmeversorgung über Erdgas-BHKW mit Brennwertkessel als Spitzenkessel und Pufferspeicher
- Nahwärmeversorgung über Pelletkessel mit und ohne solare Trinkwarmwasserbereitung und Pufferspeicher

Vergleich der Versorgungsoptionen (Inhalte aus Quelle [4])

Für freistehende Einfamilienhäuser und Doppelhäuser ist aus ökologischer Sicht erwartungsgemäß der Pellet-Primärofen in Kombination mit einer Soaranlage das beste Ergebnis für die Wärmeversorgung. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten stellt diese Versorgungsart andererseits die teuerste Versorgungsalternative dar.

In der ökologischen Rangfolge folgen für dezentrale Versorgungsvarianten relativ dicht beeinander das Wärmepumpenkompaktaggregat und der Gas-Brennwertkessel, wobei das Wärmepumpenkompaktaggregat leicht in Führung liegt. Der Primärofen weist im Vergleich zum Wärmepumpenkompaktaggregat dabei nach [4] eine um ca. 32 % geringere CO₂-Bilanz auf. Aus Sicht der jährlichen Gesamtkosten liegen das Wärmepumpenkompaktaggregat und der Gasbrennwertkessel wiederum vor dem Primärofen. Das Wärmepumpenkompaktaggregat mit Solar ist hier gut 20 % kostengünstiger als der Primärofen mit Solar.

Bei der ökologischen Bewertung der Wärmeversorgung der Einfamilienhäuser über ein Nahwärmenetz liegt der zentrale Pelletkessel mit/ohne Solar durch die Verteilverluste hinter einem dezentralen Primärofen aber noch vor dem dezentralen Wärmepumpenkompaktaggregat. Die jährlichen Gesamtkosten für diese zentrale Wärmeversorgung liegen dabei auf dem Niveau des dezentralen Wärmepumpenkompaktaggregats oder des Gasbrennwertkessels und damit unterhalb der Kosten des dezentralen Primärofens.

Eine zentrale Nahwärmeversorgung über ein Erdgas-BHKW hat aus ökologischer und aus gesamtwirtschaftlicher Sicht keine Vorteile gegenüber der zentralen Versorgung über einen Pelletkessel.

Obwohl ein Nahwärmesystem mit Pelletkesseln nach obiger Argumentation eine interessante Versorgungsvariante ist, findet diese Variante in „zero:e“ keine Umsetzung. Folgende Punkte waren unter anderen wesentlich für diese Entscheidung:

- Durch den geringen Wärmeabsatz in einer Passivhaussiedlung ist für einen Energieversorger ein Nahwärmenetz nicht mehr wirtschaftlich interessant zu betreiben.
- Durch die flächendeckende Reduzierung des Wärmebedarfs steigt der prozentuale Anteil der Leitungsverluste bei der Nahwärmeversorgung auf 40 % bis 50 %. Ein Passivhaus (1,5 Liter) würde durch den Effizienzverlust damit faktisch zum 3-Liter-Haus.

- Unter der Voraussetzung sehr dichter Bebauung (Netzlängen < 20 m pro Wohneinheit) mit hoch wärmedämmten Verteilleitungen kann ein Nahwärmenetz für Passivhäuser sinnvoll realisiert werden. Ergänzend müsste allerdings ein Anschlusszwang an das Nahwärmesystem umgesetzt werden. Die Summe dieser Maßnahmen würde die Vermarktung deutlich erschweren.
- Einzelversorgungssysteme werden von vielen Kunden bevorzugt, um eine Unabhängigkeit gegenüber Betreiber- oder Wohnungseigentümergeinschaften zu bewahren.

Bei den untersuchten Reihenhäusern mit separater gemeinsamer Kopfstation außerhalb der thermischen Hülle fallen im Vergleich zum oben erörterten Nahwärmesystem die Verteilverluste deutlich geringer aus. Die CO₂- Bilanz eines Pellet-Kessels mit/ohne Solar liegt ca. 50 % unterhalb der eines dezentralen Wärmepumpenkompaktaggregats, die CO₂- Bilanz eines Gasbrennwertkessels in der Kopfstation liegt knapp 15 % oberhalb der des Wärmepumpenkompaktaggregats. Die CO₂- Bilanz eines zentralen BHKW liegt nur geringfügig unterhalb der des dezentralen Gasbrennwertkessels.

Die Jahresgesamtkosten für die Wärmeversorgung über Pelletkessel aus der Kopfstation liegen nur geringfügig über denen des Gasbrennwertkessels aber unter denen des dezentralen Wärmepumpenkompaktaggregats. Ein Erdgas-BHKW in der Kopfstation weist die höchsten Jahresgesamtkosten aus. Aus ökonomischer und ökologischer Sicht stellt somit der Pelletkessel eine optimale Versorgungsvariante für die untersuchte Reihenhauseinheit mit Kopfstation dar. Der Umsetzung dieser Versorgungsvariante dürfte seitens der Bauherren aber wiederum der Wunsch nach Unabhängigkeit und das Vermeiden möglicher Probleme bei der Abrechnung der Wärme, der Eigentumsverhältnisse, der Betreibergemeinschaft usw. gegenüberstehen. Darum ist davon auszugehen, dass die Wahl des dezentralen Wärmepumpenkompaktaggregats bevorzugt wird und die Mehrkosten dafür in Kauf genommen werden. Unter den Gesichtspunkten einer erhöhten Feinstaubbelastung und der begrenzten Ressourcen bei fester Biomasse sowie des wachsenden Anteils erneuerbarer Energien im Strommix ist dies bei dem geringen absoluten Wärmebedarf des Passivhauses ökologisch vertretbar.

Die weitere Fragestellung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes eines Gasnetzes aus Sicht des Energieversorgers ist analog zum Betreiben eines Nahwärmenetzes aufgrund des geringen Wärmebedarfs in „zero:e“ nicht wirtschaftlich darstellbar. Aus diesem Grund wird in „zero:e“ kein Gasnetz umgesetzt.

Fazit zum Vergleich der Versorgungsoptionen

Eine leitungsgebundene Wärmeversorgung über Nahwärme oder über Gas erscheint aus ökonomischen Gründen wenig sinnvoll in einem Baugebiet wie „zero:e“. Als leitungsgebundener Energieträger wird im Baugebiet somit lediglich Strom angeboten und die Bauherren wählen für ihre Wärmeversorgung im Rahmen der Vorgabe des maximalen Primärenergiebedarfs zwischen den Alternativen Wärmepumpenkompaktaggregat oder Heizsystemen auf der Basis von Biomasse aus. Die Nutzung von Solarenergie zur Trink-Warmwasserbereitung, die mindestens 60 % des Wärmebedarfs für Warmwasser

abdeckt, ist dabei verpflichtend gesetzt. Alternativ zu einer Solarwärmanlage ist auch eine Fotovoltaikanlage mit wenigstens 1,5 kWp je Wohnung zugelassen.

Kompensation der Restenergiebedarfs für die Klimaneutralität

Zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs wurde die durchschnittliche Nutzung eines 3-Personenhaushalts zu Grunde gelegt. Für den Haushaltsstrom (ohne Strombedarf für die Wärmeerzeugung) wurde die Ausstattung der Haushalte mit stromsparenden Haushaltsgeräten unterstellt. Daraus ergibt sich pro Wohneinheit ein Bedarf in Höhe von 2.400 kWh/a. Dieser Wert entspricht auch den Erfahrungen aus der Passivhaussiedlung am Kronsberg.

Für die Wärmebereitstellung wurde ein Kompensationsbedarf in Höhe von 1.600 kWh/a Strom pro Wohneinheit ermittelt. Dabei ist eine Solarwärmanlage unterstellt, die ca. 60 % des Warmwasserbedarfs deckt.

Im Vergleich zu einem Neubau nach aktuellem gesetzlichen Standard in Deutschland wird durch die Passivhausbauweise eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen für Wärme bis zu 87 % erreicht.

In Summe ergibt sich ein jährlicher Kompensationsbedarf in Höhe von 4.000 kWh oder 900 kg CO₂ pro Wohneinheit. Dies bedeutet bei 330 Wohneinheiten einen jährlichen Kompensationsbedarf in Höhe von 1.320 MWh oder 297 t CO₂ für die gesamte Siedlung. Die Realisierung des Kompensationsbedarfs soll über die Erzeugung elektrischer Energie durch eine reaktivierte Wasserkraftanlage in Hannover erfolgen.

4. Literatura

- (1) FEIST, W., PEPPER, S., KAH, O. *CEPHEUS-Projektinformation 19, Messtechnische Untersuchung und Auswertung Klimaneutrale Passivhaussiedlung Hannover-Kronsberg*. Aus dem Thermie-Programm der EU, Projekt-Nr: BU/0172/97
- (2) DANNER, M., *Wohnen in der Passivhaussiedlung Lummerlund im Neubaugebiet Hannover-Kronsberg*
- (3) KIRSCHT, E. *Tagungsband 15. Internationale Passivhaustagung 2011 in Innsbruck*
- (4) IMKELLER-BENJES, U., *Vergleichende Parameter-Studie zur Einzel- und Nahwärme-Versorgung einer Passivhaus-Siedlung* aus 38. Sitzung zum AK kostengünstiger Passivhäuser, 2008
- (5) SCHWENK, C., *Energetische Detailuntersuchung Passivhaussiedlung „In der Rehre“* aus 38. Sitzung zum AK kostengünstiger Passivhäuser, 2008

Typové pasívne domy Ecocube

Mgr. Art. Bjorn Kierulf, Createrra s.r.o., Hrubý Šúr 15, 90301 Senec,
Tel.: 0905 313 078, e-mail: createrra@gmail.com, Web: www.createrra.sk

Ing. Igor Kuzma, ForDom s.r.o., Družstevná 14, 960 01 Zvolen,
Tel.: 0915 998 616, e-mail: fordom@fordom.sk, Web: www.fordom.sk

III. 1. Úvod

1.1. Typový dom v pasívnom štandarde

Nová ponuka na slovenskom trhu

Pred rokom a pol, na jar 2010, sa zrodila myšlienka ponúknuť cenovo výhodnú alternatívu pre záujemcov o pasívne domy. Architektonická kancelária Createrra v spolupráci s firmou ForDom vypracovala návrh vhodného modulového systému pre pasívny typový dom.

Prvá prezentácia konceptu sa konala na výstave Moddom v Nitre, na jar 2010. Záujem o domy bol značný, a ešte počas roku 2010 sme pripravili prvých 6 projektových dokumentácií pre udelenie stavebného povolenia a podrobnú dielenskú dokumentáciu. Výsledkom je že v roku 2011 sa realizuje po celom Slovensku a v rakúskom pohraničí celkom 10 pasívnych domov Ecocube.

2. Architektúra a technické riešenie

2.1. Modulová skladba

Koncept vzduchotesnosti súčasťou návrhu

Veľmi skoro sme si uvedomili dôležitosť znížiť riziko chýb, ktoré by viedli k problémom so vzduchotesnosťou počas výstavby. Zvolili sme koncept 2,5 m širokých a 6 m vysokých panelov, ktorými sa hrubá stavba dá zmontovať za jeden deň. Vo vnútri domu vznikne



Obr. 1 Montáž domu po 2 hodinách.



Obr. 2 Vkladanie hotových stropných dielcov po prepečení špár.

viditeľná vzduchotesná rovina, a všetky spoje je možné prelepiť skôr ako sú pridané ďalšie vnútorné priečky a inštalačný rošt.

Výhodou modulového riešenia je možnosť ponúknuť rozdielne veľkosti domu pri rovnakej výrobnej a montážnej koncepcii.

2.2. Technické riešenie

Vlastný návrh kúrenia a chladenia

Pôvodný plán technického riešenia bola kombinácia solárneho ohrevu teplej vody a priameho elektrického vykurovania domu. Vďaka veľmi dobrej tepelnej izolácii nám táto alternatíva umožnila splniť aj požadované kritérium spotreby primárnej energie. Nakoniec sme však nahradili solár tepelným čerpadlom zn. Ochsner s priamym vyparníkom a 3 kW výkonom. Toto TČ je cenovo porovnateľné so solárnym riešením, a priamy vyparník ukladáme do rovnakého výkopu ako solankový výmeník, ktorý tak či tak potrebujeme pre efektívny chod VZT.



Obr. 3 Vykurovacie a chladiace plochy.

Výhodou je, že máme teplú vodu aj vykurovanie domu pri pomerne dobrom COP tepelného čerpadla. Tu sa zase ukázala úspornosť pasívneho domu – tepelné čerpadlo, ktoré je bežne určené iba na ohrev TUV, v našom prípade bez problémov rieši aj vykurovanie celého domu.

Náklady ktoré vznikli na viac z dôvodu teplovodného okruhu na druhej strane zvyšujú komfort obyvateľov domu. Teplovodné okruhy v lete fungujú ako chladiace plochy. Dve malé obehové čerpadlá a jeden výmeník zabezpečia chladenie prostredníctvom soľanky. Tak vieme v lete nie len chladiť prichádzajúci vzduch, ale aj plochy v dome. Riadenie komfortu sa tým pre obyvateľov značne zjednodušuje.

Celý systém je ovládaný malým termostatom Siemens určeným pre Fancoily. Z neho je možné nastaviť nielen letnú a zimnú prevádzku, hraničné teploty pre chladenie a vykurovanie, ale aj 3 prednastavené rýchlosti vetrania. Firma Eltis riadenie prispôsobila tak, aby spolupracovalo s vetracím systémom zn. Santos od firmy Paul.

2.3. Okná vyrobené na Slovensku

Najkvalitnejšie okná SmartWin – riešenie bez kompromisov

Okná sú rozhodujúce pre dobré fungovanie EPD a sú tiež kľúčovým vizuálnym prvkom architektúry. Preto bolo našou snahou využiť to najlepšie dostupné riešenia. Aj napriek tomu, že ide o typové domy, kde cena hrá veľmi veľkú rolu. Naše vzťahy s odborníkmi zo zahraničia, v tomto prípade Franzom Freundorferm (popredným odborníkom na okná a návrhárom okien ako napr. Optiwin a iných), nám umožnilo na začiatku roku 2011 ponúknuť licenciu okna SmartWin slovenskému výrobcovi. Tejto myšlienky sa chytila firma Hoblina.

III.



Obr. 4 Okná SmartWin na Ecocube v Rosine pri Žiline.

SmartWin sú okná pre pasívne domy najnovšej generácie. Ich úzke rámy (86 mm) maximalizujú presklenú plochu, zároveň sú rámy dokonale izolované až cez sklo (vďaka uchyteniu skla grafitom vystuženým profilom) znižujú celkové tepelné straty okna.

Z interiéru je viditeľné drevo ktoré je len voskom upravené. Z exteriéru je vystavený počasiu len bezúdržbový hliníkový rám.

Pri prvom Blower Door Teste týchto okien sme overili ich 100% tesnosť, a to aj pri posuvných dverách. Sme šťastní, že takéto okná sú od augusta 2011 vyrobené na Slovensku a môžu byť veľkým vkladom pre rozvoj pasívneho štandardu v našom regióne.

2.4. Spolupráca s výrobcom

Projektová činnosť trochu inak ako sme zvyknutí

Pri typových domoch platí rovnaké pravidlo ako pri individuálnej výstavbe. Každý dom musí byť overený výpočtom PHPP a prispôbený lokalite aj klimatickým podmienkam.

Veľa krát nepoznáme ani zákazníka, a lokalita je nám sprostredkovaná fotografiami od

výrobcu, ktorý rieši všetky zmluvné vzťahy a komunikáciu s klientom. Naša snaha je aj túto projektovú činnosť časom presunúť na výrobcu. Zatiaľ sa tak stalo v prípade dielenskej dokumentácie. Výrobca tak vie lepšie a rýchlejšie riešiť špecifické želania zákazníka a implementovať ich do výroby.



Obr. 5 Prvý Ecocube v Nižnej Kamenici

Som rád, že sme mali možnosť tieto domy riešiť spolu s firmou ForDom, ktorá sa preukázala ukázkovým prístupom k zákazníkovi aj veľkou snahou zodpovedne riešiť všetky potrebné detaily a nič nezjednodušiť.

A tu odovzdám slovo konateľovi spoločnosti ForDom, Igorovi Kuzmovi, ktorý povie bližšie o tom aké majú očakávania klienti a do akej miery typový dom môže byť naozaj „typový“.

3. Očakávania klientov

3.1. *Prečo je Ecocube úspešným projektom?*

Ďakujem za slovo Bjorn. A ďakujem za pozitívne hodnotenie našej doterajšej spolupráce. Veľmi si to vážime.

Som presvedčený, že podstata doterajšieho úspechu typového pasívneho domu Ecocube spočíva v tom, že už prvotná myšlienka autora zohľadňovala očakávania klienta. Pretože autor dobre pozná potenciálneho investora. A za ten rok a pol vývoja projektu sa nám podarilo túto ústrednú myšlienku nerozbiť. Naopak, úplne sme sa ako realizátor – výrobca, s ňou stotožnili.

Keď teda budem hovoriť o tom čo zákazníkov na Ecocube zaujme, budem to mať veľmi jednoduché. Poviem len to, čo zaujalo i nás:

V prvom rade to bola možnosť spolupracovať s ľuďmi z ateliéru Createrra. Ľuďmi pozitívne naladenými, invenčnými, odborne zdatnými, usilovnými. S ľuďmi, ktorých názory a myšlienky sú nám blízke. Keby to tak nebolo, projekt Ecocube realizuje s Createrrou niekto iný.

V Ecocube sa musí preukázať jeho pasívny štandard. To znamená, že sa nebude len tváriť ako „pasívny“. Ale bude a je certifikovaný prísnou metodikou, je hodnotená jeho vzduchotesnosť dvojnásobným „blower door“ testom. Budeme môcť zákazníčkovi pri odovzdaní dať do ruky „mosadnú tabuľku“, ktorá bude hovoriť: „Tu máš milý zákazníčk dôkaz, že ide naozaj o pasívny dom, ktorý Ti nielen šetrí prevádzkové náklady počas bývania, ale rapídne zvyšuje hodnotu Tvojej nehnuteľnosti.“ Jednoducho, že ohľadom pasivity Ecocubu sa nemôžu ani nebudú robiť žiadne kompromisy.

Ecocube je napriek tomu, že ide o EPD, architektonicky pekný. Áno, hovorím jednoducho pekný. Niektorí potencionálni zákazníci totiž majú reálnu obavu, že pasívny dom je z pohľadu architektúry strašne škaredý! Samozrejme, viem že Vy si to nemyslíte a pripadá Vám smiešne že to tu hovorím, ale je to vžitá fáma. Ecocube má pekné čisté línie a kombináciou vonkajších fasád v dreve a cemento-vlákné vznikajú naozaj pekné domy.

V Ecocube sú použité kvalitné materiály pokiaľ je to možné z prírodných a obnoviteľných surovín. Napriek tomu, že ide o typový dom a teda trh očakáva cenovú dostupnosť. Pán Kierulf spomenul už špičkové drevené okná. No celý stavebný systém je na báze dreva. Navyše, prepracovaný tak, že obavy z toho, že odpláva, zhorí, zhnije, alebo ho odnesie vietor sú absolútne neopodstatnené. Južná fasáda je tienená vonkajšími hliníkovými žalúziami, elektricky ovládanými, dom je založený na penovom skle, akumuláciu vnútri domu a kročajovú nepriezvučnosť riešia nepálené hlinené tehly v nosnej priečke a stropce. Nechýba zelená strecha ani cemento drevovláknité izolácie či obklady interiéru a exteriérovej fasády atď. Obavy niektorých klientov, že dom je hermeticky uzatvorený a „nedýcha“ rozptyľuje konštrukcia obvodového plášťa, ktorá je navrhnutá a dimenzovaná ako difúzne otvorená.

TZB v Ecocube je jednoduché z pohľadu obsluhy. U niektorých zákazníkov sa opakuje obava, že nebudú schopní pochopiť a ovládať TZB pasívneho domu. Niekedy keď pozerám do strojovne pasívneho domu sa im ani nevidím. V Ecocube je celé ovládanie systému sústredené do jedného ovládacieho panelu ako už bolo povedané.

Ecocube je variabilný. To znamená že sa niektoré jeho vlastnosti sa dajú meniť napriek tomu, že ide o typovú radu domov. Vzhľadom na modulový systém, je v prvom rade možné vybrať si veľkosť domu. Od malých domov / cca 90 m² úžitkovej plochy / až po väčšie domy / 156 m² úžitkovej plochy/. V súčasnosti typová rada obsahuje dokonca i varianty prizemných bungalovov so sedlovými strechami. Jednoducho je to tak, niektorí klienti za nič na svete neuveria plochej streche. Alebo majú predstavu že dom musí mať „šikmú strechu“. Ak by sme túto variantu nemali pripravenú, pripravili by sme sa o nie malú časť klientov. Ecocube ponúka variantné riešenia prevedenia vnútorných povrchov ako i vonkajšej fasády. Tu naozaj platí : Sto ľudí, sto chutí. I tu autor predvídal a celý konštrukčný systém túto variáciu umožňuje. Predsadený inštaláčny rošt dokonca umožňuje relatívne veľkú variabilitu v umiestnení výstupov elektroinštalácie a zdravotníckych. Podobne členenie nenosných priečok je možné do určitej miery prispôbovať požiadavkám klienta. Z pohľadu niektorých zákazníkov, alebo developerských spoločností môže byť zaujímavá možnosť spájať Ecocube do radovej

zástavby. Naopak, zásahy so modulového stavebného nosného systému a tiež do hlavného konceptu TZB klientom neumožňujeme.

Ecocube je cenovo dostupný. V podvedomí mnohých klientov je zakorenená predstava, že pasívny dom je nevyhnutne podstatne drahší než bežná výstavba. Cenu Ecocubu sme sa snažili eliminovať tým, že sme ako výrobca počítali v kalkuláciách s nižším profitom, avšak väčším počtom realizácií. Tiež ohodnotenie viacerých konštrukčných postupov sme stanovili na spodnú hranicu, vzhľadom na ich opakovateľnosť. Samotný modulový stavebný systém je rozmerovo navrhnutý tak, že počíta s minimálnymi materiálovými stratami vo výrobe, ale i pri preprave a v logistike. Na viac, vždy klientom pri obchodných rokovaniach zdôrazňujeme ich profit vyplývajúci z nízkych prevádzkových nákladov domu ako i z relatívne krátkeho procesu samotnej realizácie. I väčšie Ecocuby sme schopní zrealizovať do 20 týždňov od zahájenia výstavby.

Takže to sú podľa mojich skúseností hlavné výhody Ecocubu voči očakávaniam klientov. Môžem potvrdiť, že projekt typových pasívnych domov môže byť úspešný, pokiaľ ponechá určitý stupeň voľnosti, predovšetkým čo sa týka vnútorných a vonkajších povrchov a do určitej miery i výstupov profesií na klientovi.



Obr. 6 Ecocube Max vo Wolfsthale.

První nulová dřevostavba rodinného domu s krytým bazénem z plně ekologických materiálů na Vysočině

Ing. Rostislav Kubiček, Vize Ateliér, s.r.o.

Běhounská 22, 602 00 Brno

Tel.: +420 777 887 839, e-mail: KUBICEK@VIZEATELIER.EU, Web: VIZEATELIER.EU



III.

Zadáním od investora bylo navrhnout stavbu rodinného domu pro 5 osob v pasivním standardu s celoročně provozovaným krytým bazénem a s vysokým nárokem na kvalitu použitých materiálů a vnitřního mikroklima. Úkolem pro architekta a projektanta bylo navrhnout moderní a atraktivní dům, který je založen na ekologických materiálech a správně nadimenzovat a zesynchronizovat zdroje a využití energie z obnovitelných zdrojů pro rozdílné provozování domu a bazénu.

Hlavními nosnými myšlenkami projektu se staly EKOLOGIE, ENERGIE a MIKROKLIMA, tedy využití ekologických materiálů, úspora energie a dosažení co nejpříjemnějšího mikroklima (vnitřního prostředí).

1. Ekologie

Z ekologických materiálů byly využity jak přírodní tak i recyklované. Nebylo zde možné požit jakékoli (např. hlínu z výkopů, slámu atp.), které si mohou dovolit používat nadšenci, ale pouze systémové, které nespomalí a nezkomplikují práci prováděcím firmám.

Dřevo: celý nosný konstrukční systém stěn, stropů a střechy je dřevostavba z masivních smrkových panelů českého výrobce (Novatop). Dřevo konstrukce zůstává v interiéru částečně přiznané. **Dřevovlákn:** tepelná izolace stěn a stropů jsou z dřevovláknitých desek (Steico), jedná se o rozvlákněné dřevo v tloušťkách větších než 300 mm.

Hliněné omítky: na vnitřní povrchy jsou použity hliněné systémové omítky (Hliněný dům) v tl. 25 mm, jejichž pojivem není vápno ani cement, ale hliněný jíl. **Nepálené hliněné cihly:** součástí interiéru obývacího pokoje a pracovny budou plné cihly bez vypálení (Heluz-Natur Energy) v tl. 140 mm, jejichž hlavní složkou je hliněný jíl. **Konopí:** do podhledů je vložena konopná izolace (Canabest) tl. 40 mm. **Recyklované sklo:** tepelná izolace základů je z granulátu pěnového skla (Refaglass/Geocell). Jde vlastně o štěrk, jehož kamínky jsou ze zpěněného recyklovaného skla, nasypané do výkopu a ztuhlé v tl. 500 mm.



Obr. 1 Použité materiály dřeva, dřevovláknité izolace, hliněných cihel a omítek a pěnového skla

2. Energie

Jedná se o nulový dům!

K nulovému domu vede správná cesta vždy přes dům pasivní. Nejdříve je nutné minimalizovat potřebu tepla na vytápění (na hodnoty pasivního domu) a poté pomocí technologií získat další energie (obnovitelné) ze slunce, země nebo větru.

Tento projekt se skládá ze dvou objektů, rodinného domu a bazénu. Ty jsou od sebe odděleny tepelně izolační a vzduchotěsnou rovinou, ale sousedí spolu a jsou propojeny dveřmi a lze je tedy posuzovat společně nebo i samostatně. Pokud posuzujeme objekt rodinného domu a bazénu současně, pak lze říci, že se jedná o nulový dům. Nulové domy

jsou domy, jejichž spotřeba „placené“ energie se blíží nule, přesněji měrná potřeba tepla na vytápění $e_A \leq 5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$. Neméně podstatné posouzení je i samostatné. Pokud budeme posuzovat pouze rodinný dům a nebudeme počítat se zisky z obnovitelných zdrojů (tedy jako by stál dům o samotě bez bazénu a neměl ani fotovoltaické panely ani tepelné čerpadlo), pak se jedná o dům pasivní s měrnou potřebou tepla na vytápění $15 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{rok}$. Pro dosažení těchto výsledků bylo nutné dům optimalizovat v dimenzačním programu PHPP (Passive House Planning Package).

Přožadavky ve vztahu k vyláštěné podlahové ploše			
Vytápěná podlahová plocha:	217,2	m ²	
Použito:	Měsíční metoda	Certifikát:	Splněno?
Měrná potřeba tepla pro vytápění:	15	kWh/(m²a)	ano
Výsledek zkoušky neprůzdušnosti:	0,2	h⁻¹	ano
Měrná potřeba primární energie (TV, vytápění, chláz., pom. a dom. spotřebiče):		kWh/(m²a)	
Měrná potřeba primární energie (TV, vytápění a pomocné a domácí spotřebiče):		kWh/(m²a)	
Měrná potřeba primární energie Úspora elektřiny pomocí solární energie:		kWh/(m²a)	
Topná zátěž:	13	W/m²	
Četnost překročení nejvyšší teploty vzduchu:	6	%	
Měrná potřeba energie pro chlazení:		kWh/(m²a)	
Chladicí zátěž:	7	W/m²	
		nad 25 °C	
		15 kWh/(m²a)	

Obr. 2 Výsledky posouzení v PHPP 2007.

V domě je použita vzduchotechnická jednotka s pasivní rekuperací (zpětným získáváním tepla) samostatně pro oba provozy (dům a bazén) a zdrojem energie pro vytápění a ohřev vody je tepelné čerpadlo (IVT) se zemním vrtem. Z integrovaného zásobníku tepla je vyvedeno teplovodní topení, které je zabudován o ve stěnách. Na střeše budou osazeny fotovoltaické panely přeměňující sluneční záření na elektřinu pomocí amorfních trubíc (Solyndra). Vzájemně energetické skloubení dvou rozdílných provozů, které mají rozdílné vnitřní klima a využití, není pro projektanta jednoduché. Správné řešení klade velký důraz na znalosti o možnostech využití technického zařízení budov (TZB) a na koordinaci všech specialistů, kteří se na zařízení podílí. Při řešení se kladl velký důraz také na snížení nákladů na provoz bazénové části.





Obr. 4 Vzduchotechnická rekuperační jednotka Paul Novus, amorfni fotovoltaické trubice Solydra.

3. Mikroklima

Co nejpříjemnější prostředí pro jeho obyvatele!

Vnitřní prostředí domu a pocity člověka uvnitř jsou ovlivněny spoustou faktorů. Pocity člověka jsou převážně ovlivněny teplotou, vlhkostí, čistotou vzduchu a teplotou okolních povrchů. Tyto vlastnosti jsou ovlivněny jak použitými materiály pro stavbu tak technickým zařízením.

Rekuperace: pro větrání prostor rodinného domu je použita vzduchotechnická jednotka s rekuperací tepla a vlhkosti (zpětným získáváním tepla a vlhkosti) s účinností 93 % pro teplo a 65 % pro vlhkost (Paul-Novus). Prostory jsou proto 24 hodin denně větrány čerstvým vzduchem tak, že v průměru jednou za 3 hodiny dojde k výměně veškerého vzduchu v domě. Rekuperace vlhkosti napomáhá především v zimě, kdy je vlhkosti nejméně.

Regulace vlhkosti vzduchu a pohlcování nečistot: relativní vlhkost vzduchu je pro člověka přijatelná mezi 35 až 65 %. Abychom docílili těchto hodnot v průběhu celého roku, jsou v domě použity materiály jako hliněné nepálené cihly, hliněné omítky, konopí a sádrovláknité desky (Fermacell-greenline) s látkou na bázi kreatinu. Tyto materiály dokáží vlhkost rychle akumulovat, když je jí nadbytek (při koupání, vaření, sušení prádla atp.), a poté pozvolna vydávat, když je jí v místnostech nedostatek. Dále v sobě tyto materiály obsahují kreatin nebo látky na bázi kreatinu, který je schopen pohlcovat nečistoty z ovzduší (formaldehyd, ozon, apod.).

Stěnové teplovodní vytápění: k vytápění je použito stěnové topení ukryté v hliněných omítkách. Tento druh topení je ve srovnání s jinými, jako například podlahové topení, hodnocen jako nejpříjemnější díky rovnoměrnému ohřevu vzduchu po celé výšce místnosti, teploty v místnostech jsou velmi vyrovnané jak u stropu, tak u podlahy.

Akumulace tepla: Pro příjemný pocit obyvatel domu je důležité, aby teplota v místnostech příliš nekolísala. Proto je důležité mít v domě materiály, které dokáží teplo akumulovat. Železobetonová základová deska je uvnitř tepelné obálky domu a dokáže akumulovat energii sezónně. V létě, když jsou okolní teploty vyšší, deska chladí a přitom se ohřívá, naopak v zimě, když jsou okolní teploty nižší, deska teplo vydává a přitom chladne. Další

materiály jako masivní dřevo, anhydrit a hlína dokážou akumulovat teplo daleko rychleji a proto regulují teploty při náhlých změnách počasí (slunce svítí / zataženo, den / noc, atp.).

Teploty povrchů: aby člověk cítil tepelnou pohodu, je důležité, aby teploty okolních povrchů byly co nejvíce vyrovnané a jejich rozdíl byl max. 3 °C. Pokud jsou teploty v nerovnováze a jejich rozdíl je vyšší, člověk se snaží dorovnat tento diskomfort teplotou vzduchu a topí na více než 22 °C. V tomto domě jsou povrchové teploty obvodových konstrukcí stěn, stropů, a podlah okolo 19,5 °C (u běžných domů bývají kolem 15 °C) a u oken okolo 16,5 °C (u běžných oken bývají kolem 9°). Pro docílení těchto teplot jsou obvodové konstrukce zatepleny více než 30 cm tepelné izolace [$U_m=0,167W/(m^2K)$], pro okna jsou použita trojskla s argonem [$U_g=0,5W/(m^2K)$] a veškeré konstrukce jsou na sebe napojeny bez tepelných mostů.

III.



Obr. 3 Rozvody stěnového topení a vzduchotechniky.

Slniečny obal

*Ing. arch. Klára Macháčová, FA STU Bratislava, ÚEEA
Námestie slobody 19, Bratislava
E-mail: machacova@fa.stuba.sk*

*Prof. Ing. arch. Julián Keppi, CSc., FA STU Bratislava, ÚEEA
Námestie slobody 19, Bratislava
E-mail: keppi@fa.stuba.sk*

*Ing. arch. Lorant Krajcsovics, PhD., FA STU Bratislava, ÚEEA
Námestie slobody 19, Bratislava
E-mail: krajcsovics@fa.stuba.sk*

III.

1. Úvod

„Udržateľné metódy návrhu a realizácie stavieb majú potenciál poskytnúť riešenia na mnohé ekonomické, sociálne a environmentálne výzvy, ktorým dnes Európa čelí.“

Staffan Nilsson, Prezident EESC(1)

Využívanie obnoviteľných zdrojov energie v architektonických návrhoch - predovšetkým solárnej energie - predstavuje obrovský potenciál pre udržateľný vývoj, kvalitatívne zlepšenie stavieb, energetickú a ekonomickú efektívnosť a ochranu životného prostredia. Vývoj nových solárnych technológií spolu s používaním starých znalostí o pasívnom solárnom dizajne môžu výrazne znížiť spotrebu energie na vykurovanie, chladenie, osvetlenie, ohrev teplej vody a výrobu elektrickej energie. Vo vyspelých krajinách po celom svete už dnes rastie spoločenský dopyt po takejto architektúre - tzv. solárnej architektúre ¹, ktorá sa v budúcnosti stane nutným štandardom.

Snahou architektov bolo vždy pochopiť a vystihnúť „genia loci“, ducha miesta, špecifickú a unikátnu atmosféru vytvorenú prírodnými a antropogénnymi zložkami prostredia, a do tohto prírodno-kultúrneho rámca umiestniť svoje dielo. Ekologicky a sociálne udržateľná výstavba je prirodzeným pokračovaním tohto dlhoročného úsilia. Je založená na dokonalej schopnosti rozkódovať súhrn daností prostredia, jeho jedinečné a neopakovateľné parametre a špecifiká. Dôkladné analýzy sú základným podkladom pre ekologické navrhovanie stavby. Rovnako však analýzy prinášajú aj poznatky o limitoch jednotlivých prvkov ekologického návrhu.

Limitujúcou podmienkou využitia solárnej energie v urbánnej štruktúre je náležitý prístup slnečného žiarenia. Vo fáze návrhu projektu je efektívna kontrola prístupu slnečného

¹ Solárna architektúra je energeticky úsporná architektúra využívajúca slnečnú energiu v prospech vyššej úrovne užívateľského komfortu, pričom je úmyselne tvarovaná tak, aby sa dosiahli optimálne pasívne solárne zisky;

žiarenia možná prostredníctvom metódy snečného obalu. Táto je aplikovateľná na jednotlivé budovy rovnako ako na urbánne celky a je podporným nástrojom generovania formy v ktoromkoľvek - ale hlavne v prvom - štádiu návrhu stavby.

2. Od solárnej architektúry k solárnym mestám

V súčasnosti žije v mestách polovica svetovej populácie a trend sťahovania ľudí do miest pokračuje takým tempom, že v roku 2050 by obyvateľmi miest mali byť až 2/3 ľudí. Pritom mestá na svoje fungovanie spotrebujú 70 - 80 % celkovo vyrobenej energie a prispievajú 80 % do objemu skleníkových plynov emitovaných do ovzdušia. Štandard udržateľnosti prostredia a rovnováhy predstavuje 3,3 t emisie CO₂ na obyvateľa, mestá v priemyselne vyspelých štátoch však toto množstvo prekračujú 2 až 6 násobne. (2) Je preto zrejmé, že nestačí stavať k prostrediu ohľaduplné budovy, ale je treba prijať opatrenia na úrovni celých miest. Posunom k udržateľnej výstavbe je aplikácia znalostí stavania jednotlivých solárnych domov na väčšie urbánne celky (súbory, zóny...až mestá).

„Mesto budúcnosti má byť polycentrické, s dobrým verejným transportným systémom, s kultúrne prijateľnou vysokou hustotou ² zodpovedajúcou urbánnemu kontextu; urbánna forma a budovy majú využívať výhody snečnej energie a zohľadňovať životný cyklus výstavby; forma má spolupôsobiť s novými technológiami; mesto má umožniť udržateľný životný štýl a zainteresovať do neho ľudí, ktorí v ňom žijú.“ (3)

K solarizácii miest môže viesť „urbánna akupunktúra“ ³ - za predpokladu, že platí, že je mesto zložito usporiadaný dynamický systém, v ktorom aj malé zmeny môžu viesť k veľkým reakciám. Aplikácia obnoviteľných zdrojov energie - predovšetkým solárnej - spolu so zásadami zeleného urbanizmu, by mohli pre mesto znamenať populárny Lorenzov motýlí efekt - malú zmenu v počiatkových podmienkach systému, ktorá však môže spôsobiť reťaz udalostí vedúcich k rozsiahlym javom (napr. projekty Oxfordskej solárnej iniciatívy alebo Pari(s) Plus petit, vízia Paríža 2030 od MVRDV). Musí sa tiež využívať šanca na aplikáciu obnoviteľných zdrojov energie, najmä Slnka, pri stavaní na periférii (príklad Linzu), rovnako ako pri recyklácii jestvujúcej mestskej štruktúry (ako sa to podarilo napr. vo Freiburgu).

3. Právo na Slnko

Aby človek mohol v architektúre využívať solárnu energiu, musí k nej mať prístup. Aby mal tento prístup zaručený, musí existovať verejné uznanie práva prístupu k solárnej energii. Takže jedine záväzný právny predpis môže určiť limity využívania solárneho žiarenia v plnej škále možností (insolácia - preslnenie, denné svetlo, energia) ako aj ochranu jeho využívania v určených limitoch.

a môže, ale nemusí byť vybavená aktívnym solárnym systémom - v závislosti od toho, akú úroveň energetickej úspornosti chce dosiahnuť (napr. nízkoenergetický štandard, pasívny štandard ...)

² Iná hustota je z kultúrneho hľadiska akceptovateľná v Hong Kongu a iná v európskych mestách a pod.

³ Tento pojem použil Jaime Lerner, architekt a starosta Curitiba, pre spôsob aplikovania malých, jednoduchých a lacných „zelených“ intervencií do všetkých sfér fungovania mesta, ktoré v Curitiba priniesli veľmi pozitívne výsledky.

Je vhodné poučiť sa z príkladov z Európy a Ameriky, ktoré naznačujú, že ideálnym prístupom pri presadzovaní využívania solárnej energie v bytovej výstavbe sa javí kombinácia prvkov motivačných, ktorými sú finančné príspevky, podpory, pôžičky a pod. (príklad Rakúska) s jasnými, zrozumiteľnými, všeobecne akceptovateľnými právnymi predpismi, zaručujúcimi každému rovnaké právo v prístupe k slnku (predovšetkým hodný pozornosti je kalifornský komplex legislatívnych opatrení - „Solar Access Laws“). Zaujímavý a inšpiratívny je aj pohľad do minulosti na právne predpisy týkajúce sa práva na využívanie energie Slnka, a na príčiny vývoja tejto legislatívy (rímske právo - Codex Justinianus Leges Duodecim Tabularum, De architectura libri decem, anglické právo - „Doctrine of Ancient Light“, vývoj amerického práva - „Doctrine of Prior Appropriation“, Zónový zákon).

Na Slovensku absentujú relevantné právne predpisy, ktoré by sa v stavebníctve komplexne venovali problematike „PRÁVA NA SLNKO“. V súčasnosti sú legislatívne podchytené len čiastkové problémy - otázka insolácie, t.j. práva na preslnenie bytu z hygienického hľadiska, a otázka prirodzeného osvetlenia⁴. Chýbajú právne predpisy zabezpečujúce právo na pasívne a aktívne energetické využívanie solárnej energie v bytovej výstavbe. Z toho dôvodu sa nám javí nevyhnutné zaktualizovať normu STN 73 4301 Budovy na bývanie, z roku 2005, a to v kapitolách 4.2 - Hygienické požiadavky, environmentálne požiadavky na vnútorné prostredie a fyzikálno-technické požiadavky na budovy a ich stavebné konštrukcie, a 4.5 Požiadavky na energetickú úspornosť a tepelnú ochranu.

3.1. Slnčný obal ako nástroj uplatnenia solárneho práva

Základnou myšlienkou metódy slnečného obalu je poskytnúť architektom nomogram⁵, ktorý im pomôže v rannom štádiu návrhu stavby definovať správny objem, tvar, umiestnenie a orientáciu stavby. Nomogram je založený na objektívnych kritériách jedinečných pre danú lokalitu a zohľadňuje solárne právo alebo požadovaný solárny program. Tradičné zaužívané projekčné metódy sú metódami posteriori - t.j. vyhodnocovacími. Naopak, metóda slnečného obalu je metódou apriori - t.j. generatívnou. Táto metóda dáva architektom odpoveď na otázku, ako začať, ako správne zvoliť koncepciu návrhu.

S myšlienkou solárneho obalu (resp. „solárneho objemu“, „obálky solárneho práva“ a pod.) sa zaoberali viacerí výskumníci. Ich metódy majú rovnakú podstatu, líšia sa však v postupe konštrukcie a tiež odzrkadľujú miestne rozdielnosti uplatneného solárneho práva. (H.Ferris na Manhattane, Knowles, Schiler a Uen-Fang na USC v USA, Shaviv, Capeluto v Izraeli, Höhl v Nemecku ...) Na Slovensko metódu slnečného obalu priniesol v roku 1993 jej autor profesor Ralf Knowles z University of Southern California v Los Angeles, kedy ju, ako profesor Fulbrightovho programu, prezentoval počas svojho pobytu na Fakulte architektúry STU v Bratislave. Metóda bola zaradená do vyučovacích osnov a dodnes sa jej venuje prof. Julián Keppel na Ústave ekologickej a experimentálnej architektúry.

⁴ Slovenská technická norma STN 73 4301 Budovy na bývanie z júna 2005

Slovenská technická norma STN 73 0580-2 Denné osvetlenie budov na bývanie

ZÁKON 126/2006 Z.z z 2. februára 2006 o verejnom zdravotníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov, § 13 Vnútorné prostredie budov

⁵ Grafické zobrazenie funkcie

3.2. Metóda slnečného obalu

Metódu publikoval jej autor prof. Ralph Knowles v roku 1981 v knihe Sun Rhythm Form. Slnečný obal tu definuje ako „priestorový regulatív vymedzujúci maximálny stavebný objem na riešenom území, ktorý netieni okolie vo zvolenom časovom rozpätí.“ (4)

Veľkosť a tvar slnečného obalu je definovaný priestorovými a časovými údajmi.

- Priestorové údaje, potrebné na zostrojenie obalu sú zemepisná šírka lokality, veľkosť a tvar pozemku, nad ktorým sa obal konštruje, sklon pozemku (svažitosť terénu), orientácia pozemku ku svetovým stranám.
- Časové údaje, potrebné na zostrojenie obalu sú časový interval požadovaného preslnenia vyplývajúci buď zo solárnej legislatívy alebo z požadovaného energetického scenára, ktorý je podmienený charakteristikou okolia (typom zástavby a jej funkčným využitím). K začiatku a koncu intervalu sa viažu údaje polohy Slnka na oblohe - jeho azimut a výška. Nevyhnutným predpokladom pre konštrukciu slnečného obalu je znalosť solárnej geometrie.

Pôvodná Knowlesova metóda slnečného obalu bola profesorom Keplom zjednodušená a upravená tak, aby boli odsledovateľné tie parametre, ktoré sú požadované slovenskou STN 73 4301 Budovy na bývanie. Pritom však metóda zostáva dostatočne flexibilná, keďže je možné dáť um, pre ktorý sa obal konštruje, ako aj sledovaný časový interval podľa okolností vhodne upravovať a meniť.

4. Štúdie využitia metódy slnečného obalu

Štúdie využitia metódy slnečného obalu boli vypracované študentmi architektúry FA STU pod vedením a s príspevom konzultácií prof. Ing. arch. J. Keppla, CSc., Ing. arch. Kláry Macháčovej, Ing. arch. Loranta Krajcsovicsa, PhD. Experiment prebiehal v rokoch 2009, 2010 a 2011, zúčastnilo sa ho viac ako 100 študentov ÚEEA FA STU v predmete Architektúra a prostredie Prof. Ing. arch. J. Keppla, a v ateliérovej tvorbe 4., 5. a 6. ročníka. Zadaniami boli volené tak, aby preverili šírku možností tejto metódy, ale tiež užívateľskú náročnosť a prípadné problémy a nedostatky metódy. V prvom štádiu experimentu sme pracovali v merítke jednotlivého stavebného pozemku, resp. objektu, postupne sme prechádzali do širších súvislostí, až po merítke celého sídla.

4.1. Priestorový regulatív pre návrh polyfunkčného domu v prieluke

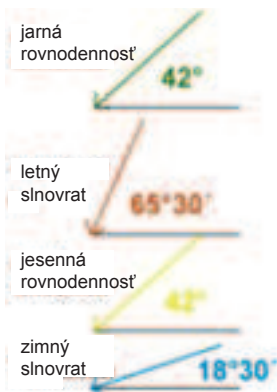
Zatiaľ najlepšie prevereným spôsobom využitia metódy slnečného obalu je jeho využitie na vymodelovanie priestorových limitov z hľadiska preslnenia pre výstavbu v prieluke. Zadaniami tohto typu sa na pôde Ústavu ekologickej a experimentálnej architektúry riešia od roku 1993, kedy metódu na Slovensko priniesol prof. Knowles.



Obr. 1 Bytový dom, Nám. 1.mája, Bratislava – slnečný obal, pohľad a model. Zdroj: Z. Hekelová, 2010.

Metóda slnečného obalu je pri riešení objektov v stavebných prielukách veľmi dobre aplikovateľná. Slnečný obal tvorí priestorový limit, ktorý zabezpečuje slnečné práva pre okolie. V nasledujúcich krokoch treba preveriť dostupnosť insolácie pre riešený pozemok, preveriť prístup denného svetla, dodržať predpísané indexy (zastavateľnosť, zeleň) atď.

Posunom v použití metódy pri riešení stavebnej prieluky bolo jej využitie nielen na získanie priestorových limitov pre navrhovanú výstavbu, ale zámerné architektonické tvarovanie budovy. Zvládnutie odlišností architektonického tvorivého postupu „zvonka smerom dnu“ (od hmoty k dispozícii) bol výzvou, ktorá priniesla odvážne výsledky. V riešeníach tohto zadania, zjednodušene, neplatilo, že funkcia určuje formu, ale energia určuje formu (a tá podmieňuje funkciu). Architektúru tvarovanú metódou slnečného obalu možno označiť za parametrickú architektúru, keďže do jej výslednej formy sú pretransformované zámerné zvolené parametre odvodené od zdanlivého pohybu Slnka po oblohe.





Obr. 2 Earth Gallery, Trojičné nám., Bratislava – slnečný obal, pohľady, rez. Zdroj: P. Hagarová, 2010.

4.2. Metóda slnečného obalu vo väčšom urbánnom meradle

V roku 2009 sme boli oslovení developerskou spoločnosťou, ktorá tvorila projekt prímestského bývania v lokalite Slovenský Grob - Šúr. Tento projekt sme podrobili rôznym analýzám, na základe ktorých sme navrhovali vlastné riešenia. Ako príklad uvádzame dve štúdie.

Prvá je porovnaním regulatívov záväzných pre výstavbu developerského projektu (vyplývajúcich z Územného plánu a z dokumentácie pre územné rozhodnutie, ktorá bola pre obytný súbor spracovaná v zmysle platnej slovenskej legislatívy) s regulatívmi, ktoré by pre rovnaké územie vznikli v prípade, že by sa tvorili pomocou metódy slnečného obalu.

Analýza zostaveného modelu štruktúry priestorových limitov priniesla zaujímavé poznatky:

- priestorové limity slnečných obalov väčšinou s rezervou poskytli objem na výstavbu, predpísaný územným plánom obce (2,5 podlažia), a to aj pri o hodinu dlhšom časovom intervale oslnenia, ako požaduje norma,
- objem limitu sa mení v závislosti od orientácie pozemku, a odhaľuje pozemky s nevyváženými parametrami (východo-západná orientácia a malá šírka pozemku),
- v štruktúre vznikajú prirodzené objemovo-výškové a tvarové akcenty, bez negatívneho ovplyvnenia okolia z hľadiska insolácie,
- štruktúra má zaujímavý dizajn, svojobytný charakter a „ľudské merítko“.

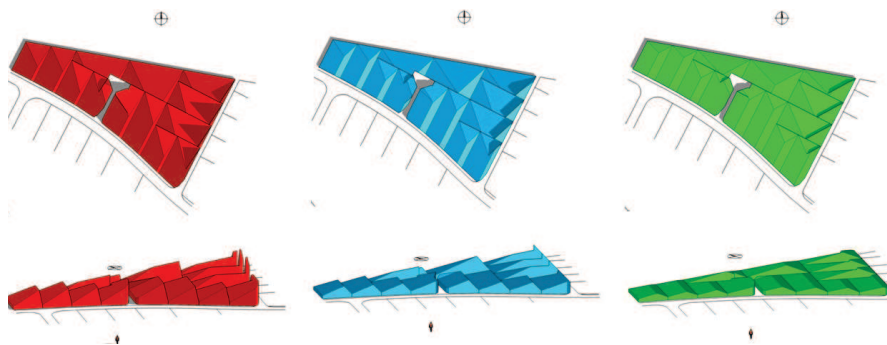
Táto štúdia bolo posunom od riešenia prieluky k väčšej urbánnej štruktúre. Tu vidíme najväčší potenciál metódy slnečného obalu, ktorá by použitím v meradle zóny mohla pomôcť pri zadefinovaní limitov výstavby, hlavne pre výstavbu s rozsiahlejším energetickým scenárom (pre nízkoenergetické a pasívne domy využívajúce solárnu energiu). Takto vymodelované priestorové limity sú presnejšie ako „štandardné“, a sú zostrojené „na mieru“ lokality.

Druhá štúdia skúmala súbor 13 rodinných domov. Úlohou bolo na predpísanej situácii

vymodelovať slnečné obaly ako priestorové limity pre výstavbu rodinných domov pre 1.marec, a to pre 4 hodinovú insoláciu (od 10:00 do 14:00 hod.), 6 hodinovú (od 9:00 do 15:00) a 8 hodinovú (od 8:00 do 16:00). Ďalej sa navrhovala solárna architektúra vo zvolenom intervale.



Obr. 3 Štruktúra zostavená zo slnečných obalov Foto: Macháčová, 2009.



Obr. 4 Slnečné obaly súboru rodinných domov v 4, 6 a 8-hodinovom intervale. Pôdorysy a axonometrie. Zdroj: Macháčová, 2009.



Obr. 5 Solárne rodinné domy, Šúr – perspektívy, letná a zimná prevádzka. Zdroj: P. Pagáčová, 2009.

Objem slnečných obalov - priestorových regulatívov pre výstavbu - sa v závislosti od dĺžky zvoleného časového intervalu značne mení. Pri plánovaní výstavby - či už rodinných domov, alebo bytových domov, by bolo vhodné podobným spôsobom najskôr preveriť potenciál územia, a potom zvoliť vhodný koncept zástavby. Metóda slnečného obalu je pre tento účel veľmi dobre použiteľná.

4.3. Slnečný obal v meradle sídla

Toto zadanie bolo experimentom v použití metódy slnečného obalu na tvarovanie celej sídelnej štruktúry, ktorej dominantnou vlastnosťou je prístup slnečného žiarenia ku všetkým stavebným objektom, a teda univerzálna možnosť využívať slnečnú energiu ako na zabezpečenie hygienického štandardu, tak aj na energetické využívanie.

Najskôr bol skonštruovaný slnečný obal pre celé územie, na základe jeho analýzy bola následne volená stále podrobnejšia uličná sieť a modelované stále menšie slnečné obaly tak, aby sa maximálne využíval potenciál územia. Analyzovalo sa vzniknuté fyzické prostredie, jeho objemovo-priestorové parametre, a jeho potenciál na naplnenie sociálnym prostredím. Na základe týchto rozborov a úvah sa navrhla funkčná náplň územia.

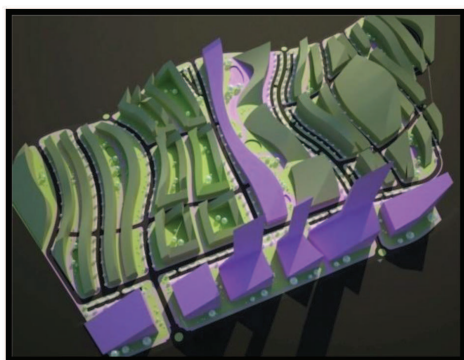


Obr. 6 Solárne rodinné domy, Šúr – perspektívy, letná a zimná prevádzka. Zdroj: P. Pagáčová, 2009.

Experimentálnym postupom vznikla zaujímavá štruktúra, ktorá má porovnateľné parametre (index zastavanosti, počty bytových jednotiek a plochy pre rôzne funkčné využitie) ako developerský projekt tohto územia. Nespornou výhodou nášho návrhu je, že ku všetkým budovám, resp. ich priestorovým regulatívom, je zaručený rovnaký prístup slnečného žiarenia. Pritom možno povedať, že fyzické prostredie podmieňuje sociálne prostredie. Toto zadanie bolo experimentom bez precedensu, takže proces jeho riešenia bol prinajmenšom rovnako zaujímavý, ako jeho výsledok.



Obr. 7 Fázy projektu Zdroj: Mihaľková, Martinkovičová, 2011



Obr. 8 Model hmotovopriestorového riešenia Zdroj: Mihaľková, Martinkovičová, 2011



Obr. 9 Funkčné členenie sídla Zdroj: Mihaľková, Martinkovičová, 2011

Postreh na záver - vplyv orientácie uličnej siete na tvarovanie slnečného obalu a teda de facto na tvarovanie urbánnej štruktúry je pozoruhodným fenoménom. Orientácia lokality a jej priestorový a časový vzťah k slnečnému žiareniu formuje jedinečný výrazový charakter priestorových limit výstavby, a to nie náhodne, ale celkom systematicky. V podstate predurčujú to, čo CH. Norberg-Schulz nazval duchom miesta: „Je-li umělé místo „stavbou“, stojí na zemi a zvedá se k nebi. Charakter místa určuje do značné míry způsob, jak se toto stání a zvedání konkretizuje. Totéž platí pro cela sídla i města. Jestliže se nám nějaké město líbí pro svůj zvláštní charakter, bývá to obvykle proto, že většina jeho budov se týmž způsobem vztahuje k zemi i k nebi, jako by vyjadřovaly společnou formu života, společný způsob bytí na zemi. Podmiňují tak zrod genia loci, umožňujícího lidskou identifikaci.“ (5)

5. Záver

Solárna architektúra sa v dejinách vynára opakovane v súvislosti s energetickou krízou - nedostatkom dreva u Grékov a Rimanov, či ako reakcia na ropnú krízu v 70-tych rokoch minulého storočia. Takéto vyhrotené situácie nútia ľudí viac premýšľať o zodpovednosti, starostlivosti o životné prostredie, filantropii, sebazáchrane. Hľadajú sa alternatívy, ktoré ponúkajú udržateľnosť životných štandardov s menším dopadom na prírodu a vyčerpatelne materiálne-energetické zdroje. Klasický koncept architektúry je dnes príliš limitovaný, a preto paradoxne najzaujímavejšie projekty vznikajú na hranici architektúry, v zóne zelenej architektúry - ktorá síce pôvodne deklarovala nezáujem o estetickú hodnotu: „estetika architektúry je sekundárna, keď ide o to, ukončiť vojnu proti prírode“ (6), ale pritom vytvorila nové estetické kvality, nezakladajúce sa na tradičných matematicko-filozofických parametroch. Bezpochyby pri solárnej architektúre možno deklarovať, že „forma sleduje Slnko“, berúc do úvahy „funkciu“⁵, aj „evolúciu“⁶.

Kľúčovým aspektom solárneho návrhu je prístup slnka. Ak chceme, aby sa solárna energia - či už pasívne alebo aktívne - v architektúre uplatňovala vo väčšej miere, je potrebné pripraviť legislatívny rámec. Doteraz platné právo na využívanie slnečnej energie z hygienického hľadiska a z hľadiska denného osvetlenia je nutné rozšíriť o právo využívať slnečnú energiu z energetického hľadiska. Možno predpokladať, že výsledným efektom využitia solárnej energie v bytovej výstavbe by bolo nielen žiadané zlepšenie životného prostredia a zníženie energetickej náročnosti, ale aj nemenej zaujímavé sprievodné javy, ako je zvýšenie špeciálnej stavebnej produkcie a zamestnanosti v stavebnom priemysle pri súčasnom zvýšení kvalifikácie pracovných síl, čo je pre spoločnosť taktiež dôležité.

Metódu slnečného obalu sme overovali na konkrétnych príkladoch, ako aj na modelových situáciách. Prítom sme postupovali od mierky jedného objektu (riešenie stavebných prieluk), cez súbory objektov viazaných na jednotlivé pozemky, k celým urbánnym štruktúram a ich formovaniu s primárnym ohľadom na prístup slnečného žiarenia. Práve prechod k merítku urbanistickej štruktúry je novum a zaslúži si pozornosť a ďalšie skúmanie. Testovanie metódy prinieslo tiež poznatky o jej nevýhodách, resp. špecifikách. Metóda je prácná a vyžaduje špecifické znalosti a zručnosti (znalosť deskriptívnej geometrie, znalosť geometrie slnečného lúča, zručnosť v trojdimenzionálnom modelovaní na počítači, priestorovú predstavivosť a odborný odhad pri volení vstupných parametrov obalu pri hľadaní najvhodnejšej alternatívy). Pre jej širšie uplatnenie by bolo preto vhodné zamerať sa na vytvorenie softvérového nástroja na trojdimenzionálne generovanie slnečného obalu so zadávaním vstupných parametrov, bez nutnosti prácneho modelovania a teda aj bez rizika chýb. Potrebné znalosti a zručnosti je možné zabezpečiť prehĺbením výuky tejto problematiky, s dôrazom na jej aplikáciu v ateliérovej tvorbe.

Po niekoľkoročných experimentoch s touto metódou môžeme potvrdiť, že metóda slnečného obalu je užitočným kreatívnym nástrojom pri tvorbe solárnej architektúry a urbanizmu, a bola by vhodným a dostatočne flexibilným nástrojom uplatnenia právnej normy o komplexnom využití solárnej energie v bytovej výstavbe.

⁶ Louis Sullivan 1896

⁷ McDonough a Braungart

6. Literatúra

- (1) European Economic and Social Committee. Let's speak sustainable construction. Brussel : EU EESC, 2011. ISBN 978-92-830-1488-1
- (2) KEPPL, Julián. Stratégia solárnych miest. In: Životné prostredie. Bratislava, 2008. Zv. 42, 5, s. 240-245
- (3) DEMPSEY, Nicola a JENKS, Mike. Conclusion: future forms for city living? Future Forms and Design for Sustainable Cities. Oxford : Elsevier, 2005, ISBN 987-0-7506-6309-0
- (4) KNOWLES, Ralph. Sun Rhythm Form. Massachusetts Institute of Technology, 1981. ISBN 0-262-11078-4
- (5) NORBERG-SCHULZ, Christian. Genius loci : K fenomenologii architektury Praha : Odeon, 1994. ISBN 80-207-0241-5
- (6) JODIDIO, Philip. Green Architecture Now! Kolín : Taschen, 2009. s. 391. ISBN 978-3-8365-0372-3

Abstrakt- Sonnenhülle

die Schlüsselworte

Solararchitektur, Effizienz, Zugang der Sonnenstrahlung, Sonnenhülle

Es sind überall bekannte Fakten, dass in den hochentwickelten Ländern sind Gebäude für von 30 bis 40 % des Gesamtenergiebedarfs verantwortlich. Die nachhaltige Entwurfs- und Realisationsmethoden des Gebäudes können Lösungen vieles ökonomischen, sozialen und environmentalen Problems des Europas anbieten. Die Nutzung des unerschöpflichen Energiepotenzials der Sonne in Architektur bedeutet ein riesiger Gewinn für die Nachhaltige Entwicklung, qualitative Besserung der Gebäude, energetische und ökonomische Effizienz und den Umweltschutz. Die neueste Solartechnologien gemeinsam mit den alten Kenntnisse des passiven Solardesigns können ausdrücklich reduzieren der Energieverbrauch des Gebäudes für Heizung, Kühlung, Belichtung, Warmwasservorbereitung, Stromversorgung.

Die ersten Beispiele der Solararchitektur waren die Einfamilienhäuser. Aber in Gegenwart der Trend steuert zu den Entwürfe der ganzen Stadtteile, deren alle Gebäude die Sonnenenergie ausnutzen (Linz - Pichling in Österreich, Freiburg - Vauban in Deutschland, Wiikki in Finnland, Masdar in Emirates...)

Die Schlüsselbedingung für die Nutzung der Solarenergie in der Urbanstruktur ist der ausreichende Zugang der Sonnenstrahlung. Durch die Methode der Sonnenhülle ist es möglich die effektive Kontrolle des Sonnenstrahlungszugangs gewähren. Diese Methode wurde von Professor Ralph Knowles aus der Universität des Südkaliforniens erfunden. In den letzten Jahrzehnten wurde von mehreren Wissenschaftler und Architekten weiter Entwickelt (zum Beispiel von Schiler und Uen-Fang in der USA, Shaviv und Capeluto in Israel, Höhl in Deutschland, Kepl in der Slowakei).

Professor Knowles definiert die Sonnenhülle wie das Bauvolumen, geschaffen anhand der Schattenkontrolle der benachbarten Gebäude. Die ursprüngliche Knowles-Methode wurde der slowakischen Rechtbedingungen angepasst und dann in verschiedensten Raumbedingungen getestet. Der Beitrag präsentiert mehrere Studien der Applikation von dieser angepassten Methode.

Es hat sich bewahrheitet, dass die Methode ist gleichberechtigt applikabel für die einzelne Gebäude sowie für die ganze Stadtteile. Gleichzeitig, die Methode ist das Unterstützungsinstrument der Formgenerierung - vor allem im Frühstadium des Bauentwurfs.

III.

Skúsenosti z výstavby prvých pasívnych škôl v Spojenom kráľovstve (UK)

Juraj Mikurčík, architektonický ateliér Architype Architects

Upper Twyford, Herefordshire, HR2 8AD, UK

Tel.: +44 1981 542111, E-mail: george.mikurcik@architype.co.uk

1. Lokální rámcové podmínky

Architektonický ateliér Architype Architects (Architype) spolupracuje s mestom Wolverhampton od roku 2006 spolu na piatich projektoch. Dva najaktuálnejšie projekty sú zároveň i prvými dvoma školskými objektmi postavenými v pasívnom štandarde v UK.

Päť spomínaných projektov:

- St Luke's CE Primary School (ZŠ)
- Blakenhall Community & Health Living Centre (komunitné a osvetové centrum)
- The Willows Campus Primary and 4-19 Special School (špeciálne školské zariadenie)
- Oakmeadow Primary School (ZŠ)
- Bushbury Hill Primary School (ZŠ)

Základná škola St Luke's CE bola dokončená v júni 2009 a je prvou základnou školou v UK, ktorá získala certifikát BREEAM (hodnotenia vplyvu stavieb na životné prostredie). Celková rozloha školy je 2,900m².



Obr. 1 Základná škola St Luke's CE: juhovýchodný pohľad.

Eko-minimalistický prístup v tomto projekte je jedným z najdôležitejších úspechov Architype. Vďaka vysokému štandardu použitých materiálov minimalizovali závislosť objektu na obnoviteľných zdrojoch. Pasívny štandard sa pri tomto projekte nepodarilo dosiahnuť, minimálne požiadavky noriem v UK však boli prekované zo značnou rezervou. Ako hlavný zdroj tepla v objekte bol zvolený kotol na biomasu.

Objekt St. Luke získal množstvo ocenení. Medzi ne patria ocenenia za dizajn a ekologický koncept ako napríklad BCSE (British Council for School Environments)

ekologická škola roku 2010, prestížna cena nadácie Sorrell Foundation School Award udelená RIBAou (Royal Institute of British Architects).



Obz. 2 Základná škola Oakmeadow: situácia.

2. Prečo školy v pasívnom štandarde?

Pasívny štandard a jednotlivé stavebné normy spolu s nástrojmi pre ich plnenie (Code for Sustainable Homes - kódex ekologicky udržateľných domov, BREEAM - hodnotenie vplyvu stavieb na životné prostredie) boli UK zavedené za rôznymi účelmi.

Stavebné normy boli postavené "z hora nadol", aby splnili politické ciele, či environmentálne problémy (nakladanie s vodou a odpadmi, či v súčasnosti "objekty s nulovou emisiou uhlíka").

Pasívny štandard bol vyvinutý "z dola nahor" stavebnými fyzikmi hľadajúcimi efektívne spôsoby navrhovania energeticky úsporných budov. Stanovuje prísne ciele v oblasti energií miesto fiktívneho cieľa nulovej emisie uhlíka. Pasívny štandard má jednoduchý cieľ - docieľiť dobrým dizajnom optimálny vnútorný komfort pri čo najnižšej spotrebe energie.

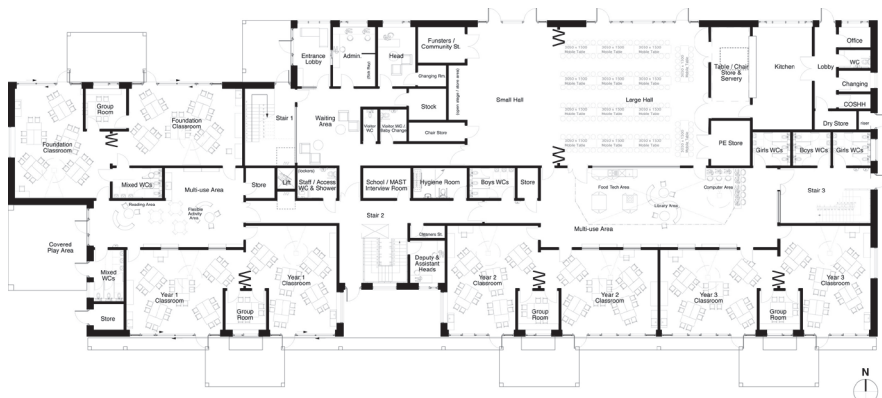
Po vypísaní súťaže mesto Wolverhampton na vytvorenie projektov pre základné školy (Oakmeadow and Bushbury Hills), predstúpil Architype pred mestskú radu s návrhom na zvýšenie energetickej efektívnosti projektov na úroveň pasívneho štandardu.

Kľúčové body návrhu boli:

- Významne nižšia spotreba energie a prevádzkové náklady
- Vyšší komfort vnútorného prostredia, hlavne vzhľadom na úroveň CO₂
- Robustnejší, no jednoduchší koncept ovládania

- Potenciál konceptu a prínos v oblasti aplikácie pasívneho štandardu v UK
- Možnosť vytvorenia inovačného profilu

Mesto navrhovaný postup prijalo pod podmienkou, že takýto prístup nenaruší časový harmonogram výstavby a nenavýši fixný rozpočet.



Obr. 3 Základná škola Oakmeadow: 1NP.



Obr. 4 Základná škola Oakmeadow: južná fasáda.

3. Ako sme dosiahli pasívny štandard bez navýšenia rozpočtu ?

Zadanie projektov prebehlo v decembri 2009, projektová fáza sa začala v apríli 2010, zahájenie stavby bolo v septembri 2010 a vyplatenie projektov prebehne po kolaudácii v októbri 2011.

Návrh a výstavba objektov v pasívnom štandarde v tejto lehote a bez dodatočných nákladov bolo obrovskou výzvou.

Kľúčové faktory, ktoré nám umožnili to dosiahnuť:

- plné nasadenie ateliéru Architype Architects pre tieto projekty a riadenie celého procesu.

- použitie rovnakého tímu z predchádzajúcich projektov (architekt, profesie, realizátor) s cieľom využitia priebežných poznatkov, odhodlanie a celková integrácia pracovných postupov v celom tíme.
- postavenie konceptu na predchádzajúcich poznatkoch Architype a prizvanie odborníkov - Nick Grant a Alan Clarke - pre dodatočné odborné analýzy
- pasívny štandard bol súčasťou konceptu od prvého dňa
- dôraz na jednoduchosť konceptu a detailov
- finančná optimalizácia bola súčasťou projektu od počiatočnej fázy
- nadšený realizátor stavby rozhodnutý postaviť objekt v pasívnom štandarde (rovnaký ako pri dvoch z troch predchádzajúcich projektov)
- tímová práca projektant - realizátor počas celej výstavky
- pravidelné konkrétne zamerané workshopy zo všetkými subdodávateľmi
- dôsledné a pravidelné inšpekcie


III.

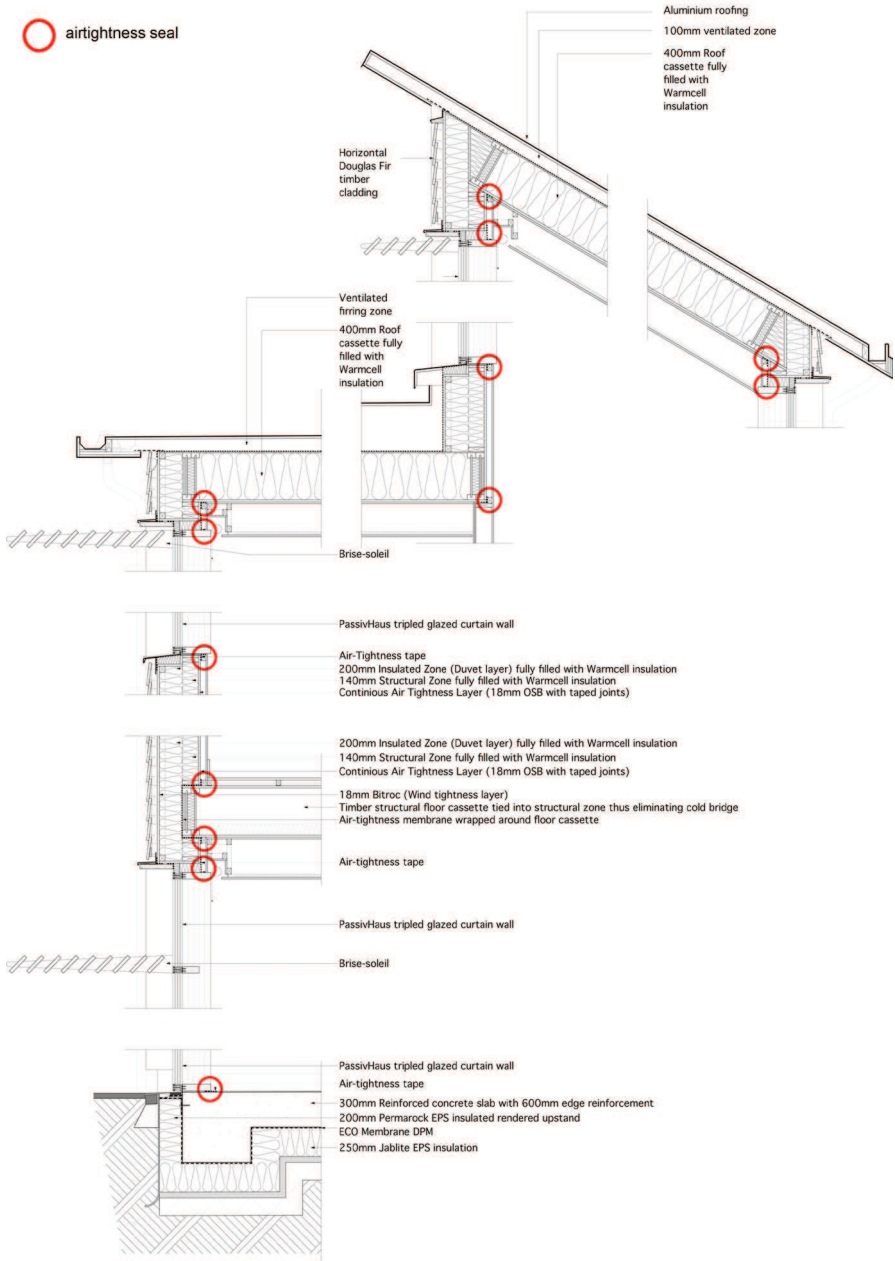


Obr. 5 Základná škola Bushbury Hill: južná fasáda.

4. Realizácia

Vylepšený konštrukčný systém je založený na poznatkoch z predchádzajúcich projektov. Ľahká konštrukcia s drevenými nosnými prvkami bola redukovaním tepelných mostov a dosiahnutím vzduchovej tesnosti potrebnej pre pasívny štandard posunutá o krok ďalej. Obvodový plášť je tvorený 140 mm stĺpikovo priečnikovou konštrukciou obalenou dodatočnou 200 mm vrstvou fúkanej celulózy Warmcell vyrobenej Larsen trusses (Oakmeadow) alebo drevenými nenosnými I-nosníkmi (Bushbury Hills). V oboch prípadoch sú drevené nosníky kotvené priamo do železobetónovej dosky, izolovanej doskami EPS zdola i po obode vytvárajúc základanie bez tepelných mostov.

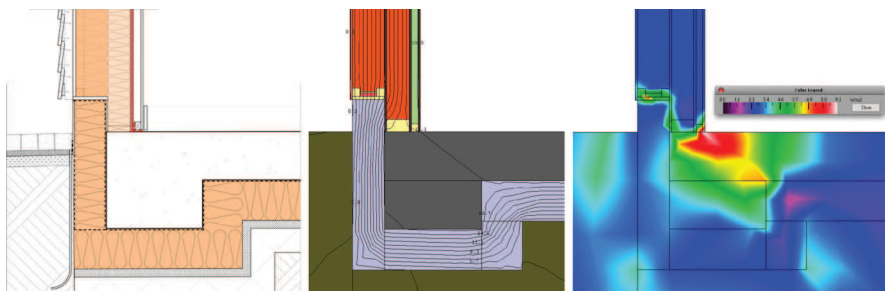
 airtightness seal



III.

Architektura a urbanismus

Obr. 6 Základná škola Oakmeadow: typické detaily



Obr. 7 Základná škola Oakmeadow: Detail styku exteriérovej steny, izotermia a graf tepelného toku .


Pre vyváženie nákladov bola osobitá pozornosť venovaná výberu okien a dverí. Bol zvolený typ s hodnotou $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a vhodným faktorom g . Rámy okenných výplní majú nosnú konštrukciu, čo viedlo k úspore dreva pri obvodových nosných prvkoch. Fixné zasklenia zvýšili podiel slnečného žiarenia v interiéri. Veľkosť otváracích častí bola nadimenzovaná, aby zabezpečila dostatočnú výmenu vzduchu v letných mesiacoch.


Daylight and ventilation requirements

Daylight 20% of floor area
 Day vent 5% of floor area
 Night vent 1.5% of floor area

58 sqm classroom requires

Daylight 11.6 sqm
 Day vent 2.9 sqm
 Night vent 0.87 sqm

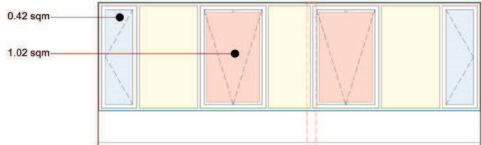
 = louvered insulated panel

 = fixed glazing

 = opening light



First floor classroom

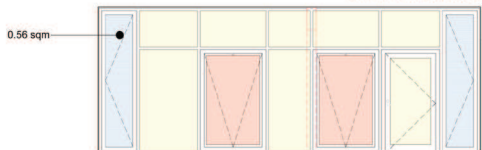


Daylight =  +  = 10.97 sqm

Day vent =  +  = 2.88 sqm


Night vent =  = 0.84 sqm

Ground floor classroom



Daylight =  +  = 14.39 sqm

Day vent =  +  = 3.16 sqm

Night vent =  = 1.12 sqm

Obr. 8 Základná škola Oakmeadow: trieda v škole – analýza fasády.



Obr. 9 Základná škola Oakmeadow: pohľad do triedy - fixné zasklenia, veľké otváracie automatickými otváračmi osadené krídla a bezpečnostné žalúzie pre zabezpečenie nočného vetrania.



Obr. 10 Základná škola Bushbury: výplň okenného otvoru v triede: fixné zasklenia, malé manuálne otváracie okná a bezpečnostné žalúzie pre vetranie a chladenie.

Vzduchotesná rovina bola dosiahnutá 18 mm OSB doskami s prepáskovanými spojmi. Pred poškodením ich chráni inštaláčna rovina (priestor pre vedenie inštalácii predsaďeny pred vzduchotesnú rovinu). Pred porušením roviny chráni i fakt, že všetky prvky inštaláčnej roviny sú samonosné a nie sú kotvené do vzduchotesnej roviny. OSB dosky sú prepáskované na základovú dosku (tu je dôležitý detail povrchovej úpravy betónu pred páskovaním). Dôležité je i dbať na detaily pri osádzaní okien.

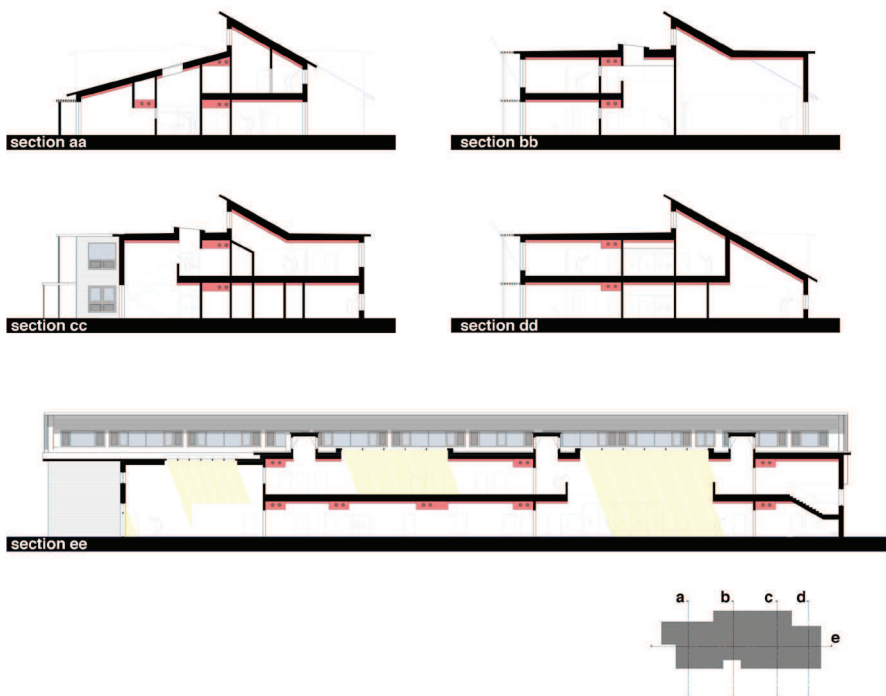


Obr.11 Základná škola Oakmeadow: detaily, test vzduchotesnosti - blower door test.

III.

5. TZB

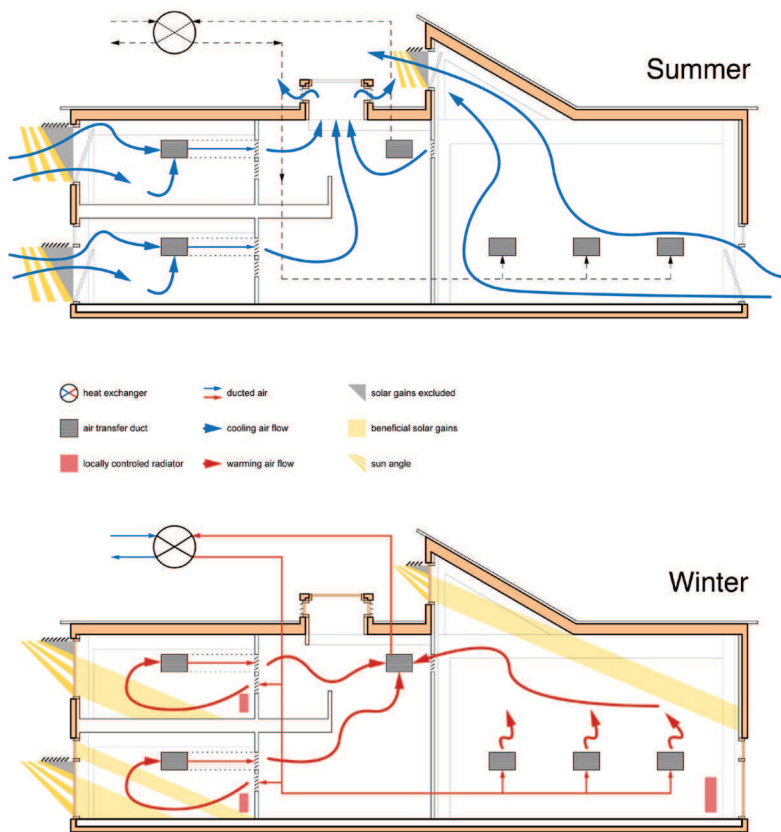
Zariadenia v objekte boli navrhnuté s plnou integráciou mechanického vetrania so spätnou rekuperáciou tepla, zjednodušeným systémom vykurovania v zime, zachovaním prirodzeného vetrania v lete a nočným chladením objektu.



Obr.12 Základná škola Oakmeadow: rez zobrazujúci rozvody vzduchotechniky.

V letných mesiacoch tienenie zabezpečujú pradsadené tieniace prvky (súčasť architektonického stvárnenia). Vetranie počas leta je kontrolované užívateľom (otvorenie okna, a krídla s plnými výplňami za fixnými žalúziami). Pričné vetranie je zabezpečené veľkými otvormi v miestnostiach a automaticky otváranými svetlíkmi v spoločných priestoroch zabezpečujúcimi komínový efekt vetrania. Tento princíp zabezpečuje i nočné chladenie objektu.

V zimnom období teplo v objekte zabezpečuje vzduchotesná obálka budovy s vysokým tepelným odporom a okenné otvory s trojitým zasklením. Triedy sú zásobované dostatočným množstvom čerstvého vzduchu prostredníctvom rozvodov vzduchotechniky a rekuperačnej jednotke osadenej senzormi CO₂ pre zabezpečenie kvality vzduchu v objekte. Tepelný výkon objektu je zabezpečený z veľkej časti solárnymi ziskami a telesným teplom užívateľov objektu. Pre špičkové a nárazové vykurovanie slúži úsporný plynový kotol a nízko teplotne radiátory umiestnené v objekte. Dôležité hlavne pri nabíehaní systému (v ranných hodinách tesne pred príchodom „vykurovacích jednotiek“).



Obr. 13 Základná škola Oakmeadow: rez so znázornením vykurovaco-vetracieho diagramu.

6. Monitorovanie

Na území Nemecka a Rakúska sú projekty pasívnych domov extrémne monitorované. Zhromaždené údaje z monitorovaní potvrdili, že objekty, ktoré dosiahli pasívny štandard majú z teplotného hľadiska spotrebu rovnakú alebo lepšiu ako potvrdil výpočet. Tento fakt je v rozpore so skúsenosťami z iných objektov v UK, ktoré deklarujú ekologickú úspornosť avšak v skutočnosti majú spotrebu ďaleko vyššiu. Aktuálne dva projekty spolu s existujúcimi projektmi škôl v UK sú výborným základom pre monitorovanie a výsledky poskytnú neoceniteľnú spätnú väzbu na koncept a dizajn novonavrhnutých projektov v porovnaní s existujúcimi. Základná škola Oakmeadow má podobnú veľkosť aj prevádzkový koncept, čo poskytne výborné priame porovnanie objektov.

Osobitná pozornosť bude venovaná:

- skutočnej spotrebe energie - potrebe tepla na vykurovanie a celkovej primárnej energii objektu (analýza bude zahŕňať pravidelnú i nepravidelnú spotrebu)
- vnútornej kvalite prostredia - štúdie v Nemecku preukázali, že školy s riadeným vetraním dosahujú vyššiu kvalitu vnútorného prostredia ako školy s prirodzeným vetraním
- kontrole - správa jednotiek pomocou tzv. facilities managers (správca objektu) spolu s kontrolou koncového užívateľa v porovnaní s tradičným systémom.

7. Fakty

Základná škola Oakmeadow

- veľkosť: 2,400 m² (kapacita 420 detí)
- úžitková plocha: 2,205 m²
- U stena: 0.126 W/(m²K)
- U podlaha: 0.130 W/(m²K)
- U strecha: 0.107 W/(m²K)
- U okná (U_w): 0.8 W/(m²K)
- merná potreba tepla na vykurovanie 13 kWh/(m²a)

Bushbury Hill Primary School

- veľkosť: 1,800 m² (210 detí + BESD unit + škôlka / detské ihrisko)
- úžitková plocha: 1,707 m²
- U stena: 0.126 W/(m²K)
- U podlaha: 0.130 W/(m²K)
- U strecha: 0.107 W/(m²K)
- U okná (U_w): 0.8 W/(m²K)
- merná potreba tepla na vykurovanie: 13 kWh/(m²a)

Administrativní budova a školící středisko v energeticky pasivním standardu

Ing. Jan Neuwirt (INTOZA, s.r.o.), Ing. arch Radim Václavík (ATOS 6, spol. s.r.o.)
INTOZA, s.r.o., Varšavská 1583/99, Ostrava - Hulváky
Tel.: +420 739 000 704, E-mail: jan.neuwirt@intoza.cz

1. Úvod – představení budovy

Pro činnost společnosti **INTOZA s.r.o.** se vedení firmy rozhodlo postavit administrativní budovu. Administrativní budova a její prostory jsou využívány nejen jako kancelářské místnosti, ale především jako **školící středisko energetických úspor**. Již samotná budova slouží jako „**školící pomůcka**“ na které si návštěvníci budou moci prohlédnout nejmodernější technologie používané při výstavbě nízkoenergetických a pasivních staveb.

Dům je koncipován v duchu filosofie firmy, zabývající se energetickými úsporami, jako **vzorová energeticky pasivní stavba**. Prostorově je budova uspořádána do jednoduchého rastru 2x4 pole, vycházející z potřeb flexibilního dispozičního řešení, jednoduché konstrukce a kompaktního tvaru budovy. Základní modulový rastr se opakuje ve čtyřech podlažích nad sebou, takže budova má objem čtyřpodlažního podélného kvádrů s plochou střechou o rozměrech podstavy 23 m x 15 m a výšce 15,4 m.

Jednoduché a funkční dispoziční řešení lokalizuje vertikální komunikace a místnosti sociálního a technologického zázemí podél odvrácené severní strany budovy, zbývající prostor severní fronty v přízemí při vstupu je využit recepcí a v dalších podlažích rohovými kancelářemi. Ostatní partie zabírají podél všech fasád libovolně dělitelné kancelářské prostory, propojené navzájem a se zázemím střední komunikační halou. Zázemí obsahuje WC, úklidovou komoru a místnost technologie.

Aby objekt splnil kritéria pasivního domu, je opatřen silným tepelným štítem a prosklené plochy v tomto plášti jsou minimalizovány. Otvíravá okna jsou tedy navržena spíše z psychologického hlediska. Veškeré výplně v plášti budovy jsou navrženy s konstrukčním řešením pro pasivní stavby tj. zasklení kvalitním trojsklem a profilem pro pasivní domy. Před přílišným tepelným ziskem ze slunečního svitu v létě a pro omezení nočních tepelných ztrát v zimě jsou okna opatřena účinným venkovním stíněním s regulací. Detaily provedení stavební části jsou řešeny tak, aby v plášti budovy byly eliminovány veškeré tepelné mosty, způsobující úniky tepelné energie.

Při vytápění objektu je počítáno s veškerými zisky tepla z pobytu osob a z kancelářské techniky. Bilance spotřeby tepla ke krytí ztrát, hlavně v zimním období v noci, je doplněna teplovodním vytápěním. Dále jsou tepelné ztráty minimalizovány nuceným větráním s velmi účinnou rekuperací v nejmodernějších větracích a rekuperačních jednotkách. Teplo pro ohřev vody do hygienického zařízení a pro vytápění v zimě je v letním období

získáváno ze slunečních kolektorů a ukládáno do zásobníku. Chlad v letním období je získáván z reverzního tepelného čerpadla a ukládán do zásobníku chladu a využíván ve větracích jednotkách. V zimním období je z tohoto tepelného čerpadla získáváno teplo pro teplovodní vytápění. Bivalentním zdrojem pro ohřev vody je elektrická energie. Řízení vnitřního prostředí budovy z hlediska optimálního stavu a stability kvality bude automatizováno řídicím systémem s nejmodernějšími prvky a flexibilním programem.

1.1. Architektonická koncepce stavby

autor návrhu Ing. arch. Radim Václavík, www.atos6.cz

Základní elementární forma stavby je výsledkem přiměřené optimalizace jednotlivých základních nároků kladených na objekt. Jednalo se o tyto požadavky:

- Nízké pořizovací náklady
- Nízké provozní náklady - parametry stavby v pasivním standardu
- Opakovatelnost projektu
- **Nízké pořizovací náklady**

Jak udělat dům levný, a současně dobrý?

Jednotlivé prvky stavby jsou vybírány s ohledem na optimální poměr ceny a výkonu. Při dílčím rozhodování ze strany architekta i investora byla volena řešení jednoduchá a levná. Cenově náročnější detaily byly navrhovány v přesně stanoveném poměru, aby si stavba udržela ty nejvyšší estetické a kvalitativní parametry. Až asketická vnější forma je vyvážena v interiéru propojením jednotlivých pater kruhovým průhledem - světlovodem, kterým symbolicky prorůstá popínavá zeleň. Společný komunikační prostor na každém patře je oživen napouštěním světla do střední části domu.

Objemový cenový ukazatel je 213,- EUR/m³ bez DPH. Náklad na m² užité plochy jsou 1.042,- EUR bez DPH.

- **Nízké provozní náklady - parametry stavby v pasivním standardu**

Musí provozní náklady vyčerpat významný podíl z ceny nájmu?

Prvotní byla eliminace povrchu budovy. Ideální z hlediska plochy by byla koule, či kruhový válec, ale toto řešení je nevhodné pro běžné kancelářské prostory. Proto jsme navrhli obdélníkový půdorys blízký se čtverci. Oblé nároží budovy odkazuje na ideální zaoblenou formu. Následně pomocí výpočtových modelů jsme optimalizovali velikost otvorů v plášti budovy. Demonstrace poklesu okenních otvorů na méně osluněných stranách je uplatněna na fasádě v barevném řešení.

- **Opakovatelnost projektu**

Musí se pořád vymýšlet něco nového?

Tvar pláště je záměrně jednoduchý, aby byl použitelný v jakémkoli prostředí. Dispozice vyjadřuje obvyklé požadavky na kancelářský prostor. Je možné modifikovat počet pater. Stavbu můžeme také vnímat jako základní funkční jednotku, kterou lze slučovat ve větším počtu.

2. Základní údaje

Místo stavby: Varšavská 1583/99, 709 00 Ostrava – Hulváky

GPS: 49°49'10.402"N, 18°14'17.641"E

Umístění stavby: Stavba je umístěna na pozemcích ve vlastnictví společnosti INTOZA v průmyslové zóně v **Ostravě - Hulvákách**, a to na rozvojové ploše v sousedství stávajícího areálu **logistického centra „Čárka“**.

Tento skladový areál leží v samém středu města Ostravy a je napojen na dálniční síť, která zajišťuje snadný a rychlý přístup k objektu.

Investor: INTOZA s.r.o.

Varšavská 1583/99

Ostrava - Hulváky

Autor návrhu: ATOS-6, spol. s r.o. - Ing. arch Radim Václavík

Stav projektu: dokončen (zkolaudováno)

Termín dokončení: červen 2011

Typ budovy: administrativní budova

Druh stavby: novostavba

Konstrukce: ŽB montovaný skelet

Parametry budovy:	Základní rozměry objektu (1.NP):	16,24 x 23,74 m
	Zastavěná plocha (1.NP):	385,6 m ²
	Zastavěná plocha (1.NP+ římsa):	408,0 m ²
	Obestavěný prostor: základy	686,3 m ³
	horní stavba	5251,9 m ³
	zastřešení	256,6 m ³
	celkem	6194,7 m³
	Podlahová plocha: užitná plocha 1.NP	322,1 m ²
	užitná plocha 2.NP	315,0 m ²
	užitná plocha 3.NP	314,7 m ²
	užitná plocha 4.NP	315,9 m ²
	celkem	1267,7m²

3. Technické parametry

3.1. Energetické vlastnosti:

• podlahová plocha dle PHPP	1062	m ²	
• měrná potřeba tepla na vytápění	11,5	kWh/(m ² a)	
• celková potřeba primární energie	111	kWh/(m ² a)	
• celková neprůvzdušnost n_{50} :	0,17	h ⁻¹	měřeno: ANO

BLOWERDOOR TEST: měření průvzdušnosti (vzduchotěsnosti budovy) dle ČSN EN 13829. Dne 23. 6. 2011 byl proveden test průvzdušnosti budovy a po provedení měření byla stanovena výsledná hodnota $n_{50}=0,17$ h⁻¹.

3.2. Použité materiály

- **Tepelná izolace** - k zateplení objektu jsou použity izolační desky Isover EPS GreyWall a Greyroof, které jsou grafitovým izolantem nové generace se zvýšeným izolačním účinkem. Kontaktní zateplovací systém je z důvodu eliminace tepelných mostů navržen bez mechanického kotvení. Rovněž tepelná izolace střechy je kotvena bez mechanických kotev a je přitížena betonovou vrstvou ve spádu. v místech kde bylo nutno použít tepelnou izolaci se sníženou tloušťkou (u nadpraží oken v místech osazení žaluzií, nebo podlaha lodžie ve 4NP) byly použity izolace se „super“ izolačními vlastnostmi jako je KOOLTHERM K5 a vakuové desky VARIOTEC veškeré konstrukce, které vystupují na fasádu a narušují KZS (římisa, provětrávaná fasáda v 1NP, žaluzie, zábradlí) jsou kotveny pomocí kotev s přerušeným tepelným mostem (DOSTEBA)
- **Výplně otvorů** - REHAU GENE0® MD plus se svou konstrukční hloubkou 86 mm patří ke špičce na trhu. Přispívají k tomu vynikající izolační vlastnosti, které spotřebu energie pomáhají výrazně snížit. Okno s modelem středového těsnění a integrovaným termomodulem dosahuje vynikající hodnoty tepelné izolace. Rámy jsou osazeny izolačním trojsklem SGG Planitherm Ultra N a SGG Planitherm LUX. Okna jsou napojeny na obvodovou konstrukci (ostění, nadpraží a parapet) pomocí těsnícího systému TREMCO illbruck i3

3.3. Technické zařízení budovy

- **Větrání** - pro zajištění nuceného větrání objektu je navrženo pět samostatných zařízení ATREA DUPLEX S (I až V), které zajistí větrání jednotlivých prostor. Koncepte decentralizovaného větrání byla zvolena zejména s ohledem na:
 - účel a režim užívání jednotlivých částí objektu;
 - příznivější (menší) rozměry potrubních rozvodů - ve srovnání s řešením centrálním;

Zařízení I až V je navrženo s přívodem i odvodem vzduchu, s rekuperací tepla z odváděného vzduchu, s ohřevem vzduchu teplovodně a vestavěným vodním chladičem pro chlazení vzduchu. Hlavní částí každého zařízení je jednotka s filtry,

ventilátory pro přívod a odvod vzduchu, rekuperátorem, ohřivačem a s chladičem.

Filtrace přiváděného i odváděného vzduchu je zajištěna přímo ve vzduchotechnických jednotkách. Filtry jsou součástí jednotek. Ohřev je zajištěn jednak ve vestavěném rekuperátoru každé jednotky, jednak pomocí topné vody v integrovaném ohřivači. Před ohřivači jednotek jsou instalovány regulační směšovací uzly s oběhovými čerpadly.

Od jednotek je vzduch do větraných prostor přiveden (a z větraných prostor odveden) pomocí vzduchotechnických rozvodů a distribučních prvků (vyústek, příp. talířových ventilů). Jednotky jsou vybaveny regulačním systémem pro možnost nastavení množství přiváděného a odváděného vzduchu a teploty přiváděného vzduchu.

- **Vytápění** - vytápění a pokrytí tepelných ztrát objektu prostupem je zajištěno otopnými tělesy, která jsou umístěná v každé místnosti. Na každém tělese je instalovaný termostatický ventil, kterým si uživatel může přizpůsobit teplotu v místnosti dle vlastních požadavků.
- **Chlazení** - chlazení vzduchu bude zajištěno ve vodním chladiči, který bude integrován ve větrací jednotce.
- **Ohřev TV** - ohřev teplé vody (TV) bude zajišťován v zásobníkovém ohřivači teplé vody o objemu 570 lt s elektrickou topnou vložkou. Boiler bude napojen i na solární ohřev (kolektory budou umístěny na střeše).
- **Zdroj tepla a chladu** - hlavním zdrojem tepla a chladu pro vytápění a chlazení řešeného objektu a rovněž pro ohřev teplé vody (TV) bude tepelné čerpadlo vzduch/voda NIBE LWSE 18
- **Výroba el. energie (fotovoltaika)** - na střeše budovy je umístěno celkem 48 kusů fotovoltaický panelů o celkové výkonu 10,8 kWp. Předpokládaný roční energetický zisk systému včetně započtených ztrát při uvedení do provozu: 9 440 kWh. Vyrobena elektrická energie bude využívána pro vlastní spotřebu v budově.
- **Inteligentní elektroinstalace** - osvětlení v kancelářích, přednáškovém sále, na chodbách, v recepci a na fasádě objektu je ovládáno řídicím systémem LUXMATE. Žaluzie na fasádě objektu jsou napojeny na žaluziové jednotky LUXMATE. Osvětlení i žaluzie jsou řízeny podle denního světla, časových plánů a je možné je ovládat i ručně. Cílem aplikace řídicího systému je dosažení maximálních možných úspor elektrické energie spotřebovávané osvětlovací soustavou objektu a maximální využití difúzní složky denního světla přicházející do místností okenními otvory. V prostorách kanceláří je každé svítidlo zvlášť regulováno v závislosti na množství denního světla a má nastavenou vlastní regulační křivku. Regulace spočívá v plynulém stmívání svítidel v rozsahu 0 - 100 %.

Spolu se svítidly jsou podle denního světla řízeny i žaluzie, přičemž je aktivní tzv. 3D regulace, kdy svítidla regulují jak v závislosti na denním světle tak na poloze a natočení lamel konkrétní žaluzie. Žaluziové jednotky řídí podle výšky slunce nad

horizontem i natočení lamel jednotlivých žaluzií.

Uživatel má možnost automatický režim dočasně upravit dle individuálních potřeb. Po uplynutí stanoveného času se svítidla vrátí do automatické regulace. Tato prodleva je individuálně nastavitelná pro každý ovládaný prostor. Důvodem pro automatický návrat do daylight regulace je maximální úspora energie v objektu.

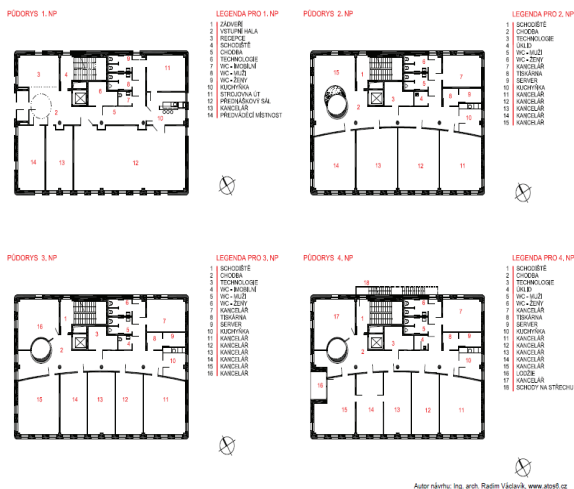
Chodby, schodiště osvětlení chodeb a schodišť spínané a je ovládáno pohybovými čidly. Chodby, v nichž je dostatek denního světla jsou začleněny do daylight regulace. Pokud jsou světelné podmínky dostatečné pro osvětlení chodby / schodiště a je detekována přítomnost osob, osvětlení zůstává zhasnuté.

Na střeše objektu je umístěná meteostanice, která vyhodnocuje naměřená data a na základě těchto výsledků se ovládají vnější žaluzie a intenzita vnitřního osvětlení. Měření množství denního světla a polohy slunce zajišťuje centrální čidlo denního světla umístěné na střeše objektu v poloze, kde není zastíněno žádnými blízkými objekty. Čidlo vyhodnocuje již zmíněnou intenzitu a směrovost, ale rovněž dokáže vyhodnotit difúznost denního světla. Tyto hodnoty jsou použity výpočetními algoritmy řídicího procesoru pro přesný výpočet akčních veličin pro jednotlivá svítidla a žaluzie dle nastavených regulačních křivek.

Na střeše objektu spolu s čidlem denního světla jsou osazena čidla rychlosti větru, senzor srážek a čidlo venkovní teploty. Senzory zajišťují včasné vyvolání větrného či námrazového poplachu, který automaticky vytáhne žaluzie do horních koncových poloh a zablokuje možnost ručního ovládání ze systémových ovladačů. Jde o ochranné funkce zamezující utržení žaluzií vlivem větru nebo poškození žaluzie přimrznutím ve vodítkách a následným utržením tažných lanek žaluzií.

4. Půdorysy a fotografie

autor návrhu Ing. arch. Radim Václavík, www.atos6.cz



Obr. 1 Půdorysy jednotlivých podlaží.



Obr. 2 Pohled jiho-západní večerní.



Obr. 3 Chodba 4NP – pohled na světlovody.



Obr. 4 Pohled ze 4NP do kruhového otvoru prostupujícího budovou.



Obr. 5 Pohled jiho-západní denní.

5. Literatura

- (1) ATOS6, *Projekční dokumentace pro stavební povolení*. Ostrava, 2009
- (2) MAXXITHERM, MEROPS. *Projekční dokumentace pro realizaci stavby*. Ostrava 2010

Energetická optimalizácia novostavby administratívneho centra EcoPoint v Košiciach s použitím prvkov pasívneho domu

*Ing. arch. Eugen Nagy, Ph.D., autorizovaný architekt SKA,
Mechenice 139, SK - 951 46 Podhorany
Tel.: +421-(0)908 713 865, E-mail: eugen.nagy@max15.sk*

*Ing. Rastislav Badalík, Ph.D., BISCHOFF & COMPAGNONS Property
Networks Slovakia s. r. o., Bajkalská 30, SK - 821 05 Bratislava
Tel.: +421-(0)903 904 205, E-mail: badalik.r@bischoffcpn.com*

III.

1. Úvod

Začiatkom roku 2011 sa v spolupráci s generálnym projektantom (PROMA, s. r. o. Žilina a Klima - Teplo Consulting s. r. o., Košice) a skupinou externých poradcov ukončila energetická optimalizácia novostavby administratívneho centra EcoPoint v Košiciach. Tento proces prebiehal po stránke koncepcnej, stavebno-architektonickej i technickej približne rok, súbežne s vypracovaním projektu pre stavebné povolenie. Z iniciatívy developerskej spoločnosti BISCHOFF & COMPAGNONS Property Networks Slovakia s. r. o., je tento objekt koncipovaný ako ekologická a trvalo udržateľná budova s veľkým dôrazom na zdravé pracovné prostredie a nízke prevádzkové náklady. Projekt budovy získal strieborný predcertifikát nemeckého ocenenia pre udržateľnú výstavbu DGNB (Das Deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen). Primárnym cieľom optimalizácie bolo porovnanie dvoch variantných riešení objektu z hľadiska investičných a prevádzkových nákladov a výpočtu doby návratnosti zvýšenej investície. Porovnával sa bežný štandard - variant V.1 (uvažovaný ako stavba realizovaná podľa súčasných stavebných a energeticko-technických zvyklostí) a variant V.2 - veľmi dobrý nízkoenergetický štandard s prvkami pasívneho domu (dosiahnutie štandardu pasívneho domu nebolo cieľom investora). Sekundárnym cieľom analýzy bola následná optimalizácia variantu V.2 z hľadiska úrovne tepelnej ochrany a typu technického vybavenia objektu.

1.1. Popis objektu

Administratívne centrum je umiestnené na doteraz nezastavanej ploche vo východnej časti Košíc, medzi Magezitéarskou ulicou a spojovacou komunikáciou Prešovskej cesty a Hlinkovej ulice. Budova má v parteri menšiu polyfunkciu a v podzemných podlažiach parkovacie kapacity. V nadzemných podlažiach má základný dispozičný tvar písmena L a posadená je na mohutnej podstave, ktorú tvorí hromadná garáž v dvoch podzemných podlažiach. Hlavná - dominantná 6-podlažná hmoľa je orientovaná pozdĺžnou osou v severo - južnom smere a pozdĺž Magezitéarskej ulice sa k nej pričleňuje 5-podlažná užšia časť. V I. etape má byť realizovaný prvý stavebný objekt, ktorého vykurovaná plocha je 5 622,8 m² (dva ďalšie, identické objekty, by mali pribudnúť neskôr).

2. Popis variantu V.1 – štandard

Variant V.1 bol uvažovaný ako bežná administratívna budova realizovaná podľa dnes bežných štandardov výstavby a spĺňajúca platné tepelnotechnické normy. Návrh obvodového plášťa sa opiera o bežné a overené konštrukčné systémy a skladby. Výpočtová merná potreba tepla na vykurovanie (E2) je relatívne vysoká a predstavuje 72,8 kWh/(m²a). Technické vybavenie objektu preto vyžaduje energetické zdroje a odovzdávacie prvky veľkých výkonov, čo má samozrejme vplyv na zvýšenú energetickú náročnosť budovy. Na základe výsledkov výpočtu potreby tepla bolo možné posúdiť tepelnotechnickú kvalitu obvodového plášťa budovy, ako aj parametre iných faktorov (tepelné mosty, vetranie, veľkosť a orientácia presklených plôch, ich solárny faktor atď.). Posúdenie umožnilo využiť potenciál optimalizačných opatrení jednotlivých prvkov pri návrhu variantu V.2. Z analýzy vyplynulo, že najväčší podiel tepelných strát je zapríčinený vetraním, keďže v prípade prevažnej väčšiny miestností sa predpokladá prirodzené vetranie - z nízkeho podielu rekuperácie tepla v objekte vyplývajú vysoké tepelné straty vetraním (až 54,2 % celkových strát).



Obr. 1 Vizualizácia exteriéru – celkový vtáčí pohľad a pohľad na vstupnú časť z juhu.

Tepelné straty prechodom tepla cez netransparentné konštrukcie sa na celkových stratách podieľajú 17,7 %, potenciál zníženia potreby tepla ich lepším zateplením je preto obmedzený. Najviac tepla uniká obvodovými stenami (6,9 %) a predsadenou fasádou (6,3 %), čo je dané veľkosťou ich plochy. Cez plochú strechu uniká 2,4 % tepla, cez podlahu k exteriéru približne rovnaké množstvo tepla (2,1 %). Snaha po zvyšovaní tepelnoizolačných hrúbok rezultujú v praxi často do mylného presvedčenia, že hlavne takýmto spôsobom je možné dosiahnuť nízkoenergetický štandard. Bez riadeného vetrania a kvalitných presklených konštrukcií je však púhe zlepšenie zateplenia málo efektívnym opatrením.

Zvýšenú pozornosť pri návrhu optimalizačných opatrení je potrebné venovať preskleným konštrukciám, pretože ich tepelné straty sa na celkových tepelných stratách podieľajú až 21,3 %. Často sa kladie veľký dôraz na zateplenie netransparentných konštrukcií na úkor kvality konštrukcií presklených. V nízkoenergetickom variante sa preto uprednostnia tepelnotechnicky kvalitné výrobky, pretože potenciál zníženia tepelných strát oknami je vysoký. Podiel tepelných strát vplyvom tepelných mostov je pomerne vysoký (6,8 %), čo je spôsobené hlavne detailom osadenia okna do obvodovej steny. Tento styk býva v dnešnej praxi tepelnotechnicky slabým článkom obvodovej steny, pretože ostenie okna

narúša geometriu celistvosti steny. V nízkoenergetickom variante V.2 bude potrebné tepelnotechnicky riešiť detail osadenia okien a spôsob montáže okien, aby nedochádzalo ani k tepelným únikom netesnosťami. Z hľadiska eliminácie vplyvu tepelného mosta však treba venovať patričnú pozornosť aj detailom styku v mieste atíky plochej strechy a styku obvodovej steny a podlahy k exteriéru.

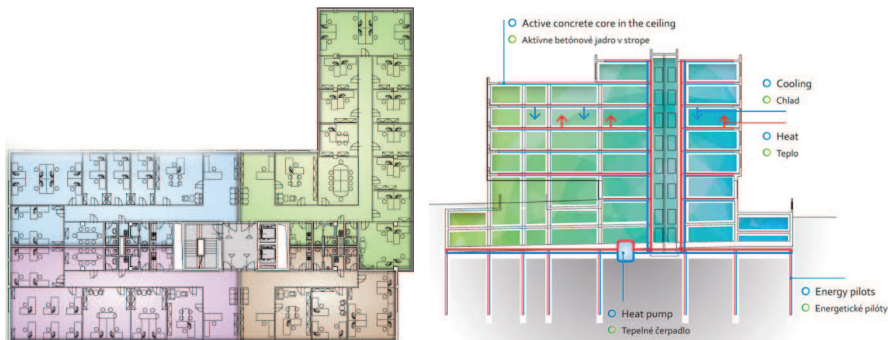
2.1. Technické zariadenia – V.1

- zdroj teplej vody pre vykurovanie a VZT: tepelné čerpadlo vzduch/voda (výkon 300 kW) a dva kondenzačné plynové kotle (výkon 2 x 250 kW),
- vykurovacie telesá: štvorrúrkové parapetné fan-coily s teplotným spádom 50/40 °C (resp. 6/12 °C - v letnom období budú zabezpečovať chladenie miestností),
- zázemie je vykurované pomocou oceľových doskových telies,
- ohrev teplej vody elektrickými zásobníkovými ohrievačmi, zvlášť pre každú prevádzkovú jednotku,
- v prevažnej väčšine miestností (vrátane kancelárií) prirodzené vetranie,
- vetranie zasadačiek, vstupnej haly a bezokenných pobytových priestorov podstropnými jednotkami s rekuperáciou tepla,
- objemový prietok vetracieho vzduchu je navrhnutý na základe intenzity výmeny vzduchu a dávky čerstvého vzduchu na osobu (nie na pokrytie tepelných strát a ziskov).

3. Popis variantu V.2 – nízkoenergetický

Optimalizovaný variant V.2 sa od variantu V.1 líši kvalitnejšími tepelnotechnickými parametrami niektorých prvkov obvodového plášťa, realizáciou systému riadeného vetrania s rekuperáciou tepla a využitím inovatívnych a úsporných technických zariadení pre nízkoenergetické, resp. pasívne objekty. Vďaka podstatnému zníženiu tepelných strát a ziskov postačí technický systém s nižším výkonom zdroja tepla a chladu, s nízkoteplotným vykurovaním a vysokoteplotným chladením. Merná potreba tepla na vykurovanie predstavuje 20,5 kWh/(m²a), čo znamená jej zníženie v porovnaní s var. V.1 o 71,8 %. Prídavné tepelnoizolačné opatrenia vykonali nasledovne: zvýšenie hrúbky tepelnoizolačnej vrstvy obvodových stien z 120 mm (V.1) na 160 mm (hodnota U = 0,274 W/(m²K) a plochej strechy z 200 mm (V.1) na 240 mm (hodnota U = 0,131 W/(m²K) (pri ešte väčších hrúbkach by dosiahnutie pasívneho štandardu nebol problém) a zlepšenie hodnoty presklených konštrukcií U_w z 1,4 W/(m²K) (V.1) na 0,8 W/(m²K) (komponenty určené pre pasívne domy). Podlaha nad exteriérom a suterénom (hodnota U = 0,158 W/(m²K) boli ponechané v rovnakej skladbe ako pri variante V.1, pretože zvyšovanie tepelnoizolačnej hrúbky by bolo málo efektívne - percentuálny podiel tepelných strát je v oboch prípadoch len do 2 %. Pri návrhu hrúbky tepelnoizolačnej vrstvy bola snaha obmedziť investičné náklady aj na kotevný systém, preto nárast hrúbky tepelnej izolácie obvodových stien nie je až taký výrazný. V prípade železobetónovej steny je potrebné vyvarovať sa nevhodného riešenia kotevného systému a použiť oceľové kotvy s podložkami. Najjednoduchšie opatrenia súvisiace s nárastom hrúbky tepelnej izolácie sa týkajú plochej strechy.

Zlepšenie tepelnotechnických kvalít predsadených fasád a okien sa dosiahlo použitím tepelnoizolačných trojskiel namiesto dvojskla (V.1). Cenový rozdiel okien pre oba varianty nie je výrazný kvôli stále priaznivejšej cene trojskla. Ďalšou výhodou je, že vo variante V.2 je iba polovica okien otváracích (vetranie prioritne zabezpečuje riadené vetranie) a pod oknami s trojsklom nemusia byť umiestnené vykurovacie telesa (nehrozí tvorba kondenzátu na povrchu zasklenia). Dôležitým prvkom nízkoenergetického konceptu boli aj parametre zasklení v súčinnosti s ich tieniením, a to hlavne za účelom úspornej celoročnej energetickej bilancie. V celkovom rozhodovaní pri výbere vhodného typu zasklení pre jednotlivé fasády bolo potrebné brať do úvahy nasledovné parametre: svetelná prestupnosť, prestup slnečnej energie (solárny faktor), tieniaci faktor a súčiniteľ prechodu tepla.



Obr. 2 Pôdorys typického podlažia (2.- 4.NP) a rez objektom so schémou systému TZB.

3.1. Technické zariadenia – V.2

Vykurovanie:

- základná potreba tepla na vykurovanie a chladenie je riešená systémom aktivácie betónového jadra,
- zdroj tepla pre vykurovanie: 2 tepelné čerpadlá typu zem/voda s chladiacim modulom (výkon 2 x 70 kW),
- primárny zdroj pre tepelné čerpadlo: zemné vrty, ktoré zároveň budú slúžiť ako zdroj chladu pre chladiaci systém budovy,
- sekundárna strana: okruhy stropného vykurovania (teplotný spád 32/28 °C) a rozvody pre napojenie vzduchotechnických jednotiek (teplotný spád 45/35 °C).

Chladenie:

- chladenie sa vykonáva pomocou aktivácie betónového jadra,
- v lete dodávajú sondy na zemné teplo chladnú zmes, dopravovanú cez výmenník tepla (a obchádzajúce tepelné čerpadlo) do rovnakého rozdeľovača, ktorý pri vykurovaní v zime aktivuje betónové jadro,

- hĺbkové sondy sú dimenzované tak, že teploty vystupujúce zo zeme umožňujú priame chladenie „direct cooling“ bez použitia energie pre prevádzku kompresora,
- tepelné záťaže priestorov sú kryté predovšetkým chladiacim systémom - cca 75 % výkonu, zostávajúcich 25 % dodáva vzduchotechnika,
- chladiaci systém na využívanie chladu zeme je podporovaný prirodzeným masívnym odvodom tepla pomocou vetracieho systému počas nočných hodín.

Vetranie:

- vetrací systém zabezpečuje predovšetkým hygienickú výmenu vzduchu, čiastočne sa využíva aj na sekundárny režim chladenia,
- jadrom systému sú tri centrálné vetracie jednotky umiestnené na streche objektu,
- rekuperácia tepla v úrovni nad 85 % sa dosahuje regeneračnými výmenníkmi tepla, ktoré súčasne zabezpečujú aj spätné získavanie vlhkosti cca 45 %,
- vetracie jednotky budú opatrené úspornými ventilátormi bez špirálovej skrine a motormi s frekvenčnými meničmi otáčok,
- návrh jednotiek rešpektuje zónovanie objektu podľa orientácie fasády, je teda možné regulovať teplotu vzduchu v miestnostiach podľa ich orientácie,
- ohrev privádzaného vzduchu bude zabezpečovať vodný ohrievač vzduchu, zdrojom tepla je tepelné čerpadlo,
- chladenie privádzaného vzduchu zabezpečuje vodný chladič vzduchu (40 kW na ochladenie vonkajšieho vzduchu + 66 kW na krytie tepelnej záťaže miestností), zdrojom chladu je voda so zemných vrtov s teplotou 12 - 15 °C,
- vzduch sa povedie do miestností v zime s teplotou 21 - 23 °C a v lete 17 - 24 °C,
- tepelné straty sú hradené vykurovacím systémom, vzduchotechnika umožňuje dynamicky pomôcť vykurovaciemu systému pri nábehoch z útlmu,
- odpadový vzduch sa môže viesť samostatným potrubím v technickom jadre objektu do 2.PP (garáže), pretože odpadové teplo sa môže využiť na temperovanie garáží.

4. Kalkulácia investičných a prevádzkových nákladov

Kalkulácia investičných nákladov na realizáciu stavebných konštrukcií a technických zariadení (vykurovanie, chladenie, vzduchotechnika) preukázala pre variant V.2 ich navýšenie o 11,7 % v porovnaní s variantom V.1. Určenie ročných prevádzkových nákladov bolo vykonané na základe energetickej bilancie objektu a pozostávajú z energetických nárokov na vykurovanie, chladenie, vetranie a prevádzku energetických zariadení. Hodnota mernej potreby tepla pre variant V.2 je 3,5-násobne nižšia ako v prípade variantu V.1. Ešte väčšia miera úspor je dosiahnutá v potrebe chladu (tepelná záťaž je vyše dvojnásobne vyššia v porovnaní s tepelnou stratou objektu), pretože chlad je vyrábaný len chodom obehových čerpadiel. Z výpočtu vyplýva zníženie prevádzkových nákladov nízkoenergetického variantu V.2 o 73,9 %, teda sú takmer 4-násobne nižšie ako v prípade bežného variantu.

4.1. Výpočet návratnosti nákladov navyše

Výpočet návratnosti bol vykonaný porovnaním nákladov navyše a s nimi súvisiacich úspor. Zohľadňuje sa pritom faktor času a je možné posúdiť investície do efektívnych, dlhodobých opatrení. Cieľom metódy bolo zistiť, v ktorom okamihu začne byť investičné náročnejšie, no prevádzkovo úspornejšie riešenie objektu finančne ziskovejšie, teda kedy začnú byť náklady na variant V.2 menšie ako na variant V.1. Vďaka optimalizácii investičných a prevádzkových nákladov predstavuje hrubá návratnosť nákladov navyše obdobie 3,8 roka, a to aj bez zohľadnenia medziročného nárastu cien energie. Znížením nákladov na vykurovanie a chladenie o 70 % sa znížia celkové prevádzkové náklady o 30 % oproti dnes bežnej výstavbe. Nájomník uhradí o 1 až 1,5 €/m² menej oproti moderným budovám v energetickej triede A. Vzhľadom na očakávaný (ale ťažko predvídateľný) rast ceny energie možno predpokladať, že investície do úspor zaručených výstavbou nízkoenergetickej budovy bližšie sa štandardu pasívneho domu budú stále výhodnejšie.

5. Abstrakt: Energetische Optimierung des Bürogebäudes EcoPoint in Košice mit Passivhauskomponenten

Das Optimierungsprozeß des Gebäudes setzte aus Konzeptions-, bauarchitektonischer sowie technischer Sicht fort. Das primäre Ziel der Analyse ist Vorschlag einer Optimalvariante für Wärmeschutzniveau und Typ der technischen Ausstattung des betroffenen Objektes. Das sekundäre Ziel ist der Vergleich von zwei Varianten (V.1, V.2) aus der Sicht der Investitions- und Betriebskosten und Berechnung der Rückvergütungsfrist der erhöhten Investition, wobei die Variante V.1 ein Standardgebäude darstellt, welches slowakischen wärmetechnischen Normen und den heute üblichen Standards entspricht. Die Variante V.2 wird als sehr gutes Niedrig-Energie-Gebäude mit Passivhauskomponenten entworfen. Der Wärmebedarf für Heizen und Kühlen ist bei der Variante V.1 relativ hoch (72,8 kWh/(m²a)). Als Warmwasserquelle für Heizen und Lüftungstechnik wird Luft/Wasser Wärmepumpe und zwei Kondensationsgaskessel dienen, als Heizungskörper werden Fancoiler vorgeschlagen (im Sommer werden diese das Kühlen von Räumen sicherstellen). Aufgrund der energetischen Berechnung der Variante V.1 kann die wärmetechnische Qualität einzelner Elemente der Bauhülle, sowie anderer Faktoren (Wärmebrücken und Lüftung) beurteilt werden. Bei der Mehrheit von Räumlichkeiten wird natürliches (manuelles) Lüften durch Fensteröffnen vorausgesetzt. Ohne gesteuerte Lüftung und transparente Konstruktionen (Fenster) in guter Qualität stellt die Verbesserung der Wärmedämmung nur wenig effektive Maßnahme dar. Die Variante V.2 unterscheidet sich von der Variante V.1 durch der Außenhülle in höherer Qualität und durch das effiziente System der gesteuerten Lüftung. Der Grundbedarf an Wärme für Heizen und Kühlen wird mittels Betonkerntemperierung (BKT) erfolgen, die Energiequelle ist eine Wärmepumpe, Typ Erde/Wasser, mit Kühlungsmodul. Das Lüftungssystem wird hygienischen Luftwechsel sicherstellen, sekundäres Heizungs- und Kühlungsregime der Innenräume wird also nicht genutzt. Der Wärmebedarf beträgt 20,5 kWh/(m²a). Die Energiekosten für Heizen und Kühlen sind um 70 % gesunken. Der Rückfluß wurde mittels Vergleich der Mehrkosten und der damit zusammenhängenden Ersparnisse berechnet. Dank der Optimierung von Investitions- und Betriebskosten stellt der grobe Mehrkosten-Rückfluß einen Zeitraum von 3,8 Jahre dar.

Představení projektu energeticky pasivní bytové vily Pod Altánem v Praze Strašnicích

Ing. arch. Jan Praisler

AB ateliér, Sedlice 65, Rožmitál pod Třemšínem

E-mail: jan.praisler@seznam.cz, Tel.: +420 777 634 827

Aleš Brotánek, AB ateliér

Jan Řežáb, JRD s.r.o.

III.

1. Úvod – představení budovy

Energeticky pasivní bytová vila Pod Altánem v Praze Strašnicích (AB ateliér - akad. arch. Aleš Brotánek, Ing. arch. Jan Praisler) se začala realizovat v květnu 2011 a bude jedním z prvních realizovaných bytových domů v pasivním standardu v ČR. Projekt splnil podmínky pro získání dotace z programu Zelená úsporám v oblasti B (výstavba pasivních bytových domů).

Projekt byl oceněn v soutěži Český energetický a ekologický projekt 2009 cenou České komory architektů.



2. Výchozí situace

Dům byl navrhován na dosud nezastavěný pozemek v místě s již ustálenou, ale rozmanitou urbanistickou strukturou. Na sousedních pozemcích se nachází dvoupodlažní vily se štíty sedlových střech obrácenými do ulice. Naproti přes ulici jsou rodinné dvojdomy, diagonálně začíná bloková zástavba a proti ní jsou panelové věžové domy. Parcela je obdélníkového tvaru, kratší severní stranou přiléhá k ulici. Jižní (opačná - kratší) strana přiléhá k pozemku s železnicí v terénním zářezu.

Delší strany, východní a západní, sousedí se zastavěnými pozemky. Terén je svažitéj pod úhlem cca 8 – 10° směrem k ulici na severní straně.



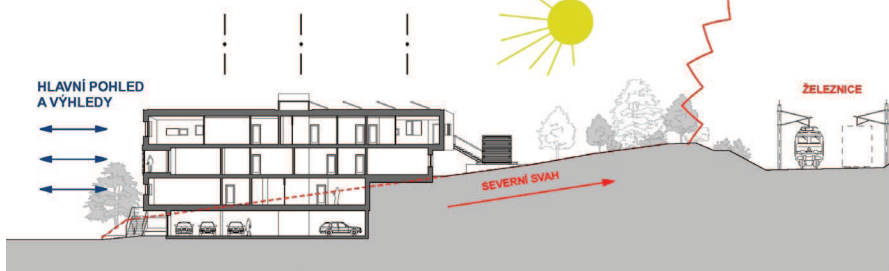
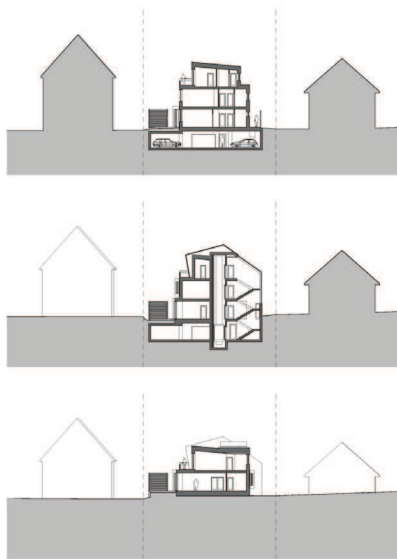
Investorem a iniciátorem projektu je společnost JRD s.r.o., která je podporujícím členem sdružení Centrum pasivního domu, a je tedy poučeným investorem se zkušenostmi s nízkoenergetickým stavěním. Požadavkem investora byl na začátku nízkoenergetický standard a PENB tř. A s maximálním možným počtem bytů. Projektový návrh se nakonec podařilo posunout do pasivního standardu dle TNI 73 03 29. Podmínkou každého bytu byl vlastní balkon, terasa nebo přiřazená zahrádka.

I když se jde o návrh na dosud nezastavěné místo, rozhodně se nedá říci, že jde o stavbu na zelené louce. Z hlediska investora je místo atraktivní, ale pro stavbu pasivního domu pozemkem nepříznivě omezováno. Pohledově je exponovaná severní strana, naopak jižní strana je obrácená k železnici. Ta, i když prochází v terénním zářezu a neruší, klade na dům požadavky z hlediska hlukové hygieny. Na východní a západní straně sousedí pozemky s rodinnými vilami a omezují místo odstupovými vzdálenostmi. Dle OTPP (vyhláška č. 26/1999 Sb.) musí být odstup sousedních staveb roven minimálně výšce vyšší z protilehlých stěn. V našem případě tak bylo možné navrhnout pouze dům v příčném profilu stejný jako sousední vily.

3. Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení

Návrh respektuje všechna daná omezení a snaží se je využít ve svůj prospěch. Svažitost s terénním zlomem v místě ulice využívá v uspořádání domu. Celé patro v úrovni s ulicí je podzemní, zasunuté do svahu a v něm je umístěné podzemní parkování a sklepy. Samotný dům s bytovými prostory začíná o úroveň výše, než je ulice a kopíruje svažitost

pozemku. Díky tomu polovina bytů navazuje přímo na terén a to umožňuje přičlenit k nim soukromé zahrádky. Byty s předzahrádkami jsou téměř plnohodnotnou náhradou rodinného domu a snoubí v sobě výhody bytu s komfortem a prostorem rodinného domu. Kvůli omezení odstupovými vzdálenostmi bylo nutné v posledním patře v půdorysu ustoupit dozadu. Tento odskok byl využit pro terasy bytů v tomto patře a zároveň byl využit k rozčlenění hmoty domu na dva vzájemně se prolínající objemy, které formou a měřítkem odpovídají okolní zástavbě.



Půdorysný tvar domu kopíruje ve zmenšené podobě tvar pozemku. Je obdélníkový a protáhlý severojižním směrem. Uprostřed je komunikační jádro a k severní a jižní straně je na patře vždy jeden byt. Jelikož se pozemek od severojižního směru mírně naklání k jihozápadu, jsou do západní strany orientovány obytné místnosti a na ně navazující zahrady a terasy. K východní straně jsou pak orientovány komunikační a pomocné prostory. Komunikační jádro bylo pro odstupové vzdálenosti nutné zešíkmit. Šikmina kopíruje rameno schodiště v posledním patře. Toto zkosení bylo vyvolanou nutností,

nicméně bylo přetvořeno do výrazové formy a dále zopakováno i na opačné straně domu ve formě vystupujících arkýřů natáčejících prosklené stěny obývacích pokojů více k jihu. Formální estetické ztvárnění tak vyrůstá z potřeb a vztahů daných usazením do místního prostředí



4. Stavební a technické řešení

Zadáním byl dům energeticky úsporný, ale jeho návrh v první řadě určovaly limity místa a funkčnost uspořádání. Při výpočtech se ukázalo, jak je pro energetickou náročnost domu důležitý faktor A/V. Faktem je, že čím větší máme objem domu, tím jednodušší je dosáhnout nižší energetické náročnosti domu. Rodinný dům při čtvrtinovém objemu by při podobných limitech jen těžko dosáhl úrovně energeticky pasivního domu.

V ateliéru navrhujeme domy blízke energeticky pasívným již několik let, a proto máme zažitá postupy vedoucí k energeticky úsporným domům. V návrhu vylučujeme řešení vedoucí k příliš rozbitému vytápěnému objemu - na výkresech je vidět, že i přes vnitřní členitost je tvar kompaktní. Snažíme se již v počátku vyloučit tepelné mosty, například požadavek na balkon ke každému bytu byl vyřešen bez visutých balkonů. Velikost oken navrhujeme v přiměřeném poměru prosklení k plně fasádní zdi atd. I když dům není ideálně orientován a tvarován (např. severní fasáda je větší než jižní), výpočtově jsme dosáhli energeticky pasivního standardu při stavebně technickém řešení běžném pro pasivní domy. Vizuální rozbití domu na dvě hmoty a vystouplé arkýře, zdůvodněné jinými požadavky, se ukázaly z hlediska celku jako zanedbatelné.

III.

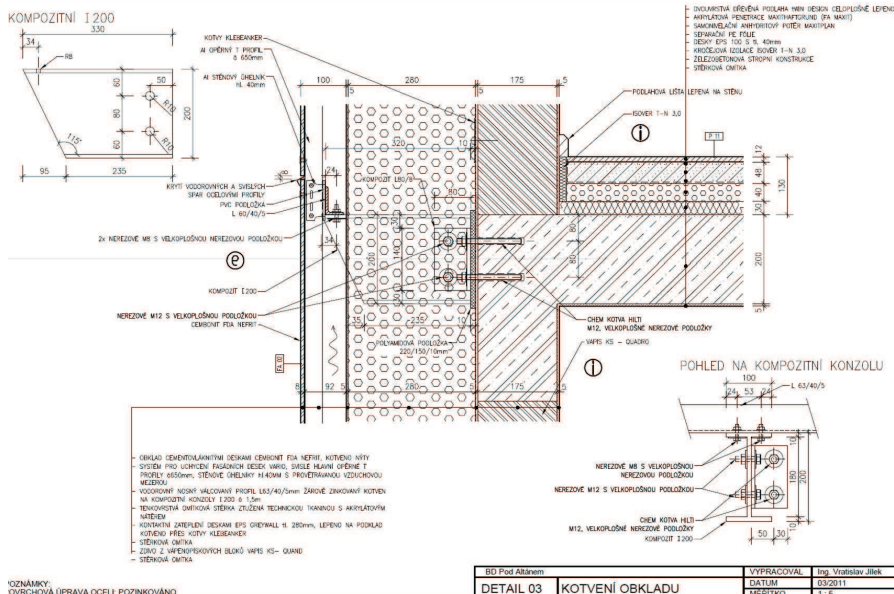


Dům je zděný z vápenopískových bloků s kontaktním zateplením šedým polystyrenem v tl. 280 mm. Vodorovné konstrukce jsou železobetonové. Střešní rovina je izolovaná EPS deskami, podlahová konstrukce na terénu granulátem z pěnoskla a podlahová konstrukce nad nevytápěným podzemním podlažím foukanou celulózovou izolací. Okna jsou dřevěná s izolačním trojsklem. Každý byt má svou větrací jednotku s rekuperací tepla.

Při dalších fázích projektu se jako problémové ukázalo zejména kotvení fasádních obkladů. Běžné kotvení průchodem skrz izolační rovinu vytváří tepelné mosty. Tento problém byl dořešen zavěšením obkladu na konzolky z kompozitních profilů užívaných

v průmyslových stavbách. Jiným problémem byla nutnost snížených tloušťek tepelné izolace pro výstup na střešní terasu v posledním patře pouze přes jeden schod - parapet okna. Použití „superizolačních“ materiálů jako jsou třeba vakuové panely je stále komplikované, a tak byla na střešních terasách použita nejlepší izolace z dostupných, a to polyuretanové panely.

Prováděcí dokumentaci zpracovávala projekční kancelář Starý a partner s.r.o.



Obr. 1 Detail kotvení obkladu – Ing. Vratislav Jílek, Starý a partner s.r.o.

5. Optimalizace zásobování teplem

Složitějším vývojem prošlo rozhodování ohledně tepelného zdroje. Investorova představa byla pokrýt potřebu tepla jedním jednoduchým systémem. Tím se původně zdálo být tepelné čerpadlo čerpající teplo z vrtů pod domem. Geologické podmínky ale dle odhadu nezaručovaly stabilitu zdroje po dobu životnosti objektu a bylo by potřeba dodávat v létě do vrtů teplo například ze slunečních kolektorů. Tento systém by nebyl ekonomicky efektivní a provozně by byl nejistý a náročný. U developerského projektu by to bylo, jako svým způsobem pilotní řešení, velké riziko. Dále se tedy zamýšlelo pokrýt potřebu tepla pouze elektřinou. Aby se splnily podmínky spotřeby primární energie pro účely programu Zelená úsporám, v kterém se žádalo pro stavbu o dotace, se elektřina doplnila solárními termickými kolektory. Výpočty se ukázalo, že kolektorové pole by muselo být naddimenzované, a podmínka by byla splněna jen teoreticky. Jako neoptimálnější a realizované pokrytí potřeby tepla byl nakonec zvolen plynový kondenzační kotel v kombinaci s deseti termickými solárními kolektory, čímž se optimálně pokryje potřeba TUV.

Optimalizaci a tepelně technické propočty, včetně podání do programu Zelená úsporám, prováděla společnost Porsenna o.p.s. prováděla společnost Porsenna o.p.s.

Typ budovy, místní označení: BD - Bytový dům Adresa budovy: Pod Altánem 328, Strašnice, Praha 10 Celková podlahová plocha A_o : 635.0 m ²		Hodnocení budovy		
		stávající stav	po realizaci doporučení	
<43				
43				
82				
83				
120				
121				
162				
163				
205				
206				
245				
>245				
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/(m ² .rok)		42	0	
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ		96,0	0,0	
Podíl dodané energie připadající na [%]:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
33,9	0,0	2,5	46,7	16,8
Doba platnosti průkazu :		17.03.2021		
Průkaz vypracoval		Jméno a příjmení : Ing. Iva Mědílková Osvědčení č. : Datum vypracování : 17.03.2011		

Obr. 2 PENB – Ing. Iva Mědílková.

Požadavky ve vztahu k vytápěné podlahové ploše				
Vytápěná podlahová plocha:	<input type="text" value="591,6"/>	m ²	Použito:	Měsíční metoda
Měrná potřeba tepla pro vytápění:	14,8	kWh/(m ² a)	Certifikát:	15 kWh/(m ² a)
Výsledek zkoušky neprůzdušnosti:	0,6	h ⁻¹		0,6 h ⁻¹
Měrná potřeba primární energie (TV, vytápění, chlaz., pom. a dom. spotřebiče):	101	kWh/(m ² a)		120 kWh/(m ² a)
Měrná potřeba primární energie (TV, vytápění a pomocné a domácí spotřebiče):	60	kWh/(m ² a)		
Měrná potřeba primární energie Úspora elektriny pomocí solární energie:	0	kWh/(m ² a)		
Topná zátěž:		W/m ²		
Četnost překročení nejvyšší teploty vzduchu:	4	%	nad <input type="text" value="25"/>	°C
Měrná potřeba energie pro chlazení:		kWh/(m ² a)		15 kWh/(m ² a)
Chladičí zátěž:		W/m ²		
				Splněno?
				ano
				ano
				ano

Obr. 3 PHPP – Ing. Michal Čejka, Porsenna o.p.s.

6. Pohled developera JRD s.r.o.

Jako developer nízkoenergetických a pasivních bytových domů se pohybujeme v prostředí, které nijak zvlášť nepodněcuje k energeticky úsporné výstavbě. Přesto byla společnost založena právě na myšlence, že je nutnost stavět minimálně nízkoenergetické budovy a že se chceme aktivně podílet na vytváření nízkoenergetické a pasivní budoucnosti.

Minimálně nízkoenergetický standard považujeme za správný proto, že ne všechny pozemky určené k výstavbě svým tvarem a orientací umožňují bez neadekvátních technických opatření spojených s vysokou finanční náročností výstavbu v pasivním standardu. Například tloušťka obvodových stěn daná potřebou masivní tepelné izolace, která u takovéto výstavby vychází podstatně větší (a při nevhodném umístění tato tloušťka ještě vzrůstá) než u standardní nebo nízkoenergetické, ubírá prodejní plochy bytu a tím snižuje rentabilitu pro investora.

Příklad energeticky pasivní bytové vily Pod Altánem je ovšem výjimka potvrzující pravidlo. Pozemek tvarem, sklonem i orientací nebyl nejvhodnější pro návrh takového objektu. Zkušenému architektovi Aleši Brotánkovi a jeho týmu se podařilo (i za přispění stavebního úřadu, který mimoděk požadavkem na zmenšení objektu přispěl k jeho zkompaktnění) navrhnout dům v pasivním standardu jak dle ČSN tak i dle PHPP a zachoval pro nás jako developera jeho ekonomickou atraktivitu dodržením požadované minimální plochy bytů a použitím technických řešení s přijatelnými náklady.

Jako hlavní výhody a přínosy takovéto výstavby vnímáme:

- **ekologický** -snižování spotřeby primárních energií z neobnovitelných zdrojů
- **ekonomický** -snížení spotřeby energie na vytápění a přípravu TUV resp. snížení provozních nákladů, v širším kontextu i zdravější bydlení spojené s menší nemocností
- **zdravotní** -díky nutnosti použití vzduchotechnických systémů pro větrání menší prašnost a při použití antialergických filtrů téměř ideální prostředí pro alergiky, zajištěno dodržování limitů koncentrace CO₂ a vlhkosti, eliminace průniku hluku z vnějšího prostředí
- **kvalitativní** -zvýšení pohodlí a kvality vnitřního prostředí spočívající ve vyšší povrchové teplotě obvodových konstrukcí včetně výplně otvorů a tím udržení optimálních interiérových teplot, díky větrání a vhodnému umístění nasávání a exteriérovým žaluziím možnost držet interiérové teploty na příjemné výši i v letním období

Jsme přesvědčeni, že je nutné vytvářet prostředí, kde bude vznikat poptávka po takovémto typu objektů. Naše zkušenosti ovšem ukazují, že klienti v první řadě oceňují lokalitu, vzhled objektu, dispozice bytů a někde vzadu je zajímavá energetická náročnost spojená bydlením. Proto se snažíme vysvětlovat potenciálním klientům, že nízkoenergetická a pasivní výstavba neznamená pouze úspory energií na vytápění a přípravu TUV.



Novostavba bytového domu – změna z nízkoenergetického řešení na pasivní standard

Martin Šulc

SPS projekt, s.r.o. , Kodaňská 1441/46 Praha 10

E-mail: martin.sulc@sps-projekt.cz



Obr. 1 Vizualizace konečného stavu.

1. Motivace změny energetického standardu

V příspěvku je prezentován postup optimalizace energetické koncepce pasivního bytového domu a postup realizace navržených opatření během výstavby (řešení vzduchotěsnosti je předmětem samostatného příspěvku - Jiří Novák) v obytném souboru Milíčovský háj v Praze na Jižním městě, jehož výstavba právě probíhá. Jedná se o objekt úsporného kvádrovitého tvaru se 14ti byty s nevytápěným suterénem (parkování), čtyřmi nadzemními podlažními, z toho posledním ustupujícím, a plochou střešou.

V projektovaném sídlišti byly již v předchozí fázi projekční přípravy developerem - fa. Skanska - některé z bytových domů požadovány a vyprojektovány v nízkoenergetickém standardu. Během výběrového řízení se povedlo zvýšit za příznivou cenu standard výplní otvorů a pořídit kvalitní dřevěná okna s izolačními trojskly se součinitelem prostupu tepla $U_w = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a měrná roční potřeba tepla na vytápění tak klesla na $E_A = 24 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Jelikož se pojem pasivního domu během přípravy projektu začal prosazovat do širokého povědomí, oslovil developer projektanta se zadáním ověření možnosti změny projektu tak, aby budova splňovala parametry pasivního domu podle TNI 73 0330 (1),

aby si tento progresivní směr ověřil v technické i komerční praxi (tj. navýšení pracnosti, kvality a ceny stavby).

Objekt v té době byl již v pokročilé fázi výstavby (hrubá stavba dokončena včetně osazení oken), některé z bytů již byly dokonce prodány koncovým uživatelům - jednalo se tak o specifickou rekonstrukci. Z tohoto zadání vyplynula řada omezujících podmínek. Koncepční zásahy jako např. objemové řešení, velikost a orientace okenních otvorů nebo změna některých detailů již nebyly možné vůbec z důvodu rozestavěnosti, další překážky tvořila nemožnost měnit klientský standard (tedy ani např. typ otopné soustavy, zdroj tepla, atd.)



Obr. 2 Stav objektu v době rozhodnutí o změně energetického standardu.

2. Optimalizace objektu z hlediska potřeby tepla na vytápění

Byl sestaven výpočtový model podle metodiky (1), vliv tepelných vazeb byl zahrnut paušální přírážkou k průměrnému součiniteli prostupu tepla ΔU_{em} .

Z důvodu značné rozestavěnosti již nebylo možné optimalizovat velikosti okenních otvorů z hlediska solárních zisků, nucené větrání s rekuperací již bylo v projektu také obsaženo. Jediný zbývající nástroj spočíval ve zlepšení tepelně izolačních vlastností neprůsvitných konstrukcí a to pokud možno při minimálním navyšování jejich tloušťky (již osazená okna, provedené rozvody TZB v suterénu, připravené odvodnění střechy). Optimalizace konstrukcí obálky budovy tudíž spočívala především ve zkvalitňování tepelně izolační vrstvy. Použitím progresivních materiálů (šedý EPS ve střeše, fenolické desky Kingspan Kooltherm K5 [$\lambda = 0,021 \text{ W/(mK)}$] v ETICS obvodových stěn a na stropě nad suterénem) se podařilo dosáhnout požadované hodnoty měrné roční potřeby tepla na vytápění $E_A = 15 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ bez zvýšení původní tloušťky izolantu obvodových stěn. Vlastnosti neprůsvitných konstrukcí obálky budovy ukazuje Tab. 1:

Tabulka 1 Přehled hlavních opatření pro snížení tepelných ztrát neprůsvitnými konstrukcemi.

konstrukce	stávající izolant		U W/m ² K	nový izolant		U W/m ² K
	tl. mm			tl. mm		
žb stěna 1NP	EPS 70 F	200	0,194	Kooltherm K5	200	0,112
žb stěna 1NP - vata	min. vata	200	0,212	min. vata	200	0,212
Pth 24 P+D	EPS 70 F	160	0,219	Kooltherm K5	160	0,129
Sth 25 STI	EPS 70 F	80	0,254	Kooltherm K5	80	0,181
žb stěna výtahu	EPS 70 F	180	0,214	Kooltherm K5	180	0,123
strop nad garážemi	min. vata	80	0,291	min. vata + Kooltherm K5	80 + 60	0,171
plochá střecha	EPS 100	160*	0,132	NeoFloor	160*	0,122

* + spádové klíny z EPS 100 tl. 60-200 mm

Dále byla provedena kontrola kritických detailů z hlediska povrchových teplot výpočty 2D a 3D teplotního pole a v některých případech navržena opatření (opět s využitím progresivních materiálů - vakuové panely v místě nadpraží oken s pouzdry vnějších žaluzií ve styku s železobetonovou atikou). Do součinitele prostupu tepla střechy byl započítán vliv ocelových kotev pro fotovoltaické panely (ocelová trubka \varnothing 100 mm kotvená přes desku z pěnového skla tl. 50 mm) a proto byla zaměněna tepelně izolační vrstva za EPS grey.

Po této optimalizaci neprůsvitných konstrukcí byly splněny všechny parametry parametry pasivního domu podle (1), týkající se stavebního řešení.

3. Potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů

Daný objekt je připojen na centrální zásobování teplem (CZT) napaječem Pražské teplárenské, a.s. Pro tento zdroj tepla není v (1) konverzní faktor (udávající, kolik primární energie je třeba přeměnit pro uspokojení energetických potřeb objektu) definován.

Kdyby byl daný bytový dům vytápěn vlastní kotelnou s kondenzačním kotlem na zemní plyn (konverzní faktor CF = 1,1 [-]), byl by požadavek na potřebu primární energie $PE_A \leq 60$ kWh/(m²a) překročen o 6 kWh/(m²a). Objekt by proto musel být doplněn kombinací termických (15 m²) a fotovoltaických (20 m²) solárních kolektorů. Znalost konverzního faktoru pro CZT je proto velmi důležitá.

Konverzní faktor CZT byl stanoven vlastním výpočtem podle (2) s odhadem některých vstupních dat ing. Michalem Burešem z fakulty stavební ČVUT v Praze. O tomto dálkovém zásobování teplem, ve kterém se účastní kogenerace elektrárny Mělník I., teplárna Malešice, spalovna Malešice a další zdroje tepla, nejsou k dispozici všechny konečné a spolehlivé údaje (poměr dodávek energie jednotlivými zdroji, účinnosti přenosu energie potrubím, předávací stanice, atd.) a některé vstupní hodnoty do výpočtu bylo tudíž třeba odhadovat. Vycházelo se rovněž z dat databáze GEMIS. Výsledná hodnota faktoru energetické přeměny byla stanovena jako CF = 0,76 [-].

Potřeba primární energie bytového domu je pak $PE_A = 49 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ a poslední požadavek dle (1) je tak splněn.

4. Praktické zkušenosti

4.1. Přirážka na tepelné vazby ΔU_{em}

Během realizace byly na fasádách v rozích objektu desky Kooltherm K5 z fenolické pěny nahrazeny tepelnou izolací z minerální vlny z důvodu kotvení a průchodu hromosvodu. Tato nečekaná změna určitě má vliv na potřebu tepla na vytápění. Vzhledem ke stanovení vlivu tepelných vazeb přirážkou k průměrnému součiniteli prostupu tepla ΔU_{em} ale nelze tento vliv do výpočtu zahrnout. Nutno dodat, že v tom případě také klesá motivace projektanta tento nedostatek řešit. Obecně lze konstatovat, že při použití přirážky ΔU_{em} v rámci maximalizace produktivity práce projektanta zaniká smysl optimalizovat veškeré tepelné vazby z hlediska bodového / lineárního činitele prostupu tepla. Stanoví-li se ale přirážka dostatečně na straně bezpečnosti [podle (1)], stává se návrh pasivního domu mnohem jednodušším.

4.2. Dostupné údaje o centrálním zásobování teplem

Pro CZT není zpracována jasná, jednotná metodika. Obdržení údajů od dodavatele tepla je velmi složité, relevantnost těchto údajů je navíc nejistá. Tento problém se týká nejen pasivních domů a požadavku na potřebu primární energie, ale všech energeticky hodnocených objektů připojených na CZT z důvodu neznámých účinností výroby a dopravy tepla do objektu (tzn. např. většiny panelových domů hodnocených v rámci zateplování průkazy energetické náročnosti nebo energetickými audity). Absence této jednotné metodiky a vstupních údajů značně podryvá relevantnost výsledků provedených energetických hodnocení.

4.3. Pasivní bytový dům – pohled developera

Pasivní bytový dům je zatím z pohledu developera velmi riziková investice. Zde se jako velký nedostatek ukazuje absence jednotné metodiky ekonomického hodnocení pasivních domů a návratnosti investic, který by k výstavbě pasivních domů mohl přesvědčovat. Developer tak nemá v ruce marketingový nástroj a v uvažování průměrného zájemce o koupi bytu zatím převládají jiná hlediska - lokalita, výhled, parkování, atd., ale především prodejní cena bytu.

5. Poděkování

Pasivního standardu bylo dosaženo. Tento úspěch je nutně přičíst také původnímu zdařilému architektonickému návrhu respektujícímu zásady navrhování nízkoenergetických staveb (kompaktní tvar, vhodná velikost a orientace oken ke světovým stranám, stínění a clonění solárních zisků v létě) architektonického ateliéru QARTA architektura, jmenovitě Jakuba Wyderky.

Výpočet konverzního faktoru CZT provedl Michal Bureš ze Stavební fakulty ČVUT.

Celý projekt vznikl a byl realizován díky iniciativě a podpoře společnosti Skanska.

Ačkoliv přímá ekonomická návratnost daných investic je nyní nepravděpodobná, byla fáze návrhu sledována a realizace prováděna s velkým zájmem a nasazením.

6. Závěr

Pasivního standardu lze u bytového domu při vhodném arch. návrhu dosáhnout poměrně snadno, a to i bez nárůstu tloušťek tepelného izolantu přes běžnou mez.

7. Literatura

- (1) TNI 73 0330 *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy*
- (2) ČSN EN 15316-4-5 *Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy*



4. Rekonstrukce

Zdeněk Kaňa, David Vašíček, Martin Jindrák

Rekonstrukce základní školy na bytový dům energeticky pasivních parametrů - BD Dubňany 158

Dušan Katunský a kol.

Architektonický, konstrukční a technický návrh významnej obnovy budovy základnej školy podľa požiadaviek pre pasívne domy 165

Robert Schild

Rekonstrukce jednotlivého bytu s prvky PD 169
Sanierung einer Einzelwohnung mit Passivhauskomponenten 175

Rekonstrukce základní školy na bytový dům energeticky pasivních parametrů - BD Dubňany

Zdeněk Kaňa, Ing. Arch David Vašíček HLC, s.r.o. Hodonín, Martin Jindrák, Atrea s.r.o.

Web: www.uspornebydleni.cz, www.hlc.cz, www.atrea.cz

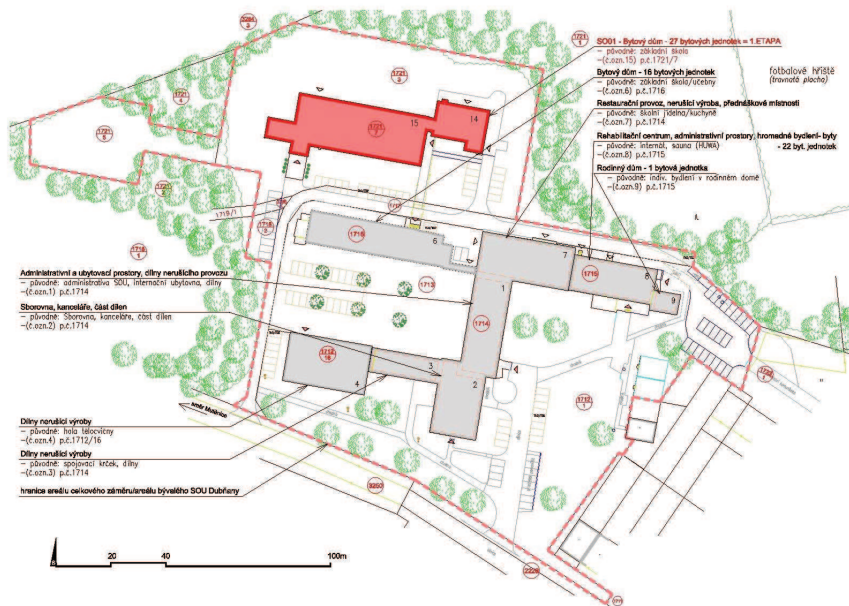
E-mail: drevostavby@email.cz

Základní filozofie přestavby je vybudování nového bydlení v moderním bytovém domě ve standardu odpovídajícím evropským parametrům. Jde hlavně důraz na zdravé bydlení 21. století a to využitím nejmodernějších technických poznatků a technologií tak, aby byla zajištěna co nejlepší hygiena bydlení.

IV.

Jde o ukázkovou realizaci brownfieldu vzniklého z opuštěného areálu bývalého hornického učiliště a základní školy. Jedná se o první rekonstrukci v rámci celého areálu. Celková koncepce je postupná přestavba všech budov, které byly stavěny ve třech etapách od r. 1960 do 1990. Budovy budou rekonstruovány s důrazem na energetickou náročnost jak přestavby, tak užívání. Kromě základních parametrů pro pasivní domy zde bude, ve spolupráci s konzultanty EkoWATTu využít i systém hodnocení SBToolCZ, který klade důraz na kvalitu budov z environmentálních hledisek - z hlediska spotřeby energie, materiálů, vody a záboru půdy při současném snížení dopadů provozu budov na životní prostředí a lidské zdraví.

Pro nás jako pro investory je velkým oříškem to, že rekonstruovaný objekt se nachází v malém moravském městečku Dubňany, které je poměrně dost zasaženo nezaměstnaností vyplývající ze zrušení lignitových dolů, sklárny a konzervárny. Dalším problémem je malé povědomí obyvatel o úsporách energií při realizaci stavby a hlavně nedůvěra v nové technologie. Brzdou je také tradiční názor na výstavbu u obyvatel středního a důchodového věku, kteří sice většinou nejsou kupujícími, ale jako rodiče budoucích kupujících díky silným sociálním vazbám, rodinným a často i ekonomickým poutům velmi výrazně přímo nebo nepřímo ovlivňují názor budoucích kupujících. Dubňany se nachází v jedné z nejteplejších oblastí ČR.



Obr. 1 Situace areálu Dubřany.

1. Stavebně technické řešení

Vychází z původního stavu budovy, která je v poměrně dobrém technickém stavu. Nemá žádné statické poruchy, není podmaččená, nebo zatečená.

Velkou výhodou jsou původní slunolamy na jižní straně objektu, které už v 89. roce projektant velmi dobře vypočítal a tak budou jen rekonstruovány. Tento stav je velmi vhodný pro rekonstrukci.

Výraznou výhodou je stávající vnitřní členění na původní třídy a kabiny s minimem vnitřních stěn, tím pádem není potřeba žádných radikálních demoličních zásahů.



Obr. 2



Obr. 3 Stávající stav.



Obr. 4 Konstrukční systém –podélný ŽB skelet- trojtakt 6,79 x 4,24 x 6,79 m.

Původní obálková konstrukce je tvořena ŽB panely s doplněním sendvičových panelů (Boletické) ve spojovacích místech. Rekonstrukci vzniknou dva typy konstrukcí rozšířené ze stávajících tl. 300 resp. 250 mm o ETICS 200 mm:

Tabulka 1

štitové stěny z 300 na 500 mm skladba z interiéru směrem k exteriéru		podélné fasády z 250 na 450mm skladba z interiéru směrem k exteriéru	
Beton (stávající)	140 mm	Beton (stávající)	100 mm
ePS (stávající)	100 mm	ePS (stávající)	100 mm
Beton (stávající)	60 mm	Beton (stávající)	50 mm
ETICS (nový)	200 mm	ETICS (nový)	200 mm

Budou vybourány jen stěny ve WC. Velkým plus je konstrukce stropu, která je tvořena ŽB skořepinami o konstrukční výšce 400 mm ve spodní části doplněnou o minerální zvukovou izolaci tl. 100 mm položenou na ocelový trapézový plech, který je připevněn ke spodní části ŽB skořepin. Plech tvoří nosnou konstrukci pro sádkartonový podhled. Doplněním podlahových konstrukcí a dalšího zavěšeného sádkartonového podhledu vznikne jak tepelně, ale hlavně zvukově velmi kvalitní konstrukce. Zvuková a kročejová neprůzvučnost bude prověřena měřením na stavbě zkušebnou CSi Zlín.



Boletické panely budou vyměněny za obvodovou konstrukci dřevostavby tl. 460 mm.

Suterén bude ke stávající tep. izolaci 100 mm zateplen „vyfoukáním“ celulózou do skořepin tl. 400 mm.

Střešní prostor, který je tvořen dřevěnými vazníky s tepelnou izolací cca 50 mm bude „dofoukán“ celulózou tl. 300 mm.

2. Navrhovaný stav objektu a konstrukcí

- 27 bytových jednotek typu 2+kk až 4+1
- Podlahová plocha: 57,83 m² až 107,65 m²
- Celkem obyvatel: 81
- Objekt navržen v pasivním standardu

- splnění energetických požadavků

- Měrná potřeba tepla na vytápění $E_a = 12,12 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
(dle postupu a klima dat TNI 73 0330, v praxi díky lokalitě nižší)
- Tepelná ztráta pro dimenzování výkonu zdroje tepla (na -12 °C) -38,87 kW. .
celková roční potřeba tepla na vytápění dle velikosti b.j od 700 - 1304 kWh
- (700 kWh/h x 1,20 Kč/kWh x 1/0,9 x 0,9). .864 Kč/b.j.rok (b.j. 57,83 m²)
(bj 107,65 m² pak 1930 Kč/b.j.rok)

- splnění hygienických požadavků

Centrální rovnotlaké řízené větrání s rekuperací odpadního tepla - s individuálním nastavením výkonu větrání samostatně pro každou bytovou jednotku.

Tepelně technické parametry konstrukcí

- Obvodové stěny $U = 0,12 (0,13) \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Strop nad 3.NP $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Podlaha 1.NP $U = 0,15 (0,19) \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Okna (Slavona SC92) $U_w = 0,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Střední hodnota $U_{em} = 0,182 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Vzduchová neprůzvučnost $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$



Obr. 5 Dispozice přízemí.



Obr. 6

Vzduchotěsná rovina bude tvořena zatěsněnou stávající konstrukcí, která bude přelepena buď novou sádkartonovou konstrukcí, nebo vzduchotěsnými průchodkami. Tím vzniká minimální možnost jejího porušení, neboť nové dělicí konstrukce včetně rozvodů budou realizovány uvnitř vzduchotěsného prostoru.

3. Vnitřní technologie

- **Vytápění**

Zdroj tepla centrální - plynový kondenzační kotel zapojený v kaskádě

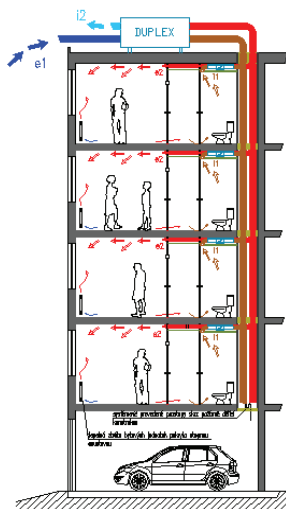
Rozvod tepla - teplovodní se základním spádem cca 50/40 a ekvithermní regulací, stávající litinové radiátory osazené termohlavici v každé místnosti.

- **Teplá užitková voda** Centrální solární systém s dohřevem plynovým kotlem
- **Větrání** . . . řízené, centrální rovnotlaké s rekuparací tepla

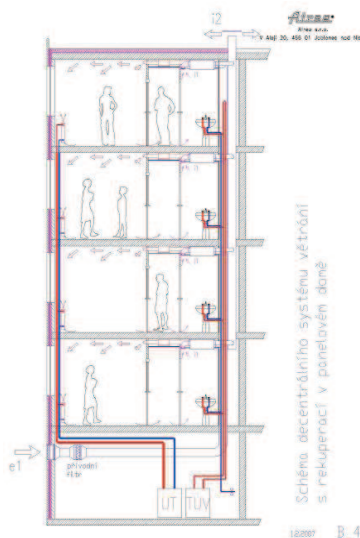
3.1. Systém centrálního větrání pro bytový dům

- Filtrace vzduchu v rámci společné VZT jednotky, obsluhuje správce domu, který zajišťuje i pravidelnou údržbu a revizi zařízení
- Rekuperace tepla probíhá v centrální jednotce = přívodní a odvodní centrální stoupačky k bytům a vzduchovody v bytech stačí minimálně tepelně izolovat pouze dle provozních požadavků (obvykle cca 20 mm izolace)
- Pro každou skupinu bytů (1x 15 bytů a 1x 12 bytů) společná centrální větrací VZT jednotka s EC ventilátory typu volného oběžného kola
- Díky umístění ventilátorů mimo byty klesá hluk VZT systému, příkon 2 ks větších ventilátorů centrální jednotky při rozpočítání na byty je nižší než u varianty decentrální, kdy má každá bytová jednotka vlastní malou VZT jednotku s rekuperací s dvojitými malými ventilátory.
- Dokonalé řízení centrální jednotky na konstantní tlak v systému
- Díky regulačnímu boxu s lineární charakteristikou možnost řízení výkonu větrání pro každý byt nezávisle v rozsahu 5 - 180 m³/h v několika stupních vč. Možnosti plynulého řízení výkonu díky čidlu CO₂

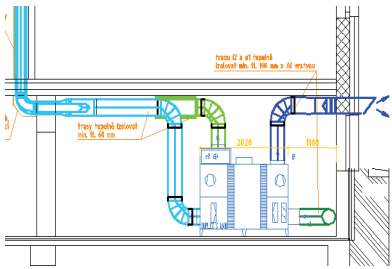
měrná potřeba energie na vytápění -s rekuperací (80 %) . . . 12,12 kWh/(m²a)
 pro srovnání alternativa -s rekuperací (50 %) . . 15,79 kWh/(m²a)
 -bez rekuperace 21,11 kWh/(m²a)



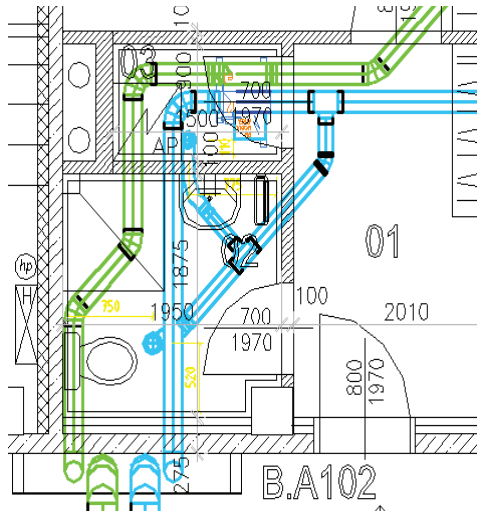
Obr. 7 Schéma centrálního systému větrání s regulačními bytovými boxy - realizováno v BD Dubňany



Obr. 8 Schéma decentrálního systému větrání (pro info) - (zdroj:ATREA).



Obr. 9 Umístění centrální VZT jednotky v suterénu (zdroj:ATREA).



Obr. 10 Část rozvodu v bytě vč. Bytového regulačního boxu a centrálních VZT stoupaček (zdroj:ATREA).

V dnešní době probíhá rekonstrukce a je možné dům po telefonické dohodě navštívit a případně si dohodnout na tel. +420 608 380 100 zkušební přenocování ve vzorovém bytě, který je v provozu od září 2011.

IV.

Architektonický, konštrukčný a technický návrh významnej obnovy budovy základnej školy podľa požiadaviek pre pasívne domy

prof. Ing. Dušan Katunský, CSc., TU Košice a kol.

Vysokoškolská 4, 040 01 Košice

E-mail: dusan.katunsky@tuke.sk

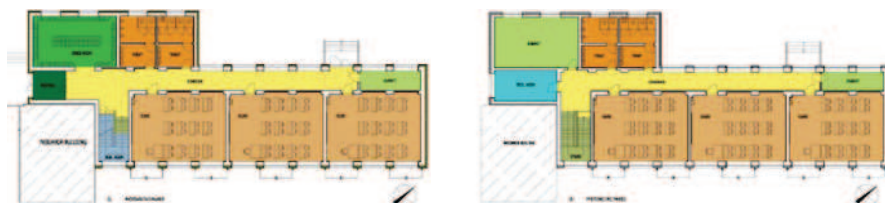
1. Popis architektonicko – konštrukčného riešenia budovy základnej školy

1.1. Súčasný stav

Budova základnej školy sa nachádza na území Slovenskej republiky v okrese Spišská Nová Ves v meste Spišské Vlachy. Keďže pozostáva z viacerých pavilónov, pre obnovu bol vybraný jeden. Ide o samostatne stojacu dvojpodlažnú nepodpivničenú budovu obdĺžnikového tvaru. Hlavný vstup je situovaný z juhovýchodnej strany. Na prvom podlaží sa nachádzajú tri triedy, kabinet na konci chodby, hygienické zariadenia a schodisko, ktorým je možné prejsť na druhé podlažie. Na ňom sa nachádzajú taktiež tri triedy a kabinet. Obvodový plášť je tvorený dierovanou tehlou hrúbky 375 mm. Strešný plášť je riešený ako jednoplášťová plochá strecha. Prevládajúca podlaha na styku so zeminou je tvorená brúseným betónom. V obvodovom plášti sa nachádzajú výplňové konštrukcie, ktoré pozostávajú z typových okien s dvojitým zasklením a drevené vstupné dvere s čiastočnou výplňou dvojitého zasklenia. Výpočet potreby tepla pre súčasný stav je uvedený v tabuľke 2.

1.2. Navrhovaný stav

Návrhom významnej obnovy budovy základnej školy je snaha o skvalitnenie vnútorného prostredia, vybudovanie chýbajúcich priestorov šatní a kabinetov. Budova je obnovovaná s cieľom dodržania zásad pre pasívne budovy. Obvodový plášť budovy bude zateplený kontaktným zatepovacím systémom ROCKWOOL z minerálnej vlny v hrúbke 200 mm. Zrekonštruovaná bude aj pôvodná strešná konštrukcia a zateplená minerálnou vlnou ROCKWOOL v celkovej hrúbke 300 mm s odvodnením do vonkajšieho priestoru.



Obr. 1 Pôdorys 1. NP a 2. NP navrhovaného stavu.

V interiéri sa vyhotovia nové omietky, rozvody TZB a elektroinštalácie. Pôvodné okenné konštrukcie a vstupné dvere sa vymenia za profily REHAU - Geneo s izolačným trojsklom. Na juhovýchodnej strane sa vybudujú tieniace zariadenia zabraňujúce prenikaniu priameho slnečného žiarenia v letných mesiacoch a prehrievaniu priestorov učební. V zimných mesiacoch však poskytujú dostatočné množstvo slnečných lúčov. Súčasťou tieniacich konštrukcií budú fotovoltaické panely, ktoré prispievajú k celkovému vylepšeniu energetickej bilancie. (Obr. 2,3).

Tabulka 1 Tepelnotechnické charakteristiky obalových konštrukcií.

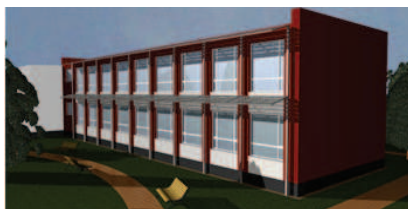
SÚČASNÝ STAV			NAVRHOVANÝ STAV		
	U W/(m ² K)	A m ²		U W/(m ² K)	A m ²
CDm 375	1,36	415,075	CDm 375 + min. vlna 200	0,170	310,816
jednoplášťová strecha	0,47	311,30	P.B 250 + min. vlna 200	0,130	211,874
podlaha na teréne	0,5	344,72	strecha nad prístavbou	0,120	103,5
okná drevené	2,61	157,55	jednoplášťová strecha	0,120	298,3
dvere drevené	3,72	11,15	podlaha na teréne	0,178	397,25
			okná plastové	0,73	150,85
			dvere vstupné	1,2	14,36
SUMA		1240			1486,95

2. Popis technických zariadení budovy

Dostatočná, ale zároveň energeticky účinná výmena vzduchu v budove bude zabezpečená riadeným vetraním s rekuperáciou od firmy ATREA, s účinnosťou 85 %. Na zabezpečenie požadovanej výmeny vzduchu sa navrhujú dve vzduchotechnické jednotky. Jedna umiestnená na prízemí a druhá na poschodí pavilónu. Uvažuje sa s vetraním s maximálnym množstvom vzduchu pre jednu triedu 630 m³/hod. Rekuperačná jednotka bude riadená snímačom koncentrácie CO₂. Jednotka má navrhovaný protiprúdový výmenník, teplovodný výmenník, by-pass, EC motory a DC-p - digitálnu reguláciu. Vykurovací systém sa navrhuje ako teplovodný, dvojúrkový, s okruhmi napojenými na doskové vykurovacie telesá. Zdrojom tepla na vykurovanie bude elektrokotol, umiestnený v technickej miestnosti na druhom nadzemnom podlaží pavilónu.



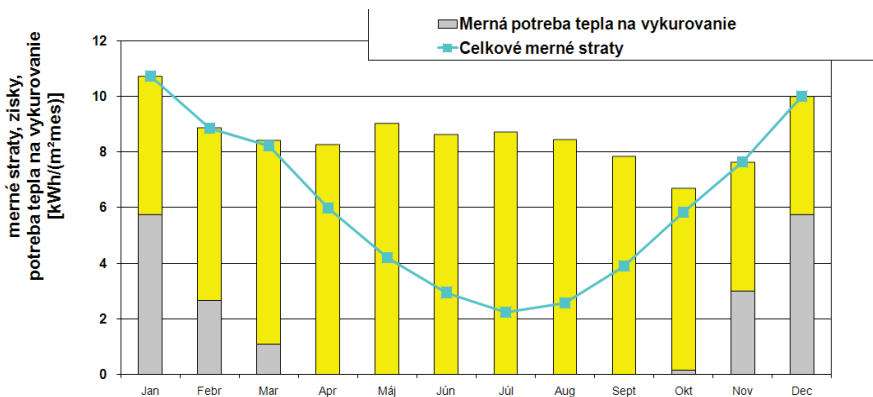
Obr. 2 Pohľad na tieniacu konštrukciu - 1 máj/12h .



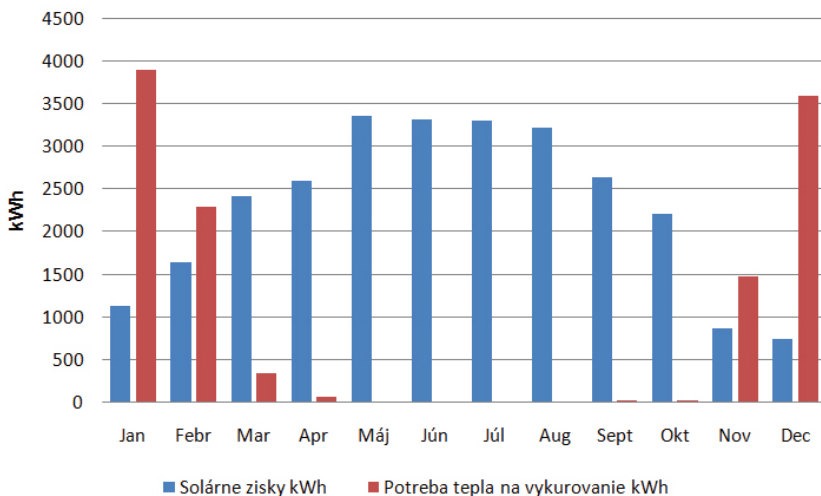
Obr. 3 Pohľad na tieniacu konštrukciu - 1 dec/12h.

3. Tepelnotechnický výpočet

Posúdenie potreby tepla na vykurovanie významnej obnovy budovy základnej školy bolo zrealizovaný v programe PHPP ako aj pomocou dynamickej simulácie. Okrajové podmienky boli uvažované pre lokalitu Poprad. Mesačné hodnoty strát ziskov sú uvedené v obrázku 4. Následne bola budova overená pomocou dynamickej simulácie (Obr. 4).



Obr. 4 Mesačné merné straty, zisky a potreba tepla na vykurovanie navrhovaného stavu.



Obr. 5 Mesačné solárne zisky a potreba tepla na vykurovanie navrhovaného stavu.

Tabulka 2 Výpočtové hodnoty tepelnotechnického posúdenia.

	MERNÁ JEDNOTKA	NAVRHOVANÝ STAV			
		SÚČASNÝ STAV	STN EN 13 790	PHPP	DYNEMICKÁ SIMULÁCIA
POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE	kWh/a	110 190,424	18 715,1	13 168	11 667,24
MERNÁ POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE E ₂	kWh/(m ² a)	175,79	23,52	19	17

4. Záver

Na základe tepelnotechnického posúdenia podľa STN EN ISO 13 790 súčasný stav budovy základnej školy preukazuje veľké energetické nároky. Merná potreba tepla na vykurovanie v tomto prípade predstavuje 175,79 kWh/(m²a). Navrhovanými stavebnými úpravami v kombinácii s navrhnutým systémom vetrania došlo k zníženiu mernej potreby tepla na vykurovanie na 23,52 kWh/(m²a). Merná potreba tepla na vykurovanie navrhovaného stavu podľa PHPP je 19 kWh/(m²a) a podľa dynamickej simulácie 17 kWh/(m²a).

5. Poďakovanie

Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore z prostriedkov štrukturálnych fondov EÚ, prostredníctvom Operačného programu Výskum a vývoj a projektu **OPVaV-2008/2.2/01-SORO** „Architektonické, konštrukčné, technologické a ekonomické aspekty navrhovania energeticky efektívnych budov“, s kódovým označením ITMS: 26220220050, ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov ES.



Príspevok vznikol vďaka podpore výskumných aktivít pracoviska firmami ATREA, ROCKWOOL, REHAU a HENKEL - CERESIT.

6. Literatúra

- (1) STN EN ISO 13790: (ISO 13790: 2008) Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie (73 0703).
- (2) STN 73 0540: 2002. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. Výpočtové metódy 2002.
- (3) STERNOVÁ, Z. a kol. 2010. Energetická hospodárnosť a energetická certifikácia budov, vydavateľstvo Jaga group, Bratislava 2010, ISBN 978-80-8076-060-1.
- (4) KAMENSKÝ, M – LOPUSNIAK, M – NEMEC, M – VAŠKOVÁ, A: Koncept riešenia významnej obnovy budovy základnej školy s cieľom zlepšenia kvality vnútorného prostredia a energetickej hospodárnosti budovy

Rekonstrukce jednotlivého bytu s prvky PD

Robert Schild, Saint-Gobain Isover Austria GmbH

Prager Straße 77, A-2000 Stockerau, E-Mail: robert.schild@saint-gobain.com

1. Cíle

Předmětný vícebytový dům z roku 1962 ve Vídni má šest podlaží. Celková rekonstrukce budovy byla spoluvlastníky odmítnuta. Úkolem byla rekonstrukce samostatného bytu s obytnou plochou 77 m² ve 4. podlaží do standardu pasivního domu. Požadavkem bylo použití kvalitních prvků ve standardu PD a aplikace poznatků stavební fyziky v praxi zvláště při provádění detailů napojení konstrukcí. Důležitým aspektem projektu bylo provést tuto „předřazenou“ individuální rekonstrukci tak, aby následná generální přestavba kompletní budovy mohla tuto rekonstrukci konzistentně doplnit.

2. Budova v zástavbě

Nyní již zrekonstruovaný byt se nachází ve 4. podlaží. Na severní straně jsou svislé vnější stěny, na jižní straně je vidět šikmou střechu s půdní nadezdívkou, která je provedena jako betonová konstrukce se střešními okny. O patro výše v 5. NP je podkrovní byt, rovněž byt o patro níže je obydlený. Východní strana je napojena na sousední dům protipožární stěnou. Na západní straně je sousední byt, schodiště, vstupní dveře do bytu a výtahová šachta. Lichoběžníková užitná plocha je delší stranou orientována směrem na jihjihozápad. Ranní a večerní slunce je částečně zastíněné, což snižuje účinnost solárního využití. Přesto se plánuje instalace fotovoltaického systému 2 kW.

Obytný dům byl postaven bez izolací v pevné konstrukci z cihelného zdiva. Jižní strana bytu byla provedena v betonové konstrukci (Sargdeckel), se stěnou ze železobetonu 22 cm a s omítnutou nosnou deskou z heraklitu 5 cm na vnitřní straně. Ložnice a obývací pokoj mají orientaci na severoseverovýchod, předsíň, kuchyň, koupelna / WC na jihjihozápad. Vytápění bylo řešeno třemi plynovými konvektory na obvodové zdi, příprava teplé vody byla řešena plynovým průtokovým ohřívačem.



IV.

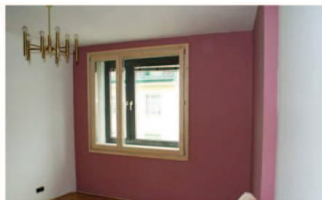
Rekonstrukce

3. Prostřednictvím vnitřní izolace ke standardu PD

Vnitřní izolace obvodových stěn mohly být realizovány díky tomu, že strop v příslušném podlaží byl proveden v betonu a ne jako dřevěný strop, který by mohl být poškozen eventuálním kondenzátem. Vnitřní izolace byla provedena s kovovou rámovou konstrukcí s minerální vlnou Isover [Lambda 0,034 a 0,032 W/(mK)], s izolací tloušťky 25 cm pro obvodové zdivo, 30 cm pro šikmou střechu a 35 cm pro půdní nadezdívku. Jako parotěsná zábrana a vzduchotěsná vrstva byla použita klimatická membrána Vario KM Duplex s variabilní propustností vodních par S_D 0,3 - 5 m a spoje byly pečlivě zalepeny. Obklad byl proveden protipožárními sádkartonovými deskami Rigips. Zvláštní pozornost byla věnována provedení detailů bez rizika vzniku kondenzátu a s redukcí tepelných vazeb, jako je např. tepelná izolace bočního napojení na protipožární stěnu k sousední budově. Stávající zděná příčka mezi kuchyní a koupelnou byla podél betonové konstrukce odříznuta, aby bylo možné položit průběžnou uvnitř uloženou tepelnou izolaci betonové konstrukce.

IV.

3.1. Vnitřní izolace severní stěny



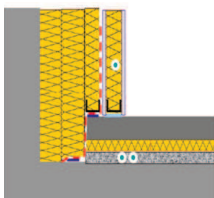
Dvojrvtvé plus
trojvrvtvé za-
sklení.

Vnitřní izolace 25 cm s minerální
vlnou a klimatickou membránou
VARIO KM Duplex.

Vnitřní izolace vnější stěny 25 cm
s bokem překrytým izolací 10 cm
směrem k sousednímu domu.

Pro spodní konstrukci byly použity kovové závěsné profily bez tepelných mostů. Navíc byl instalován podvěšený stropní podhled s izolací 6 cm z minerální vlny pro minimalizaci posledních tepelných mostů mezi stěnou a stropem a pro dosažení akustického oddělení kompletním řešením box v boxu.

3.2.. Vnitřní izolace jižní stěny



Vnitřní izolace sahá až po strop hrubé stavby. Klimatická membrána VARIO je na hrubý strop vzduchotěsně přilepena a přechází do instalační roviny.



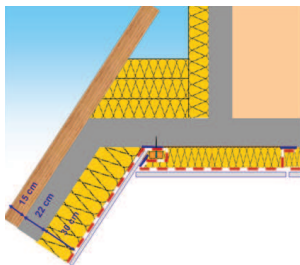
Odříznutá příčka, která umožňuje montáž vnitřní izolace bez tepelných mostů u střechy s betonovou konstrukcí.



Kotvicí systém bez tepelných mostů pro připevnění systému kovových kolejnic pro vnitřní izolaci šikmé střechy .

V kritických oblastech vnitřní izolace byly instalovány bezdrátové senzory pro doprovodné měření vlhkosti a teploty. Pro montáž střešních oken bez tepelných mostů [Roto Designo R8 NE trojvrstvé zasklení $U_w = 0,84 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $U_g = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$] byl otvor v betonové střešní konstrukci po celém obvodu rozšířen $\varnothing 12 \text{ cm}$.

3.3. Redukce tepelného mostu v podkroví



Tepelný most je redukován vrstvou izolace 30 cm a izolací z minerální vlny 6 cm v podvěšeném stropu.



Minerální vlna se výborně hodí pro utěsnění a izolaci dutin.



Střecha byla částečně otevřena za účelem provedení tepelné izolace bez mezer.

4. Kastlová okna pro maximální tepelnou i zvukovou ochranu

Nevyhnutelná tepelně slabá místa v obvodové obálce budovy byla kompenzována vysoce kvalitními komponenty jinde. Například kastlová okna na severní straně se stávajícím dvojitým zasklením U_w odhadem $2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a s přidaným novým oknem osazeným zevnitř s trojitým zasklením ve standardu PD (Optiwın) $U_w 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $U_g 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Tento akustický systém hmota-pružina zajišťuje maximální ochranu proti hluku z ulice.

Ekvivalentní kontinuální hladina akustického tlaku vážená filtrem A byla zjištěna pro stav před i po rekonstrukci a vykazuje zlepšení v závislosti na denní a noční době 9 až 12 dB. I včetně provozu větracího systému se základní hladina akustického tlaku pohybuje v noci pouze kolem 16 dB (A).

5. Vynikající pocit komfortu bydlení díky maximální zvukové ochraně

Na severní straně orientované do rušné ulice bylo použitím dvojrstvého a trojrstvého zasklení a předseznamým obkladem ze sádkkartonu s izolací z minerální vlny dosaženo mimořádně dobré zvukové izolace proti vnějšímu hluku. Na klidnější nádvorní straně plně postačuje zvuková izolace střešních oken s trojrstvým zasklením se sádkkartonovým obložením. Byt je velmi tichý a můžete zde nádherně spát. Tato nízká hlučnost však představovala extrémní požadavek na akustické parametry ventilačního systému, který zajistí opravdu tichý provoz. Zařízení je instalováno v bytě a je kompletně zabudováno do akusticky izolující skříně od truhláře. Cesty ventilačního potrubí jsou krátké a přímé, a větrací rozvodný systém je dimenzován velkoryse, aby se zabránilo aerodynamickému hluku. Pomocí pěti telefonních tlumičů a dalšího tlumiče z desek opatřených vrstvou minerální vlny osazeného přímo na přístroji se podařilo zajistit trvalý a bezhlučný přívod čerstvého vzduchu dokonce i v citlivé části ložnice s hlučností menší než 10 dB (A).

6. Stále přehřátý nebo předchlazený čerstvý vzduch

Větrací zařízení NILAN VP-18 s přípravou teplé vody je možno snadno regulovat a teplotu a intenzitu výměny vzduchu je možno kdykoliv přizpůsobit požadavkům na bydlení. Zařízení NILAN VP-18 má ještě navíc výhodu, že lze zvolit možnost prioritní přípravy teplé vody a teprve potom takto ochlazený vzduch distribuovat do bytu. Tak se daří v kombinaci s těsnou obálkou budovy a zevně uloženému zastínění střešních oken dokonce i v parném létě udržet teplotu přes den do 25 °C energeticky úsporným způsobem. To je letní pohoda, jakou obyvatelé dosud neznali. Filtr na jemný prach F7 se mění asi třikrát do roka, protože bývá silně znečištěn. To je podstatný důkaz zvýšení bytové hygieny. Větrací zařízení přepraví na nejmenší výkonový stupeň cca 60 m³ čerstvého vzduchu za hodinu. Tím zůstává měřená koncentrace CO₂ u dvou lidí vždy mezi 600 a 1000 ppm. Při teplotě -10 °C venkovní teplota poklesne vnitřní teplota na 21 °C a relativní vlhkost vzduchu je 30 %. Díky téměř naprosté bezprašnosti vzduchu v místnosti se obyvatelům dostává dokonalého komfortu. Současně představuje suchý vnitřní vzduch zvýšenou ochranu před vznikem kondenzátu na vnitřní izolaci v chladných měsících.



Obnažený větrací systém.



Větrací systém je akusticky bezpečně zabudován.



Nová sympatická obytná kuchyň.

7. Kalkulace nákladů

Po 50 letech již byla v každém případně potřebná rekonstrukce vodních instalací (zastaralého a neizolovaného potrubí), výměna střešních oken s venkovním zastíněním, rekonstrukce domovních elektrických rozvodů na současnou technickou úroveň, montáž bezpečnostních vchodových dveří do bytu, rekonstrukce podlahy v předsíni a odstavení netěsného plynového potrubí.

V poměru k tak jako tak nezbytným rekonstrukčním nákladům činí opatření na úsporu energie a zvýšení komfortu přibližně 60 %. Připočteme-li další nutné náklady na novou kuchyň a koupelnu, tak energetické náklady na rekonstrukci klesnou pod 45 %.

8. Data

Rok výstavby:	1960 (obydleno od r. 1962)
Užitná plocha:	70 m ² ; hrubá podlažní plocha 77 m ²
Poměr A/V:	0,37
Dokončení:	2010
Měrná spotřeba energie:	13,9 kWh/(m ² a) podle PHPP, před rekonstrukcí 126 kWh/(m ² a)
Topná zátěž:	9,9 W/m ²
Vzduchotěsnost:	n 0,57 h ⁻¹

Bauteil	U-Werte vor der Sanierung in W/m ² K	U-Werte nach der Sanierung in W/m ² K
Außenwand	2,7	0,13
Dach-schräge	1,2	0,11
Gesamt-fenster Nord	2,5	0,80



IV.

Dále byly zabudovány vstupní dveře ve standardu PD firmy Sturm [UD = 0,72 W/(m²K)] jako vchodové dveře do bytu.

Vytápění a ohřev teplé vody je realizováno pomocí systému řízeného větrání s rekuperací tepla s tepelným čerpadlem vzduch-voda v kompaktním zařízení.

Vzhledem k tomu, že byt se nachází ve 4. patře, není možný předeřev přiváděného vzduchu přes zemní registr. Další energetická potřeba bude částečně pokryta fotovoltaickým systémem 2 kW.

9. Závěr

Rekonstrukce jednotlivého bytu na pasivní standard může být realizována bez jakýchkoliv technických problémů s vynikajícími výsledky (tepelná pohoda, akustický komfort a trvalý přívod čerstvého vzduchu s velkým obsahem kyslíku). Využitím tak jako tak potřebné obnovy po 50 letech je možno rekonstrukci už samotným získáním komfortu a zhodnocením bytu vyhodnotit jako ekonomicky ziskovou, třebaže by bylo bývalo vhodnější provést rekonstrukci celé vícepatrové budovy s instalací vnější izolace.

Sanierung einer Einzelwohnung mit Passivhauskomponenten

Robert Schild, Saint-Gobain Isover Austria GmbH

Prager Straße 77, A-2000 Stockerau, E-mail: robert.schild@saint-gobain.com

1. Zielsetzung

Das Mehrfamilienwohnhaus aus dem Jahre 1962 in Wien besteht aus sechs Geschossen. Eine Gesamtsanierung des Gebäudes wurde von den Miteigentümern abgelehnt. Die Herausforderung war nun eine einzelne Wohnung von 77 m² Wohnnutzfläche im 4. Obergeschoss auf Passivhaus-Standard zu sanieren. Es galt hochwertige Passivhaus-Komponenten zu verwenden und bauphysikalisches Wissen speziell bei Anschlussdetails in die Praxis umzusetzen. Ein wichtiger Planungsaspekt war, diese "vorgezogene" Einzelsanierung so durchzuführen, dass eine spätere Generalsanierung des gesamten Gebäudes diese stimmig ergänzt.

2. Das Gebäude im Bestand

Die nun sanierte Wohnung befindet sich im 4. OG. Nordseitig sind senkrechte Außenwände, die Südseite zeigt eine Dachschräge mit Drempe/wand die als Sargdeckel mit Dachflächenfenster ausgeführt ist. Im darüberliegenden 5. OG befindet sich eine Dachwohnung, auch die Wohnung unterhalb ist bewohnt. Die Ostseite schließt mit der Feuermauer an das Nachbarhaus an. An der Westseite befinden sich die Nachbarwohnung, das Stiegenhaus, die Wohnungseingangstüre und der Liftschacht. Die rechteckige Wohnnutzfläche ist mit der Längsseite nach Süd-Südwest ausgerichtet. Morgen- und Abendsonne sind teilweise verschattet, was die Effizienz einer solaren Nutzung mindert. Trotzdem ist eine 2-kW-Photovoltaikanlage vorgesehen.

Das Wohngebäude wurde in massiver Ziegelbauweise ungedämmt errichtet. Die Südseite der Wohnung ist als Sargdeckelkonstruktion, mit 22 cm Stahlbeton und 5 cm Heraklith-Putzträgerplatte auf der Innenseite, ausgeführt. Schlafzimmer und Wohnzimmer sind nach Nord-Nordost, Kabinett, Küche, Bad/WC nach Süd-Südwest orientiert. Die Beheizung erfolgte über 3 Außenwand-Gaskonvektoren, Warmwasser wurde mit einem Gas-Durchlauferhitzer erzeugt.



3. Mit Innendämmung zum Passivhaus-Standard

Eine Innendämmung der Außenwände konnte realisiert werden, da die Geschossdecke in Beton ausgeführt war und nicht als Holzdecke, welche bei möglichem Kondensat Schaden erleiden könnte. Die Innendämmung wurde mit einem Metallständerwerk und Isover Mineralwolle [λ 0.034 und 0.032 W/(mK)] in den Dämmstärken 25 cm für die Außenwände, 30 cm für die Dachschräge und 35 cm für die Drenpelwand realisiert. Als Dampfbremse und luftdichte Ebene wurde VARIO KM Duplex Klimamembran mit einem variablen Sd-Wert von 0,3 bis 5 m verwendet und die Anschlüsse sorgfältig verklebt. Die Beplankung erfolgte mit Rigips-Feuerschutzplatten. Besonderes Augenmerk wurde auf die kondensatfreie und wärmebrückenreduzierte Detailausführung, wie Wärmedämmung der Flanken zur Feuermauer des Nachbargebäudes, gelegt. Die bestehende massive Trennwand zwischen Küche und Bad wurde entlang der Sargdeckelkonstruktion aufgeschnitten, um eine durchgehende innen liegende Wärmedämmung der Sargdeckelkonstruktion zu ermöglichen.

IV.

3.1. Innendämmung Nordseite



Zweischeiben-
plus Dreischei-
benverglasung



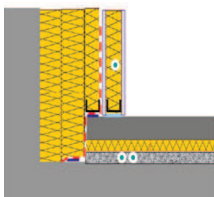
25 cm Innendämmung mit Mine-
ralwolle und VARIO KM Duplex
Klimamembran.



25 cm Innendämmung einer
Außenwand mit 10 cm Überdäm-
mung der Flanke zum Nachbar-
haus.

Für die Unterkonstruktion wurden wärmebrückenfreie Metallabhänger verwendet. Zusätzlich wurde eine abgehängte Decke mit 6 cm Mineralwolle installiert, um die letzten Wärmebrücken von Wand und Decke zu reduzieren und um akustisch eine komplette Box-in-Box-Lösung zu erzielen.

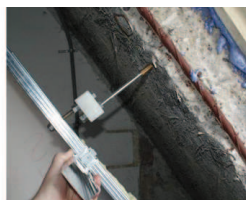
3.2. Innendämmung der Südseite



Die Innendämmung reicht bis an die Rohdecke. Die VARIO Klimamembran ist auf der Rohdecke luftdicht verklebt und geht in die Installationsebene.



Durchgeschnittene Trennwand, um eine wärmebrückenfreie Innendämmung des Sargdeckels zu ermöglichen.

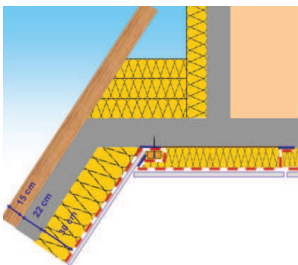


Wärmebrückenfreie Befestigung des Metallschienensystems zur Innendämmung der Dachschräge.

IV.

In kritischen Bereichen der Innendämmung wurden Funksensoren für die begleitende Messung von Feuchte und Temperatur eingebaut. Für den wärmebrückenfreien Einbau der Dachflächenfenster [Roto Designo R8 NE 3-Scheiben $U_w = 0.84 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $U_g = 0.50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$] wurde die Öffnung in der Sargdeckelkonstruktion rundum um 12 cm erweitert.

3.3. Reduzierung der Wärmebrücke im Dachbereich



Die Wärmebrücke ist mit 30 cm Dämmstoffauflage und 6 cm Mineralwollgedämmung in der abgehängten Decke reduziert.



Mineralwolle eignet sich bestens um Hohlräume zu dämmen.



Das Dach wurde teilweise geöffnet um die Wärmedämmung lückenlos ausführen zu können.

4. Kastenfenster für besten Wärme- und Schallschutz

Unvermeidbare thermische Schwachstellen in der Gebäudehülle wurden mit hochwertigen Komponenten an anderer Stelle kompensiert. Z. B. Kastenfenster auf der Nordseite aus bestehender Zweischeibenverglasung [U_w geschätzt $2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$] plus neuem innen liegendem dreischeibenverglastem Passivhausfenster [Optiwin $U_w 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$],

$U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Dieses schalltechnische Masse-Feder-Masse-System sorgt für besten Luftschallschutz gegen Straßenlärm.

Der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel wurde, für vor und nach der Sanierung, ermittelt und zeigt Verbesserungen je nach Tages- und Nachtzeit von 9 bis 12 dB. Mit Betrieb der Lüftungsanlage liegt der Grundgeräuschpegel während der Nacht lediglich bei 16 dB (A).

5. Bestes Wohngefühl durch besten Schallschutz

Auf der Nordseite zur verkehrsreichen Straße hin wurde durch die Zweifach- und Dreifachverglasung und eine Vorsatzschalendämmung mit Mineralwolle und Gipskartonplatten ein besonders guter Schallschutz gegen den Außenlärm erzielt. Auf der ruhigeren Hofseite reicht der Schallschutz der Dreischeiben-Dachflächenfenster mit Gipskartonplattenverkleidung voll aus. In der Wohnung ist es besonders ruhig und man kann herrlich schlafen. Dieser niedere Schallpegel bedingte aber eine extreme schalltechnische Herausforderung für die Lüftungsanlage, um einen wirklich leisen Betrieb zu sichern. Das Gerät ist in der Wohnung aufgestellt und ist schalltechnisch von einem Tischler komplett eingehaust. Die Wege der Lüftungsleitungen sind kurz und direkt gewählt und die Lüftungsrohre sind entsprechend großzügig dimensioniert, um Strömungsgeräusche zu vermeiden. Mit fünf Telefonieschalldämpfern und einem zusätzlich aus beschichteten Mineralwolleplatten gefertigten Schalldämpfer, direkt am Gerät angebracht, ist es gelungen, eine permanente und geräuschlose Frischluftzufuhr selbst im sensiblen Bereich des Schlafzimmers mit weniger als 10 dB (A) sicherzustellen.

6. Immer vorgewärmte bzw. vorgekühlte Frischluft

Das NILAN VP-18 Lüftungsgerät mit Warmwassererzeugung lässt sich einfach regeln, und Temperatur und Luftwechselraten können jederzeit an die Wohnbedürfnisse angepasst werden. Das NILAN VP-18 Gerät hat noch zusätzlich den Vorteil, dass wahlweise zuerst Warmwasser erzeugt werden kann und erst dann die so abgekühlte Luft in der Wohnung verteilt wird. So gelingt es, in Kombination mit einer dichten Gebäudehülle und außen liegender Abschattung der Dachflächenfenster selbst im Hochsommer energiesparend $25 \text{ }^\circ\text{C}$ tagsüber nicht zu überschreiten. Eine Sommerbehaglichkeit, die die Bewohner bisher nicht kannten. Der F7- Feinstaubfilter ist ca. dreimal jährlich zu wechseln, da er stark verschmutzt. Ein deutlicher Beweis für den Gewinn an Wohnraumhygiene. Das Lüftungsgerät befördert auf der kleinsten Stufe ca. 60 m^3 Frischluft pro Stunde. Damit bleibt die gemessene CO_2 - Konzentration bei zwei Personen immer zwischen 600 und 1000 ppm. Bei $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur fällt die Innenraumtemperatur auf $21 \text{ }^\circ\text{C}$ zurück und die relative Luftfeuchte beträgt 30 %. Durch die fast staubfreie Innenraumluft ist für die Bewohner volle Behaglichkeit gegeben. Gleichzeitig bedeutet die trockene Innenraumluft zusätzliche Sicherheit gegen Kondensat bei der Innendämmung in den kalten Monaten.



Die Lüftungsanlage unverbaut.



Die Lüftungsanlage ist schalltechnisch eingebaut.



Die neue behagliche Wohnküche.

7. Kostenrechnung

Nach 50 Jahren waren eine Sanierung der Wasserinstallationen (veraltete und ungedämmte Leitungen), der Tausch der Dachflächenfenster mit außen liegender Abschattung, Erneuerung der Hauselektrik auf den Stand der Technik, Einbau einer einbruchhemmenden Wohnungseingangstüre, die Sanierung des Fußbodens im Kabinett sowie die Stilllegung der undichten Gasleitungen in jedem Fall erforderlich.

Im Verhältnis zu den ohnehin notwendigen Sanierungsmaßnahmen machen die Komfort erhöhenden und energiesparenden Maßnahmen rund 60 % aus. Rechnet man die zusätzlichen notwendigen Kosten einer neuen Küche und eines Badezimmers hinzu, so fallen die energetischen Sanierungskosten auf unter 45 %

8. Daten

Baujahr:	1960 (bewohnt seit 1962)
Nutzfläche:	70 m ² ; Bruttogeschoßfläche 77 m ²
A/V Verhältnis:	0,37
Fertigstellung:	2010
Energiekennzahl:	13,9 kWh/(m ² a) gemäß PHPP [vor der Sanierung 126 kWh/(m ² a)]
Heizlast:	9,9 W/m ²
Luftdichtheit:	n 0,57 h ⁻¹

Bauteil	U-Werte vor der Sanierung in W/m ² K	U-Werte nach der Sanierung in W/m ² K
Außenwand	2,7	0,13
Dach-schräge	1,2	0,11
Gesamt-fenster Nord	2,5	0,80



IV.

Weiters wurde eine Passivhaus-Eingangstüre der Fa. Sturm [UD=0,72 W/(m²K)] als Wohnungseingangstüre eingebaut.

Heizung und Warmwasseraufbereitung erfolgen über eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung und einer Luft-Wasser-Wärmepumpe als Kompaktgerät.

Da die Wohnung im 4. Stock liegt, ist eine Vorerwärmung der Zuluft durch einen Erdbrunnen nicht möglich. Der zusätzliche Strombedarf soll über eine 2-kW-Photovoltaikanlage teilweise abgedeckt werden.

9. Schlussfolgerung

Die Sanierung einer einzelnen Wohnung auf Passivhaus-Niveau ist ohne technische Probleme mit ausgezeichnetem Erfolg (thermische Behaglichkeit, akustischer Komfort und permanente sauerstoffreiche Frischluft) realisierbar. Durch die Ausnutzung der ohnedies anstehenden Erneuerungen nach 50 Jahren kann die Sanierung alleine durch den Behaglichkeitsgewinn und der Aufwertung der Wohnung als wirtschaftlicher Gewinn verbucht werden, wenngleich einer Sanierung des gesamten mehrgeschossigen Gebäudes mit Außendämmung der Vorzug zu geben wäre.

5. Konstrukce pro pasivní domy

Aleš Brotánek

Vývoj používání balíků ze slámy ve skladbách konstrukcí pro pasivní domy v Česku od roku 1996 182

Jan Růžička, Pavel Kopecký, Marek Pokorný, Kamil Staněk

Obvodové pláště z přírodních materiálů pro pasivní domy - požární a tepelně technické vlastnosti 192

Jiří Čech, Juraj Hazucha

Databáze detailů pro pasivní domy 203

Vladimír Balent

Databáza certifikovaných detailů pro pasivní domy určená pro projektanty 206

Franz Freundorfer

Okno pasivního domu ve zcela novém designu 208
Das Passivhausfenster völlig neu entworfen 214

Ondřej Hec

Zakládání pasivních domů v souvislostech 220

Roman Šubrt

Nestacionární vedení tepla hmoždinkami ETICS 230

Gernot Vallentin

Efektivní konstrukce pro nízkorozpočtové pasivní domy 235
Effektive Konstruktionen für Low- Budget Passivhäuser 245

V.

Vývoj používání balíků ze slámy ve skladbách konstrukcí pro pasivní domy v Česku od roku 1996

Akad. arch. Aleš Brotánek

AB ateliér, Sedlice 65, Rožmitál pod Třemšínem

E-mail: abrotanek@volny.cz, Tel.: +420 604 713 426

1. Sláma ke stavění?

1.1. Proč ANO a proč NE

Je zajímavé, že představa stavění ze slámy přitahuje na jedné straně nekritické zastánce z řad příznivců přírodního stavění, kteří je vidí téměř jako spasení samo o sobě (s vnějšími projevy až do podoby chování náboženské sekty). Na straně druhé bývá pobouřené zděšení, „jak to že v době moderního pokroku ještě někdo může o něčem takovém vůbec uvažovat „doprovázené stejně nekritickým odmítáním (nápadně podobné chování majitelů té pravé většinové víry, kterým chybí už jen středověká inkvizice).

Extrémní polohy bohužel jen zpřehledňují prostředí pro nezatížené zkoumání otázky „**proč, kde všude a jak má smysl slámu využívat, a co tomu brání?**“. Stavění ze slámy je motivováno snížením ekologické stopy stavby a ta nejlépe odpovídá nárokům na hodnocení celého cyklu života stavby. Tedy nejen postavení, překvapivě dlouhodobé životnosti, ale i snadné likvidace.

Protože mnohem větší ekologickou stopu vytváří spotřeba energie při provozu, nemá proto smysl uvažovat o jiném slaměném domě než o více či méně pasivním. Před několika lety zde na konferenci Bjorn Kierulf prezentoval výpočty, které mi hluboko utkvěly v paměti: Běžný dům z obnovitelných materiálů (tedy s malou ekologickou stopou stavby) řeší cca. 1/27 problému, což je zoufale málo, zatímco PD 1/7 problému spotřeby celé ekologické stopy (ES) stavby za dobu její životnosti, a proto teprve u PD začíná tento přínos mít smysl. Takzvaný jen „přírodní dům“ má opodstatnění, pouze pokud jeho obyvatelé přijmou i standardy chování jako na venkově v 19. století. Topit a ohřívat vodu jen při vaření v sednici, světnici netopit, záchod na hnoji venku a koupání v neckách jednou týdně celá rodina v jedné vodě, tedy bez koupelny, a pro celou rodinu jednu, maximálně dvě místnosti. To pak je legitimní hovořit o nízkoenergetickém standardu s malou ES! Akcentuji to proto, aby byly jasné mantinely smysluplného použití slámy a uvědomili jsme si, které jsou ty dvě legitimní volby, pokud máme mluvit o domech s nejmenší možnou ES života staveb. Mluvit o tzv. ekologickém stavění, byť ze slámy a jen z přírodních materiálů, ale s hýřivým komfortem 20. století (prostorovým, hygienickým i vytápěcím), je jen povrchní a naivní přístup. To, že to může být i cesta nebezpečná si sám na sobě ověřil Michal Navrátil, když ve svém přírodním domě se špatnou vzduchotěsností, večer důkladně provětraném otevřením oken, při zavřených dveřích do ložnice, se ráno probouzel v kvalitě prostředí koncentrace CO₂ 2500 ppm. a když nechal dveře do ložnice otevřené tak jen 2000 ppm. Protože je ale poctivý ve svém úsilí, nechal

řízené větrání do domu doinstalovat a dnes konstatuje, že zažil výrazný kvalitativní rozdíl v kvalitě spánku.

Proto podle mého z těchto důvodů má smysl stavět dům se slámou pokud je nejméně NED, ale raději PD, pokud nechceme slevit z komfortu.

1.2. Může nastat něco jako ÉRA SLÁMY

Neodvažoval bych se něco takového předvídat, natož prosazovat, protože myslím současné možnosti využití slámy jsou zatím na samém počátku. Faktem je, že jde surovinu, kterou není třeba vyrábět, která vyrostle pomocí energie ze slunce a která se ještě stále vnímá jako odpad. To, že se může jednat o cennou surovinu lze odušit z těch několika výrobků z ní profesionálně vyráběných. Už i v Česku se řadu let vyrábí lisované konstrukční panely. V rakouské v admin. budově S_HOUSE je ze slaměných desek vyroben nábytek, v Austrálii se vyrábí protipožární podhledové rohože. Možná někdo víte ještě o něčem dalším? Že tyto možnosti jsou možná ještě daleko širší jsem pochopil při návštěvě výroby izolace z recyklovaného papíru ve firmě Ciur. Napadlo mě, zda není škoda k výrobě foukané izolace používat jen papír, který je stále vzácnější surovinou? Poznamenal jsem, že by mě zajímalo, zdali by nebylo výhodné použít rozvlákněnou celulózu jen jako pojiva ve směsi s drcenými stébly slámy? Protože výrobní ředitel pan Urbánek je tvořivý a otevřený člověk, nelenil a při dalším setkání už mě informoval, že umí vyrobit směs 50 % celulózy a 50 % slámy, kterou dokáží foukat stejně jako Klimatizér +, ale že tento základ doplněný o hnojiva a semena vyváží na Slovensko, kde s tím ošetřují protierozně čerstvě dokončené svahy terénu okolo dálnice. Tady je na místě další otázka, Na co vše ještě slámu bude možné použít? Dnes umíme se slámou stavět z balíků, které jsou k máni, ale které původně byly vyvinuty pro méně prostorově náročné uskladňování slámy. Jaké by ale mohly být možnosti, pokud by se použily materiály speciálně vyvinuté pro stavění? Tady jsme patrně na začátku otevírání perspektivy mnohem širšího uplatnění slámy nebo se slámou, a kdo ví, zda jednou slámu na poli nebudou hlídat bezpečnostní agentury, protože bude mít opravdu výrazněji cennou hodnotu?

2. Skladby konstrukcí se slámou

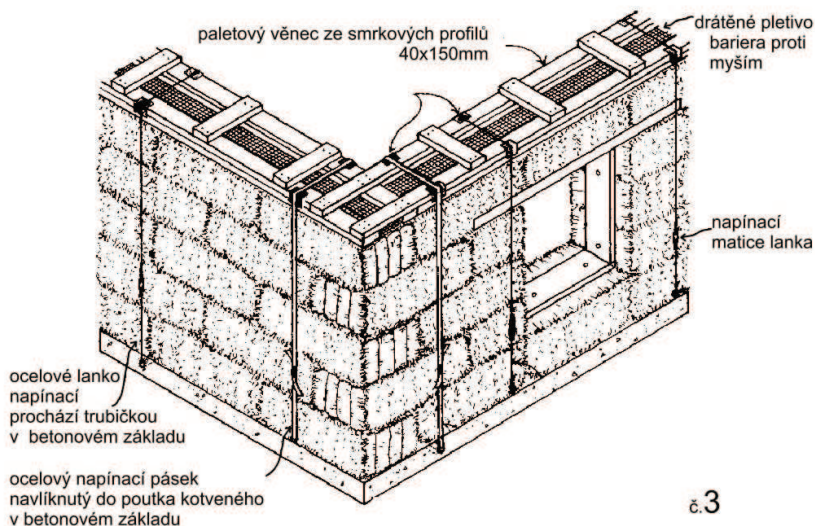
2.1. *Renesance využití slámových balíků přišla z Nebrasky*

Na začátku stavění s balíky slámy byla zkušenost Američanů v Nebrasce. Zde chybělo dostatek stavebního materiálu a tak před více než 150 lety někoho napadlo, že by na stavění stěn bylo možné místo drnů trávy vrstvených na sebe, použít balíky slámy. *Je s podivem, kdy už v Americe po vynálezu parního stroje používali v zemědělství balíkovače. Pro porovnání lze z leteckých snímků z prvních let po roce 1945 vyčíst, že na polích v Česku byly mandele ze snopů ještě před 70ti lety.*

Při návštěvě Boleru v Coloradu u architekta českého původu Grega Franty, jsme pro společnost Country Life hledali co nejšetrnější technologii na celý cyklus stavby pro jejich farmu. G.Franta nás na použití slámy navedl. Na zdejší malé univerzitě je hnízdo architektů, kteří se specializují na šetrnou architekturu i urbanismus. To, co bylo neuvěřitelné, že slámu zde používají jako nosnou konstrukční část. Navrstvené balíky

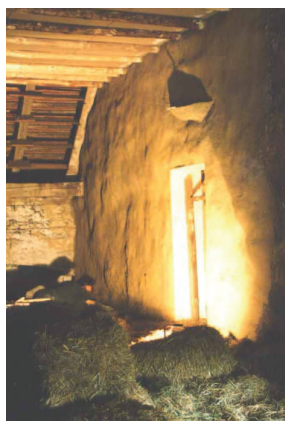
jsou vždy sevřeny mezi podkladní vrstvu a stropní věnc ocelovými táhly, lanky nebo stahovacími pásky a to vše omítané hliněnými a vápennými omítkami.

náročí stěny z balíků slámy s paletovým věncem



2.2. Experimentální zkouška ve Stodole v Židovicích

Když jsem na různých místech po republice o možnosti stavění z balíků slámy seznamoval veřejnost, projevovali stejnou směr překvapení, zvědavosti i pokušení vyzkoušet si to v reálu, jako jsem měl i já. Pak už jen stačilo, že o tom uslyšel zemědělec z Židovic a tehdejší starosta v Libčevsi (současný poradce ministra zemědělství) Michal Pospíšil, nabídl prostor ve stodole i balíky ke zkoušce. Záměrem byl přednáškový sál, který by mohla využívat Škola obnovy venkova se sídlem v Libčevsi. Na první kurz stavění ze slámy se přijelo podílet více než třicet zájemců všech možných oborů i studentů architektury. Během jediného víkendu vznikla celá hrubá stavba zastřešená povalovými nosníky a slámovými panely věnovanými firmou StramitBohemia. Vše bylo pod střechou stodoly v patře nad mléčnicí, takže v suchu. Při vrstvení balíků napichovaných na ocelová táhla se stěna chovala trochu jako sulc, ale po zakončení stěny prkenným sbíjeným věncem ve výšce 3,6 m celá stěna náhle ztuhla ve skutečnou stěnu. Během dalších kurzů byly stěny potaženy rabičovým pletivem a prošity vázacím drátem. Nakonec jsme z místní světlé jílovité hlíny zkoušeli namíchat různé hliněné omítky včetně těch z příměsí nejen slámy, ale i koňských a kravských exkrementů. Překvapivé na nich bylo, že po vyschnutí byly neuvěřitelně pevné i pružné, nicméně jejich zpracování bylo fyzicky velmi namáhavé.



V.

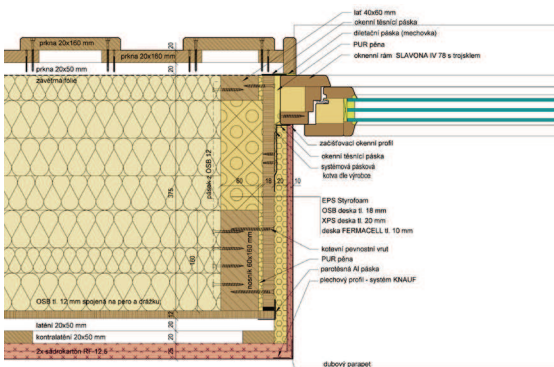
Obr. 1 Průběh stavby, rabicování i omítání ve stodole v Židovicích.

Výsledkem experimentu bylo zjištění, že technicky použití slámy jako nosné konstrukce opravdu funguje, ale hned vystal problém, že nám chybí jakékoli podklady, které by umožnily v našem stavebním řádu takovou stavbu realizovat. Proto se další použití slámových balíků inspirovalo více ze zkušeností v Rakousku a v Německu, které mají blíže k naší legislativě, a kde oproti Americe je mnohem více odpovědnosti kladeno na papíry atestů, než na osobní odpovědnost konkrétních realizátorů a investorů. Dokonce i evropská Anglie má možnost realizace, pokud stavební inspektor na místě posoudí, že stavba je bezpečná. Z těchto důvodů jsme měli jedinou možnost, použít slámu pouze jako výplň izolací v nějaké formě nosné konstrukce.

2.3. Řešení pro Country Life

Přístavba přednáškového sálu v Nenačovicích byla od začátku koncipována se slámou,

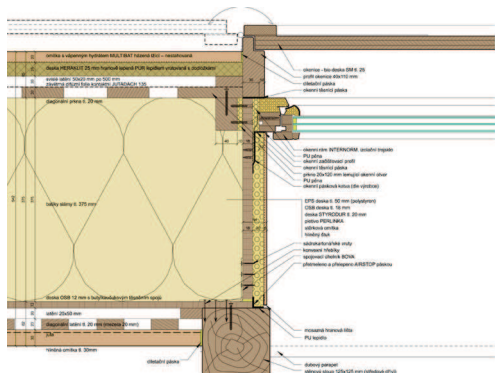
i když zde byly požární požadavky na odolnost F-45 min. Podle tehdejší legislativy stačilo prokázat takovou odolnost vrstev vnitřního povrchu, tím byl příslušný sádkokarton, a tím byl problém vyřešen. To bohužel už dnes tak snadno nejde, protože v současnosti jsou požadovány atesty celých skladeb. Použili jsme klasickou konstrukci fošinkovou s konzolkami, vymežujícími prostor na tloušťku balkvů. Plynotěsnou vrstvu tvoří dotěsněná OSB deska. Vnější povrch s prkenným obkladem a odvětranou mezerou. Zároveň se na této realizaci vyjevila slabina použití slámy. Je k dispozici jen během sklizně cca jeden měsíc v roce a když je deštivé léto, tak se sklizeň přijatelně suché slámy nemusí zdařit vůbec. Farmě Country Lifu se to sice podařilo, ale když nejsou skladovací prostory pod střechou, tak je přikrytí ve stohu značně rizikové. Pod plachtou se sráží vlhkost, a tak je třeba počítat s velkými ztrátami, nebo slámu od plachty oddělit mezivrstvou třeba z palet, což je komplikované. Plachta navíc je během roku namáhaná větrem a někdy se udržet na stohu nepodaří. A to se právě stalo zde. Pokud stavba nemá možnost počkat do další sezóny, nezbyvá, než slámu nahradit nějakou standardní izolací.



Obr. 2 Detail skladby stěny přístavby v Nenačovicích, nakonec jen s vrstvenou izolací / postup výstavby.

2.4. Řešení pro ty co chtějí vidět v interiéru, že mají konstrukci stěny ze dřeva

V Tehově chtěl investor řešení s masivnější konstrukcí, která bude vidět. Průběh plynotěsné vrstvy proto probíhá na vnější straně konstrukce a výhodu má i v tom, že balíky se nemusí pasovat do konstrukce, a tím se výrazně snižuje pracnost. Ze strany interiéru někde byla použita vyzdívká z nepálených cihel, někde SDK a někde hliněná omítka, to podle priorit jednotlivých místností. Na straně exteriéru tehdy byla na závětrné vrstvě odvětraná mezeza a heraklit s omítkou. Dnes by tam určitě byla dřevovláknitá deska, která je všechny nahradí, je nosičem pro omítku a přidává ještě tepelně izolační vlastnosti.



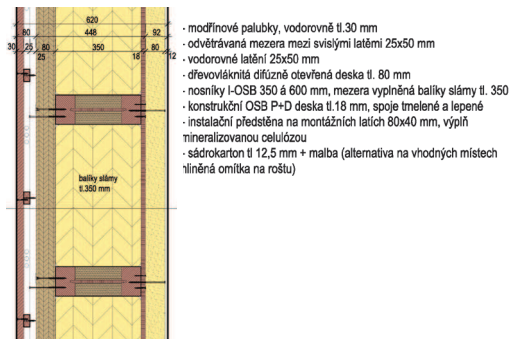
Obr. 3 Detail ostění okna s přiznanou vnitřní konstrukcí / hrubá konstrukce / zaklopená OSB / s vyzdívkou .

2.5. Konstrukce s „I“ nosníky v plášti Domu stromů

U všech nosných konstrukcí s výplní slámovými balíky je problém jak nejjednodušeji vytvořit prostor pro balíky. K tomu se vylehčené dřevěné „I“ nosníky přímo nabízejí, zvláště když mají prostor mezi pásnicemi dorovnaný hobrou. Co se po předchozích realizacích ukázalo jako klíčové, bylo dohutnění prostoru s balíky do potřebné hustoty. Zemědělské balíkovače zatím neumějí dělat přesně stejně dlouhé balíky a jsou více či

V.

měně se zaoblenými hranami. Délka i tvar závisí na řadě proměnlivých faktorů, hodně na kvalitě obilné slámy, hlavně délce stébel. Proto výsledná kvalita provedené izolace je přímo závislá na individuálním přístupu a pečlivosti. Protože pro pasivní dům je důležité, aby bylo dosaženo nejen teoretických vlastností, ale výsledku raději pojištěného ještě proti (jak to nazvat) „blbosti pracovníků“, opláštění dřevoláknitou fasádní deskou se závětrnou funkcí a vyplnění instalační mezery stříkanou celulózou znamená nejen odstranění tepelných vazeb, ale i nasílení potřebné izolace.



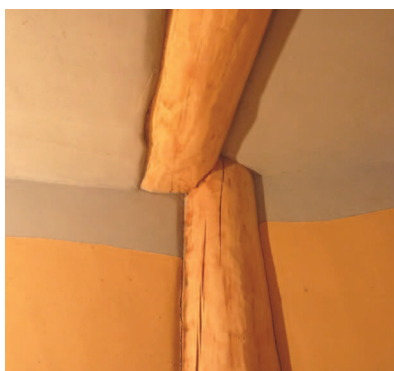
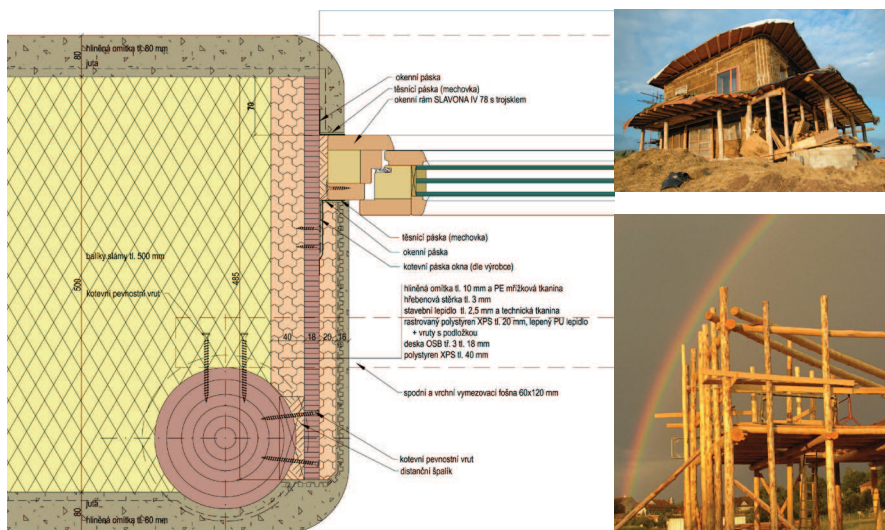
Obr. 4 Půdorysný detail obvodové stěny.



Obr. 5 Dům stromů-vizualizace od východu, návrh- J.Smola, J.Praisler, A.Brotánek.

2.6. Konstrukce se snahou o minimalizaci ekologické stopy na minimum

V Hradčanech u Tišnova měl Michal Navrátil touhu jít až na hranice možného. Chtěl nahradit v maximální možné míře průmyslové materiály, a tak i plynotěsnou vrstvu, klíčovou pro dosažení vlastností PD, měla zajistit hliněná omítka bez použití desek typu OSB (ty zůstaly jen na ostění oken). K tomu nosná konstrukce bez opracovaných trámů z rostlé borovice. Návrh počítal s kontinuálním průběhem hliněné omítky s výrazně jílovitějším složením s příměsí obilného zákvasu. Obtížnější bylo tento úkol splnit na stavbě a jednotlivé části omítek na sebe navázat bez prasklin. Dům se dotěšňuje průběžně takřka neustále. Celý dům byl jeden velký experiment a u řady postupů dnes víme, jak dělat jinak. Prolnutí konstrukce z kuláčů spolu s výplní slámových balíků bylo rovněž výrazně pracnější, protože ve stěnách se téměř polovina balíků musela individuálně upravovat. Takže hranice možného lze tušit lépe, ale výraznější pracnost řešení není určitě ekonomicky racionálnější i když všechny základní suroviny jsou „téměř“ zadarmo. To zdůrazňuji pro ty, kteří si představují, že stavění se slámou je něco levného, s tím je třeba operovat velmi opatrně!



Obr. 6 Půdorysný detail oboustranně omítané slámové výplně prolnuté s nosnou kostrou z kuláčů.

Dřevo, sláma i hlína jsou živé materiály, které během roku pracují a proto je obtížné při jejich prolínání zajistit těsnost tam kde se omítka stýká s konstrukcí.

2.7. Nosná sláma pro Ekopark Odolena Voda o.p.s. Prosperita

V roce 2008 přišel pan Pavel Komárek s projektem Ekopark Odolena Voda. Hlavními aktivitami zde mají být ukázky realizace staveb ve skutečné velikosti a v reálných podmínkách pro představu široké veřejnosti včetně bydlení na zkoušku, které je tím nej názornějším způsobem představení principů PD v praxi. Zároveň stavby Ekoparku by měly sloužit k vývoji nových technologií. Náš ateliér byl osloven vyprojektovat jeden dům ze slámy. Pan Komárek už měl za sebou řadu exkurzí i na námi navrhovaných stavbách

a všiml si, jak jsem také v předchozích kapitolách naznačil, že prolínání nestandardně velkých balíků slámy s konstrukcemi je pracné. A vyzval, zdali není ještě nějaká jednodušší cesta, třeba kde by se mohl uplatnit nějaký vývoj nebo doplnění norem. V tu chvíli mi bylo jasné, že dozrál čas na zavedení toho, co už v USA dávno vyzkoušeli a funguje, využit slámu jako nosného elementu, jak jsme to vyzkoušeli už během kurzů v Libčevsi. Výhled spolupráce s ČVÚT, která se na projektu také podílela dávala naději, že by se to mohlo podařit.



Obr. 7 Dům č.05 pro EKOPARK, který měl též v zadání od investora využití měkkých linií, které umožňuje nosná sláma. Přízemí bude využito na výstavu technologií a patro pro ubytování hostů. Návrh - A.Brotánek, spolupráce J.Čech, J.Márton

Projekt je dnes připraven, balíky slámy na tloušťku stěny 600 mm (tedy s izolačními vlastnostmi spolehlivě pro potřeby PD) už jsou složené z letošní sklizně ve stodole. Návrh počítá s tím, že nosné stěny spočívají na základovém roštovém platu (vyfoukaném směsí slámy a celulózy) na pilotkách nad terénem. Nosné stěny procházejí přes dvě patra se dvěma stahujícími věnci. Střecha je položena na obvodový věnec stěn a středovou stolicí. Vlastní konstrukce patra není propojená do obvodové stěny, ale stojí na nezávislé vnitřní konstrukci opřené do základů. To umožňuje, aby hliněná omítka procházela nepřerušeně od podlahy ke stropu bez rizika prasklin. Strop a podlaha má ve skladbě plynotěsnou vrstvu s deskou z recyklovaných tetrapakových obalů, se kterými bude plynotěsná omítka spojena propojovacími plynotěsníci páskami na přechod z desek na omítku a těchto spojů bude minimum. Na omítku bude použita hliněná směs Picas ve třech vrstvách, se třemi přílnavostními jílovými nátěry, které posilují paro a plynobrzdné funkce omítky. Tímto směrem nás navedl zkušený testovač těsností PD Ing. Paleček, kterému se tento nátěr osvědčil i jinde na posílení plynotěsní funkce i u OSB desek. Přesně tuto skladbu se podařilo 30.6. otestovat v požární zkušebně v Pavusu ve Veselí n.Lužnici.

2.8. Požární zkouška nosné stěny ze slaměných balíků

Díky spolupráci s ČVÚT a díky úsilí prof.Tywniaka se podařilo realizovat zkoušky v rámci projektu 122 142 0507: „VYBRANÉ VLASTNOSTI PŘÍRODNÍCH A DALŠÍCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ, STAVEBNÍCH PRVKŮ A BUDOV“ z programu Efekt, MPO ČR.

Řešitelem projektu je Katedra konstrukcí pozemních staveb, Fakulty stavební ČVUT v Praze. Touto událostí se otevírají zcela nové možnosti v oblasti výstavby pasivních domů s minimalizovanou ekologickou stopou při výstavbě.

Byla zkoušená konstrukční stěna z nosné slámy stažená pěti ocelovými táhly M12 a omítnutá ze strany interiéru (ze strany zkoušky) 50 mm hliněnou a vně 30 mm vápennou omítkou. Zkouška pod statickým zatížením **prokázala odolnost ohni i předepsanou pevnost po dobu 2 h 19 min** a ještě stále neprohořela!



V.

Protože zkouška proběhla již podle „společné evropské legislativy“, bude možné její výsledky využívat ve všech zemích EU.

V rámci tohoto projektu proběhla ještě další požární zkouška dvou skladeb s použitím slámy, ale na ty už nezbyvá prostor, jsou nebo budou na webu.

Podrobné informace o projektu a dílčí výsledky včetně zkušebních protokolů jsou k dispozici na webových stránkách řešitele projektu:

<http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyzkum&sub=30>

Koordinátorem projektu za ČVUT:

Jan Růžička, e-mail: jan.ruzicka@fsv.cvut.cz



Partneři části projektu „Stěna z nosné slámy“ :

ABatelier, e-mail: abrotanek@pasivnidomy.cz

Hliněné omítky Picas, e-mail: navratil@rigi.cz



Konstrukce pro pasivní domy

Obvodové pláště z přírodních materiálů pro pasivní domy - požární a tepelně technické vlastnosti

Ing. Jan Růžička, Ph.D., Ing. Pavel Kopecký, Ph.D., Ing. Marek Pokorný,
Ing. Kamil Staněk

Fakulta stavební ČVUT v Praze, Katedra konstrukcí pozemních staveb,
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Tel.: +420 224 354 682, E-mail: k124@fsv.cvut.cz

1. Úvod

Požadavky na snížení energetické náročnosti staveb se v současnosti stávají nedílnou součástí návrhu kvalitních staveb. Koncept „pasivního domu“ je obecně přijímán jako řešení, které tyto požadavky naplňuje. Specifickými vlastnostmi obvodových konstrukcí pro PAS domy jsou mj. velká množství tepelných izolací, velké tloušťky konstrukcí a relativně komplikovaná souvrství. Právě velké množství tepelných izolací, které mají mnohdy vysokou energetickou náročnost výroby a jsou z neobnovitelných zdrojů, zvyšují environmentální stopu těchto budov [1]. Energie investovaná do materiálů, které po celou dobu životnosti stavby významně snižují provozní energetické nároky, je bezesporu využita smyslně. Na druhou hledání takových materiálů a řešení, které budou tuto energii redukovat je zcela relevantní. Vyústěním těchto snah je využití materiálů s minimálními hodnotami svázaných emisí CO₂, SO₂ a zabudované energie, obnovitelných nebo recyklovaných.

1.1. Přírodní a další materiály pro obvodové stěny pasivních domů

Pro všechny funkce, které musí obvodová stěna PAS domu zajistit (nosná, tepelně izolační, vzduchotěsná a parotěsná, akumuláční, architektonická...) lze využít výrobky, jejichž základní výrobní surovinou je dřevo zpracované v různých podobách (rostlé dřevo, hraněné řezivo, lepené a aglomerované dřevo, rozvlákněná dřevní hmota, papír a celulóza atd.). Jako tepelné a akustické izolace je pak možno využít materiály typu sláma, kopřiva, rákos, kokosová vlákna, korek, ovčí vlna atd. Pro specifické konstrukční prvky např. konstrukční plášťování plnicí zároveň parotěsnou (parobrzdnou) a vzduchotěsnou funkci pak lze použít různé druhy desek z recyklovaných materiálů, např. tzv. tetrapakové desky z recyklovaných nápojových kartonů. Pro povrchové úpravy v interiérech je pak možno použít např. jílové omítky, jednak pro zlepšení vnitřního mikroklimatu a pro zvýšení akumuláčních schopností stavby.

1.2. Konstrukční řešení obvodových plášťů z přírodních materiálů

Skladby a souvrství, které byly testovány jak z hlediska požární odolnosti tak z hlediska tepelných vlastností vycházejí zejména z LOP systému 2x4 v různých modifikacích hlavních nosných prvků (hraněné řezivo, dřevěné l-nosníky...), tepelných izolací, konstrukčních desek nebo povrchových úprav na vnitřní a vnější straně. Specifickou

konstrukcí je nosná obvodová stěna ze slaměných balíků. Pro některé nevýhody jednovrstvých stěn, zejména vyšší riziko tepelných vazeb a mostů např. vlivem technologické nekázně při realizaci či v místech složitých konstrukčních detailů, se toto řešení pro PAS domy zpravidla nedoporučuje. Na druhou stranu sláma jako stavební materiál vykazuje tak vysokou environmentální kvalitu, že se i přes tyto nevýhody jeví jako možná alternativa pro specifické stavby.

2. Požární odolnost obvodových stěn z přírodních materiálů pro PAS domy

Cílem požárních zkoušek obvodových stěn bylo ověření základních konstrukčních principů a nosných prvků, ověření skladeb z požárního hlediska, chování materiálů v konkrétních skladbách a jejich vliv na požární ochranu a zvýšení požární odolnosti hlavních nosných prvků. Požární zkoušky byly provedeny v autorizované zkušební laboratoři PAVUS, a. s. ve Veselí nad Lužnicí.

2.1. Metodika požárních zkoušek a požadavky na požární odolnost

Zkoušky požární odolnosti svislých nosných konstrukcí byly provedeny podle ČSN EN 1363-1: 2000 Zkoušení požární odolnosti; Část 1: Základní požadavky a podle ČSN EN 1365-1: 2000 Zkoušení požární odolnosti nosných prvků; Část 1: Stěny.

Požární odolnost byla zkoušena na výsecích nosných stěn o velikosti 3×3 m. Úroveň tepelného zatížení ve zkušební peci (výkon hořáků) byla dána tzv. požárním scénářem, tzv. „normovým požárem“, pro který je zkoušená konstrukce zamýšlena. Vnitřní požár simuluje podmínky uvnitř hořícího prostoru s plně rozvinutým požárem (stav po tzv. prostorovém vzplanutí – „flashover efekt“). Vnější požár představuje tepelné zatížení vnější části stěny, způsobené např. sousedním hořícím objektem.

Požadovaná požární odolnost (PO) v minutách konstrukce závisí na tzv. stupni požární bezpečnosti (SPB) daného požárního úseku. SPB (I až VII) závisí na požární výšce objektu, požárním zatížení a konstrukčním systému budovy z požárního hlediska. Pro rodinné domy řešené jako dřevostavby s hořlavým konstrukčním systémem se běžně uvažuje následující SPB a jemu odpovídající požadovaná PO pro obvodovou případně pro vnitřní nosnou stěnu: jednopodlažní RD - I. SPB - pož. PO = 15 min; dvoupodlažní RD - II. SPB - pož. PO = 30 min pro 1. NP, 15 min pro 2. NP; třípodlažní RD - III. SPB - pož. PO = 45 min pro 1. NP a 2. NP, 15 min pro 3. NP.

Kromě vlastní doby v minutách jsou ve výsledné PO uváděny:

- mezní stavy PO: R (únosnost a stabilita), E (celistvost povrchu, tj. šíření plamene, kouře...), I (tepelně izolační schopnost na straně odvrácené od požáru),
- druh konstrukce DP1 (nejčastěji zcela nehořlavé konstrukce např. zděná či železobetonová), DP2 nebo DP3 (konstrukce s jistým podílem hořlavých materiálů).

2.2. Modelové skladby pro požární zkoušky

Skladby zkušebních vzorků a dimenze nosných prvků byly ve všech případech cíleně navrženy na předpokládané spodní hranici požární odolnosti. Záměrně byly ve skladbách

použity nejsubtilnější nosné prvky, nejmenší tloušťky požáru odolných vrstev k ochraně svislých nosných konstrukcí atd. Předpokládá se, že konstrukce navržená pro konkrétní stavbu bude buď navržena s těmito minimálními dimenzemi, nebo budou konstrukční prvky a tloušťky vrstev větší, tj. tzv. „na straně bezpečnosti“ proti zkušebnímu vzorku. Proto zkoušené skladby neodpovídají tepelné technickým požadavkům pro PAS domy, jsou navrženy tak, aby tvořily základ reálné konstrukce.

Skladba 1a - LOP na bázi dřeva systému 2x4 s izolací z dřevní hmoty

Stěna je charakteristická zejména štíhlostí nosných prvků z hraněného řeziva KVH 40/140 mm (oproti běžně používaným sloupkům tl. 60 mm). Konstrukční plášťování a vzduchotěsná vrstva je tvořena deskou OSB 4PD tl. 15 mm, hlavní tep. izolaci tvoří dřevní hmota STEICO Flex tl. 140 mm. Z exteriéru je skladba kryta dřevovláknitou deskou DHF 4PD tl. 15 mm bez povrchové úpravy. Vnitřní povrch je tvořen SDK Knauf RF tl. 12,5 mm na dřevěném roštu z latí 24/60 mm na kovových závěsech. Instalační dutina tl. 60 mm je vyplněna tep. izolací z dřevní hmoty STEICO Flex.

Skladba 1b - LOP na bázi dřeva systému 2x4 s izolací z foukané celulózy

Stěna je konstrukčně obdobná jako u skladby 1a, ale jsou použity jiné druhy tepelných izolací. Instalační dutina tl. 60 mm je vyplněna tep. izolací z min. vláken ORSIL Orsik, hlavní tep. izolační vrstvu tl. 140 mm tvoří foukaná celulóza CIUR. Povrchové úpravy z exteriéru a interiéru jsou jako u skladby 1a.

Skladba 2a - LOP s dřevěnými l-nosníky a izolací z dřevní hmoty

Konstrukce stěny vychází z principů 2x4, hlavní nosný prvek je tvořen l-nosníky STEICO WALL 60/160. Tep. izolace je tvořena dřevovláknitými rohožemi STEICO FLEX, tl. 2x 80 mm a dřevovláknitou deskou STEICO Protect tl. 60 mm. Konstrukční plášťování je tvořené OSB 4PD tl. 15 mm.

Skladba 2b - LOP s dřevěnými l-nosníky a izolací z foukané celulózy

Hlavním nosným prvkem jsou l-nosníky STEICO WALL 60/160 s konstrukčním plášťováním z desek OSB 4PD tl. 15 mm. Tep. izolace je tvořena foukanou celulózou CIUR. Z exteriéru jsou desky DHF 4PD tl. 15 mm a STEICO Protect tl. 40 mm.

Pozn.: Skladby 2a a 2B byly testovány na tzv. vnější požár, proto nezahnují vnitřní instalační předstěnu na vnitřní straně stěny.

Skladba 3 - nosná stěna ze slaměných balíků

Stěna je z balíků slámy 500×410×500 mm, které plní tepelně izolační a nosnou funkci. Prahová a věncová fošna z panelu NOVATOP tl. 84 mm jsou spojeny po 600 mm stahovacími závitovými tyčemi M12, které slouží ke stlačení balíků. Objemová hmotnost nestlačených balíků je 77,0 kg/m³, po finálním přitížení 93,1 kg/m³. Z interiéru je na pletivo jílová omítka PICAS, tl. 60 mm, z exteriéru vápenná omítká tl. 30 mm.

Skladba 4a - LOP s dřevěnými sloupky s izolací ze slámy a foukané celulózy

Stěna je tvořena systémem 2x4 a je tvořena nosnými dřevěnými sloupky 50/100 mm s pláštováním z desek OSB 4PD tl. 15 mm. Tep. izolaci tvoří slaměné balíky tl. 410 mm, dutina mezi slámou a OSB deskami je vyplněna foukanou směsí celulózy CIUR 50 % a slaměné řezanky 50 %. Z interiéru je jílová omítká PICAS tl. 30 mm na rabicovém pletivu, z exteriéru vápenná omítká na rabicovém pletivu tl. 30 mm.

Skladba 4b - LOP s nosníky STEICO s foukanou izolací ze směsi slámy a celulózy

Konstrukce stěny vychází ze systému 2x4 a je tvořena nosnými dřevěnými I-nosníky STEICO WALL 60/160 s konstrukčním pláštováním z desek z recyklovaných tetrapakových obalů FLEXIBUILD BASIC D1,5 STANDARD tl. 15 mm. Tepelnou izolaci tvoří směs foukané CIUR 50 % a slaměné řezanky 50%. Z interiéru je provedena jílová omítká PICAS tl. 30 mm na rabicovém pletivu, z exteriéru je záklop z dřevovláknitých desek EGGER DHF 4N+F EN, tl. 15 mm.



Obr. 1 Zkušební stěny a skladby (zleva): Zkušební vzorek s nosnými prvky z profilů 40/140 mm se skladbami 1a, 1b. Skladby 2a, 2b s nosnou konstrukcí s I-nosníky. Nosná stěna ze slaměných balíků (skladba 3). Skladba 4a s dřevěnými nosnými profily 50/100 mm s tepelnou izolací ze slaměných balíků a směsí foukané slámy a celulózy. Skladba 4b s dřevěnými I-nosníky s konstrukčním pláštováním z desek z recyklovaného tetrapaku a s foukanou izolací ze směsi celulózy a slámy.

2.3. Průběh zkoušky

Zkoušky byly prováděny ve svislé stěnové peci, vzorky byly zabudovány do ocelového zatěžovacího rámu s možností volné dilatace po okrajích. Zatěžovací rám byl vložen do otevřeného čela zkušební pece a 30 minut před započetím zkoušky bylo hydraulickými lisami vneseno definované svislé zatížení, které může v reálných podmínkách nastat od účinků stálého nebo nahodilého zatížení. Tepelný výkon naftových hořáků byl nastaven v souladu se zvoleným požárním scénářem.

Z celkem realizovaných 4 zkušebních stěn byla jedna zkouška (stěna 3) provedena jako tzv. „deklarační“, tj. zkušební vzorek i metodika zkoušky odpovídaly požadavkům ČSN. Ostatní zkoušky byly provedeny jako tzv. „pilotní“, tj. zkušební stěny byly dělené a v rámci jednoho vzorku byly testovány dvě skladby buď zcela rozdílné nebo v drobných materiálových nebo konstrukčních modifikacích. Zkušební stěny 1, 3, 4 byly testovány na vnitřní požár a stěna 2 na vnější požár.

Stěna 1 (skladba 1a, 1b) - vnitřní požár, zatížení 22,5 kN/m

V 68. minutě byl dosažen mezní stav E (celistvost povrchu), kdy prohořela vnější DHF deska u horního okraje vzorku v místě tep. izolační výplně s foukanou celulózou. Příčinou selhání konstrukce byla lokální nehomogenita a narušení kompaktnosti foukané tepelné izolace z celulózy. Předpokládána PO („pilotní“ zkouška na nenormovém vzorku) - REI 60 DP3.

Stěna 2 (skladba 2a, 2b) - vnější požár, zatížení 22,5 kN/m

V průběhu zkoušky byla několikrát překročena teplota tzv. normového požáru vlivem hoření části konstrukce. Z hlediska rozvoje požáru se ukázaly významné spoje „perodrážka“ v dřevovláknitých deskách, které zabraňovaly prostupu požáru do dalších vrstev. Opět se prokázal vliv tepelné izolace, zkouška byla ukončena ve 105. minutě vlivem porušení celistvosti E s trvalým průnikem plamenů v části skladby 2b s foukanou tep. izolací z celulózy. Příčinou mohla být opět lokální nehomogenita buď z výroby nebo vypadnutí izolace v průběhu zkoušky. Předpokládána PO („pilotní“ zkouška na nenormovém vzorku) - REI 90 DP3.

Stěna 3 (skladba 3) - vnitřní požár, zatížení 12,0 kN/m

Zkouška byla ukončena ve 145. minutě z důvodu nadměrné svislé deformace, tj. dosažení mezního stavu požární odolnosti R. Povrch stěny zůstal po celou dobu zkoušky celistvý a nedošlo k prohoření stěny. Od 114. minuty, patrně v souvislosti s degradací požární ochranné vrstvy z jílové omítky, narůstá rychlost svislé deformace. Zkouška prokázala význam povrchových vrstev a jejich provedení pro PO konstrukce. Skutečná PO („deklarační“ zkouška na normovém vzorku) - REI 120 DP3.

Stěna 4 (skladba 4a, 4b) - vnitřní požár, zatížení 22,5 kN/m

Zkouška byla ukončena v 66. minutě vlivem porušení celistvosti s trvalým průnikem plamenů v části skladby 4b s tetrapakovými deskami. Zkouškou byly prokázány limity tetrapakových desek z hlediska jejich funkce jako požární ochranné vrstvy, v jejím průběhu byl patrný rozpad desek vlivem teploty (pojivem v těchto deskách je polypropylen). Skladba 4a byla v době ukončení zkoušky bez viditelného poškození. Předpokládána PO (dle „pilotní“ zkoušky na nenormovém vzorku) - REI 60 DP3.

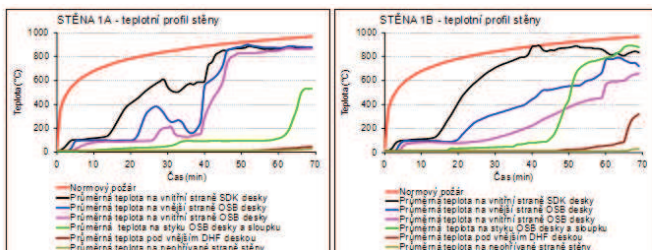


Obr. 2 Zkušební vzorky v době ukončení požární zkoušky (zleva): Skladby 1a, 1b. Skladby 2a, 2b. Slaměná stěna - skladba 3. Skladba 4a, 4b.

2.4. Vyhodnocení požární zkoušky

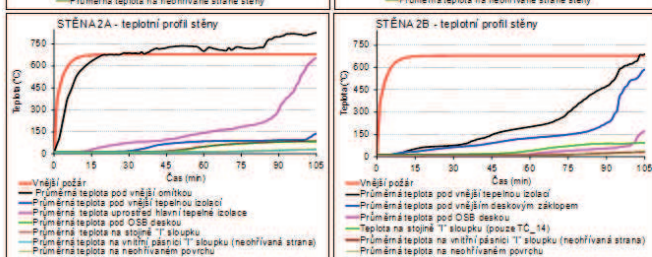
Během požární zkoušky byly měřeny jednak parametry požadované normou, ale také teploty uvnitř skladby, které pomohly vytvořit teplotní profil stěny. Ten umožňuje hlubší analýzu chování konstrukce při požáru a také její další optimalizaci. V grafech na Obr. 3 jsou uvedeny teplotní profily jednotlivých skladeb. Teploty v jednotlivých vrstvách (směrem od požárem namáhané strany) jsou vztaženy k teplotám příslušného požárního scénáře - pro vnitřní požár (normový) nebo vnější požár. V oblastech grafu, kde se průběhy teplot blíží k těmto křivkám, se konstrukce blíží k limitu PO.

stěna 1A



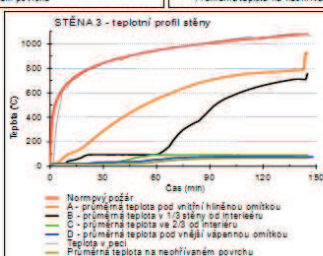
stěna 1B

stěna 2A

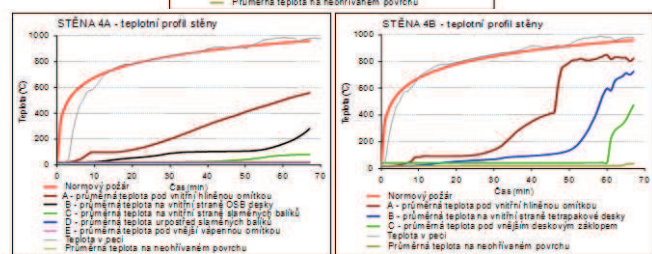


stěna 2B

stěna 3



stěna 4A



stěna 4B

Obr. 3 Teplotní profily zkušebních stěn

Obr. 3 Teplotní profily zkušebních stěn.

V.

3. Tepelně-technické vlastnosti slaměných balíků

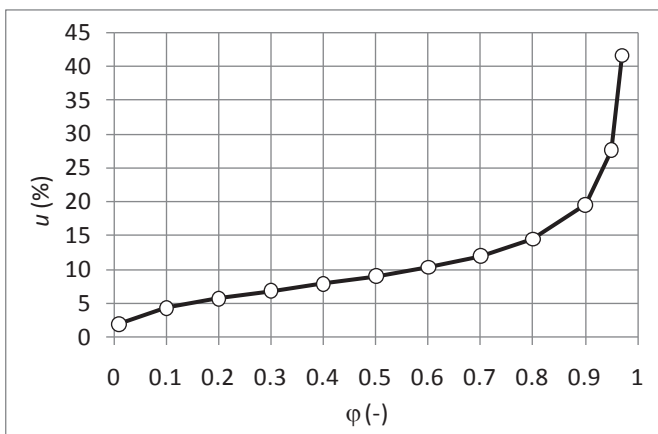
3.1. Průzkum literatury

Sorpční křivka

Závislost rovnovážné hmotnostní vlhkosti stavebního materiálu na relativní vlhkosti vzduchu udává sorpční křivka. Podle [2] lze sorpční křivku slámy vyjádřit vztahem:

$$u = \frac{u_{\text{sat}}}{1 + n \left(\frac{K_m}{\varphi} - 1 \right)^{1/3}} \quad (\text{kg/kg} \times 100) \quad (1)$$

kde u_{sat} [kg/kg×100] je hmotnostní vlhkost slámy plně nasycené vodou v procentech ($u_{\text{sat}} \approx 400$ %), φ [-] je relativní vlhkost vzduchu v pórovém systému slámy vyjádřená zlomkem a n a K_m jsou konstanty, které pro slámu nabývají hodnot: $n = 44$ a $K_m = 0,9773$.



Obr. 4 Sorpční křivka slámy podle [2].

Součinitel tepelné vodivosti

Součinitel tepelné vodivosti slámy obecně závisí na její vlhkosti, objemové hmotnosti, a teplotě. Se zvyšující se objemovou hmotností, teplotou i vlhkostí hodnoty součinitele tepelné vodivosti rostou.

Podrobný přehled a srovnání publikovaných hodnot součinitele tepelné vodivosti slaměných balíků uvádí [3]. V přehledu se rozlišuje, zda byl součinitel tepelné vodivosti měřený a) přímo na slaměných balících nebo b) odvozený z měřeného součinitele prostupu tepla celé konstrukce se skladbou omítka /sláma /omítka. Hodnoty součinitele tepelné vodivosti odvozené z měření na celé konstrukci jsou vždy o něco vyšší než měřené přímo na slaměných balících. Rešerše v [3] se ukončuje doporučením pro hodnoty součinitele tepelné vodivosti slaměných balíků zabudovaných do konstrukce se skladbou omítka/ sláma/ omítka:

- tepelný tok kolmo ke stéblům, $\lambda = 0,060 - 0,070$ W/(mK);

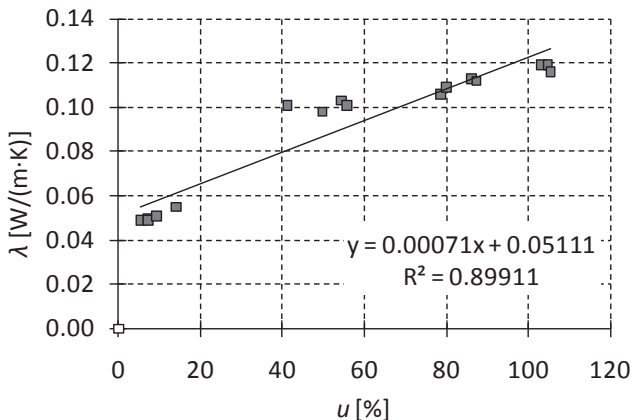
- tepelný tok rovnoběžně se stěbly, $\lambda = 0,065 - 0,075 \text{ W/(mK)}$.

Tyto hodnoty jsou značně vyšší, než hodnoty z rakouské studie [4], která doporučuje jako výpočtovou hodnotu součinitele tepelné vodivosti samotného slaměného balíku používat $0,0456 \text{ W/(mK)}$. Taková hodnota již není daleko od úrovně běžně používaných tepelně izolačních materiálů.

V České republice se přenosu tepla a vlhkosti přes konstrukce ze slaměných balíků věnuje Daniel Grmela. V práci [5] se sledovala závislost součinitele prostupu tepla slaměného balíku na jeho hmotnostní vlhkosti. Práce bohužel neobsahuje určení závislosti $\lambda = \lambda(u)$. Naměřené hodnoty z [5] proto byly proloženy funkcí:

$$\lambda(u) = \lambda_d + K \cdot u \quad [\text{W/(mK)}] \quad (2)$$

kde λ_d je součinitel tepelné vodivosti slámy v suchém stavu a K je konstanta. Nejlepšího výsledku bylo dosaženo s $\lambda_d = 0,0511$ a $K = 0,00071$, viz Obr. 5. Otázkou samozřejmě je, jestli přímka vyjadřuje závislost $\lambda = \lambda(u)$ dostatečně věrně, a jestli je soubor měřených hodnot dostatečně obsáhlý.



Obr. 5 Závislost $\lambda = \lambda(u)$ podle [5].

3.2. Laboratorní měření součinitele tepelné vodivosti

Vlastní měření probíhalo na třech vzorcích slaměných balíků s různou objemovou hmotností (viz Tab. 1). Vzorek označený S1 byl vytvořený z nestlačené slámy, viz Obr. 3, vlevo. Vzorek označený S2 byl vytvořený ze stlačené slámy. Vzorek označený S3 byl vytvořený ze stlačené slámy a měl na sobě provedeny omítky z vnitřní i vnější strany (hliněná a vápenná omítky).

Tabulka 1 Vzorky slaměných balíků

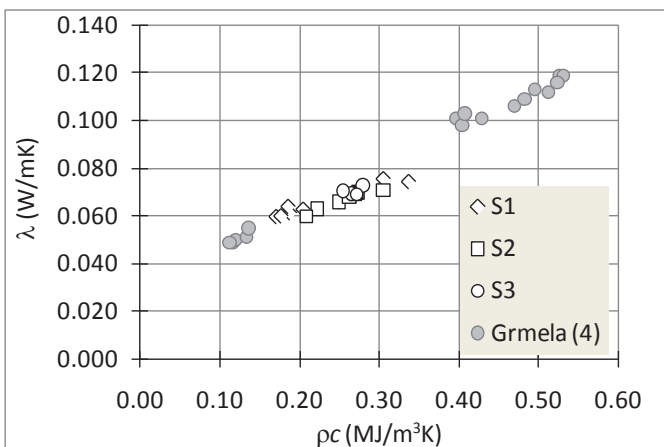
Vzorek	Rozměry vzorku	Objemová hmotnost1)	Teplota2)	Relativní vlhkost3)	Hmotnostní vlhkost4)
S1	0,6×0,6×0,39 m	81,5 ± 1,0	25 °C	50 %	9,0
S2	0,6×0,6×0,36 m	102,8 ± 1,0	25 °C	50 %	9,0
S3	0,6×0,6×0,38 m	905)	25 °C	72 %	12,4

Vysvětlivky k tabulce: 1) měřená hodnota, 2) teplota vzduchu v laboratoři během měření, 3) relativní vlhkost vzduchu uvnitř balíku, 4) hmotnostní vlhkost odečtená ze sorpční křivky, 5) informace od výrobce vzorku.



Obr. 6 Vlevo – vzorek z nestlačené slámy; Vpravo - přístroj ISOMET 2104 a měření jehlovou sondou

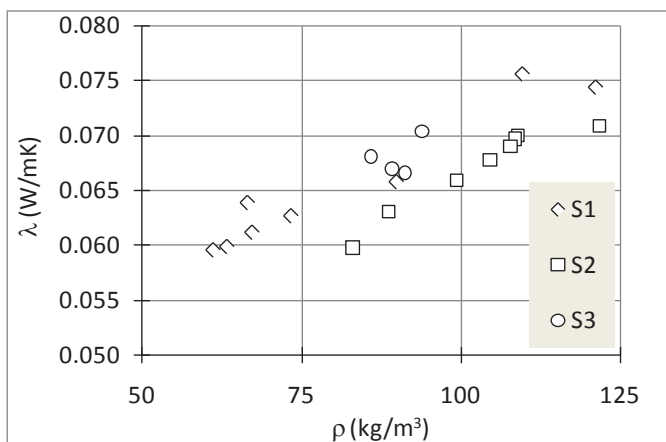
K měření se používal přístroj ISOMET 2104 výrobce [6]. V každém ze vzorků se v několika místech jehlovou sondou (viz Obr. 6, vpravo) měřily součinitel tepelné vodivosti λ [W/(mK)] a objemová tepelná kapacita ρc [J/(m³K)]. Naměřené údaje jsou vyobrazeny na Obr. 7. Pro porovnání jsou uvedeny i hodnoty z [5].



Obr. 7 Naměřené hodnoty součinitele tepelné vodivosti a objemové tepelné kapacity.

Prezentované výsledky na Obr. 7 mají tu nevýhodu, že nezobrazují závislost součinitele tepelné vodivosti pouze na objemové hmotnosti. K získání takové závislosti je nutné nějakým způsobem odhadnout hodnotu měrné tepelné kapacity. Dopočet její hodnoty byl provedený jako podíl průměrné objemové kapacity (střední hodnota z měřených hodnot) a objemové hmotnosti celého balíku. Pro jednotlivé vzorky tento postup vedl k poměrně vysokým hodnotám 2782, 2506, 2940 J/(kgK). Postup je platný, pokud platí předpoklad konstantní hodnoty měrné tepelné kapacity pro celý balík. Hodnoty lokální objemové hmotnosti v okolí vpichu sondy byly poté dopočteny jako podíl lokální objemové kapacity a dopočtené hodnoty měrné tepelné kapacity. Nyní již nic nebrání zobrazení součinitele tepelné vodivosti slámy v závislosti na lokální objemové hmotnosti, viz Obr. 8.

Pro interpretaci hodnot součinitele tepelné vodivosti vyobrazených na obr. 8 je vhodné si uvědomit, že hodnoty odpovídají teplotě 25 °C a hmotnostní vlhkosti 9 %. Střední teplota vrstvy slaměné izolace bude během období vytápění nižší, než byla teplota vzduchu v laboratoři. Relativní vlhkost v souvrství bude záviset na materiálu a tloušťkách vnitřní a vnější omítky. Nicméně lze předpokládat, že střední relativní vlhkost vrstvy slaměné tepelné izolace během období vytápění bude vyšší než 50 %. Námi měřené hodnoty se zdají být v dobré shodě s hodnotami, které uvádí práce [3]. Laboratorní měření naopak nepotvrdilo optimistické hodnoty uvedené ve studii [4].



Obr. 8 Závislost součinitele tepelné vodivosti slámy na objemové hmotnosti. Hodnoty součinitele tepelné vodivosti vzorku S3 byly podle rovnice (2) přepočteny na hodnoty odpovídající rovnovážné vlhkosti $u = 9 \%$ ($\varphi = 0,5$), kterou vykazovaly vzorky S1 a S2.

Zatím se nepodařily uspokojivě vysvětlit měřené vysoké hodnoty měrné tepelné kapacity. Může se jednat o chybu měření. Pro další studium by bylo vhodné změřit měrnou tepelnou kapacitu jiným způsobem.

Naměřené hodnoty součinitele tepelné vodivosti slaměných balíků dobře ilustrují, že se zvyšující se hodnotou objemové hmotnosti a hmotnostní vlhkosti součinitel tepelné

vodivosti roste. Z počtu provedených měření nicméně nelze vytvářet obecně platné závěry.

4. Závěr

Výsledky projektu ukazují, že pokročilé konstrukce pro PAS domy mohou být řešeny různým způsobem a paleta možností je velmi široká.

Tento výsledek byl získán za finanční podpory programu Efekt MPO ČR v rámci Projektu 1221420507: „Vybrané vlastnosti přírodních a dalších stavebních materiálů, stavebních prvků a budov“

5. Literatura

- (1) RŮŽIČKA, J., MANČÍK, Š. *Environmentální kvalita pasivních domů podle kritérií udržitelné výstavby – případová studie, praktický příklad*. Sborník z konference Pasivní domy 2010, Brno
- (2) LAWRENCE, M. – HEATH, A. – WALKER, P. Determining Moisture Levels in Straw Bale Construction. *Construction and Building Materials*, Vol. 23, 2009.
- (3) BRONSEMA, Nicholas R. *Moisture Movement and Mould Management in Straw Bale Walls for a Cold Climate*. MSc. Thesis, University of Waterloo, Canada. Waterloo: 2010.
- (4) Wandsystem aus Nachwachsenden Rohstoffen, studie dostupná z: <http://www.baubiologie.at/download/hausderzukunft.pdf>, Wien, 2001.
- (5) GRMELA, Daniel. Šíření tepla a vlhkosti ve slaměných konstrukcích. Doktorská seminární práce č. 5. Fakulta stavební VUT Brno: 2010. <http://www.slamak.info/products/sireni-tepla-a-vlhkosti-ve-slamenych-konstrukcich/>
- (6) Applied Precision Bratislava, <http://www.appliedp.com/en/isomet.htm/>

Databáze detailů pro pasivní domy

*Ing. Jiří Čech, AB atelier, Sedlice 65, Rožmítal pod Třemšínem
E-mail: jiri.cech@email.cz, tel.:+420 736 705 155,*

*Ing. Juraj Hazucha, Centrum pasivního domu, Údolní 33, 620 00 Brno
E-mail: juraj.hazucha@pasivnidomy.cz, tel.:+420 511 111 813*

1. Úvod

Pro návrh pasivního domu je bezpodmínečně nutné znát kvalitu konstrukčního řešení v jednotlivých detailech a eliminovat tepelné mosty a vazby. K tomu je potřeba znát i tepelné technické chování, tj. hodnoty lineárních činitelů tepelné vodivosti „ ψ “. Centrum pasivního domu proto připravilo ve spolupráci s předními odborníky databázi konstrukčních detailů určených pro pasivní domy.

2. „ ψ “ – lineární tepelná vodivost

Posouzení energetické náročnosti stavby a výpočet měrné potřeby tepla na vytápění obsahuje i ztráty tepelnými mosty. Jejich výše je dána lineárním činitelem prostupu tepla. Tuto hodnotu lze získat z již existujících podkladů (výrobci, katalogy tepelných mostů), nebo vlastním výpočtem. Při výpočtu lze modelovat detail přesně podle navržené konstrukce, bohužel je ale výpočet pracnější a je nutné jeho výsledek ověřit. Naproti tomu detaily knihovně jsou ihned „po ruce“, přičemž jejich nevýhodou kromě horší dostupnosti je, že nemusí odpovídat konkrétní stavbě.

3. Databáze tepelných mostů Centra pasivních domů

Z tohoto důvodu byla v Centru pasivních domů za spolupráce odborníků vytvořena databáze tepelných mostů. V této knihovně, jsou jednotlivé detaily dostupné se všemi zdrojovými podklady. Každý detail tedy obsahuje nejen výkres, průběh izoterm a hodnotu lineárního prostupu tepla, ale i samotné zdrojové soubory výpočtu. Je tedy možné v knihovně vybrat příslušný detail a ten si přizpůsobit pro náš konkrétní pasivní dům.

V databázi se nachází téměř 100 vybraných detailů ve variantách a už v nynější podobě nemá tento projekt ve střední Evropě obdobu, přičemž knihovna se bude dále rozšiřovat.

Funkce a možnosti databáze jsou široké. Vyhledávání umožňuje filtrovat detaily podle tří hlavních kategorií (materiál, typ použití a typ konstrukce). Pro každý detail je zpracováno konstrukční řešení, znázorněn průběh teplot a uvedena tabulka s okrajovými podmínkami a výsledky výpočtu. Pro lepší představu přímého využití detailu jsou připojeny i hlavní zásady jeho aplikace a tipy pro jeho použití v praxi. Vše je doplněné fotografiemi z realizace. Každý detail je doplněn o diskuzi, kde mohou uživatelé sdílet své zkušenosti. Samozřejmě nechybí ani možnost si konkrétní detail, dostupný v několika formátech (PDF, DWG, THM, XLS), stáhnout do počítače a využít jej ve svých projektech. Zejména přístupnost výpočtového protokolu 2D simulaci teplotních polí (v programu THERM)

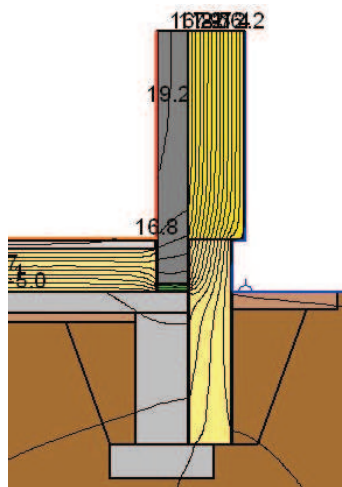
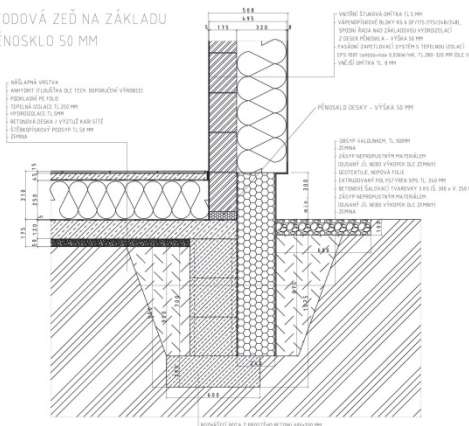
a přepočít na lineární činitele (XLS) dovoluje pokročilejším uživatelům jednoduchou modifikaci detailu pro konkrétní stavbu. Zároveň je možné přispět do knihovny vlastními detaily.

Databáze detailů poskytuje uživatelům následující výhody:

- vyhledávání detailu dle typu konstrukce, použitého materiálu, umístění na stavbě
- náhled včetně grafického výstupu simulace teplotních polí
- tabulka s výslednými hodnotami tepelně-technického posouzení (lineární činitele, teplotní faktory)
- soubory ke stažení - formát CAD, PDF, výpočet ve volně dostupném programu THERM, výpočtové formulář ve formátu MS Excel
- popis řešení a doporučení pro aplikaci
- galerie doplňujících fotografií z realizace
- možnost přímé diskuze k detailům či výpočtům

V.

OBVODOVÁ ZEĎ NA ZÁKLADU
- PĚNOSKLO 50 MM



Parametr		Tl. Tep. Izolace EPS [mm]			
		320	320*	280*	
Minimální teplota je v napojení podlahy a stěny	Teplotní faktor $f_{R,si}$ [-]	0,903	0,903	0,906	
	Poměrný teplotní rozdíl vnitřního povrchu $\psi_{R,si}$ [-]	0,097	0,097	0,094	
	Vnitřní minimální povrchová teplota [°C] pro teplotu interiéru 20°C a exteriérových teplotách:	-13,0	16,8	16,8	16,9
		-15,0	16,6	16,6	16,7
	-17,0	16,4	16,4	16,5	
Lineární číselník prostupu tepla z exteriéru ψ_e [W/(m.K)]		-0,034	-0,030	-0,029	
* EPS-GRAFIT		tl. desek pěnoskla 100 mm			

Obr. 1 Ukázka z databáze detailů - uživatelům je k dispozici náhled konstrukčního detailu (vlevo hoře), průběh teplotních polí ve volně dostupném 2D simulačním programu THERM (vpravo hoře). Samozřejmostí je tabulka s vypočtenými hodnotami pro více variant tloušťek izolace.

4. Závěr

U domů s velmi nízkou spotřebou energie je promyšlené řešení detailů zásadní pro kvalitu stavby. Vliv tepelných mostů může mít výrazný podíl na spotřebě energie a snížit efekt energetických úspor. Jelikož se jedná o nový směr ve stavebnictví, chybí dostatek kvalitních a aktuálních technických informací pro odbornou veřejnost - architekty a projektanty. Databáze konstrukčních detailů poskytuje unikátní vzdělávací produkt ukazující nejnovější trendy ve stavebnictví s možností použít je přímo do projektu pasivních domů.

Projekt databáze detailů byl podpořen Ministerstvem životního prostředí a Státním fondem životního prostředí České republiky.

Databáza certifikovaných detailov pre pasívne domy určená pre projektantov

Vladimir Balent

Tel: +421 911 610 012, E-mail: vladimir.balent@saint-gobain.com

Spoločnosť ISOVER, ako tvorca konceptu Multi-komfortný dom ISOVER založeného na teplotných kritériách pasívneho domu, vydal prvý on-line podporný program. Softvér obsahuje certifikované konštrukčné detaily vhodné pre pasívne domy a je určený najmä pre architektov, projektantov a študentov architektúry.

1. Viac než 150 riešení

Softvér obsahuje viac než 150 konštrukčných riešení (všetko bez tepelných mostov) pre štyri rôzne konštrukčné systémy a zároveň uľahčuje navrhovať energeticky úsporné budovy. Súčasťou je kompletná dokumentácia pre každú konštrukciu: CAD detaily umožňujú stiahnutie v rôznych formátoch, výber komponentov a materiálov, U-hodnôt, izotermických a modelových zobrazení, konceptu vzduchotesnosti. Navrhnuté detaily sú určené pre krajiny nachádzajúce sa v chladnom a miernom podnebnom pásme.

2. Konštrukčné systémy

Konštrukčné riešenia sú vhodné pre nové budovy a sú rozdelené do 4 rôznych častí:

- Drevené konštrukcie s odvetrávanou fasádou
- Masívna konštrukcia s odvetrávanou fasádou
- Drevené konštrukcie s ETICS
- Masívna konštrukcia s ETICS

Každá časť obsahuje 30 až 40 podrobných detailov pre všetky stavebné prvky ako sú: šikmá strecha, podlahová doska a obvodové steny, terasové dvere a iné.

V databáze je aj zadefinovanie konceptu vzduchotesnosti pre každý detail, pričom vzduchotesná rovina je vytvorená pomocou systému ISOVER VARIO. Ten vďaka variabilnému difúznemu odporu s_d 0,3 - 5 m umožňuje lepšiu funkčnosť celej stavby.

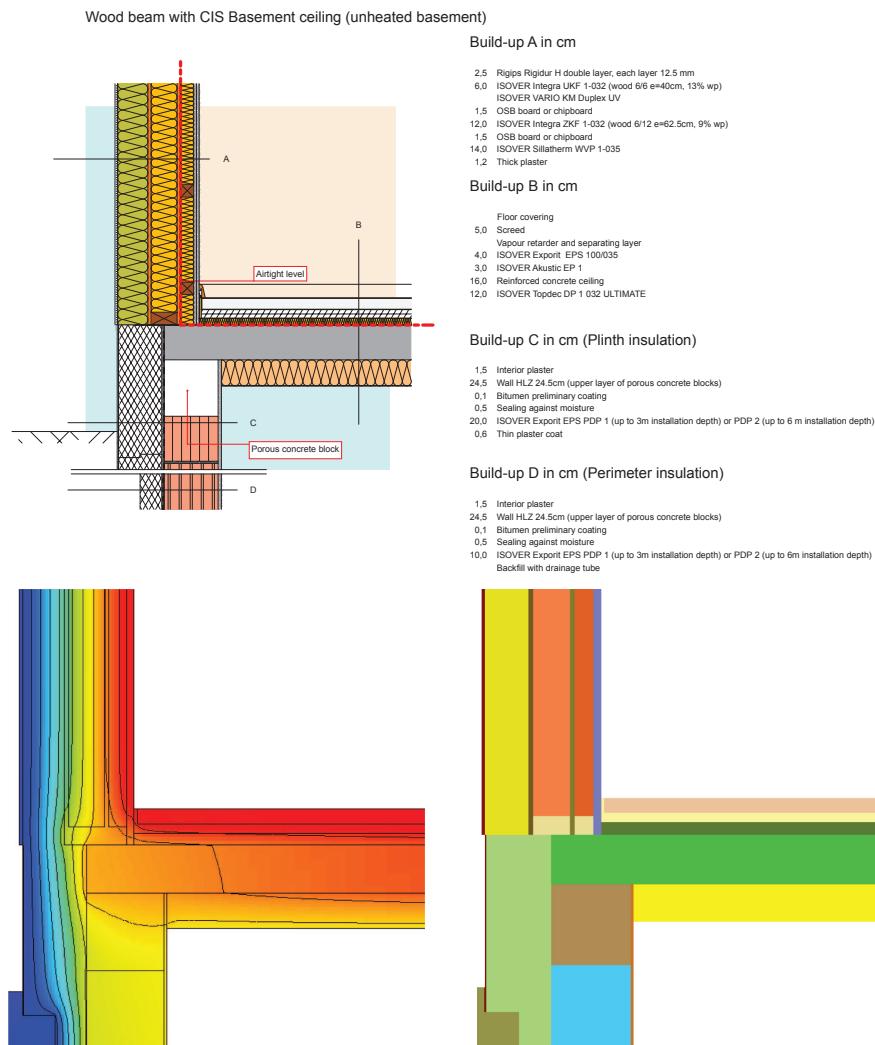
Všetky prezentované detaily sú certifikované Inštitútom pre pasívne domy v nemeckom Darmstadte ako konštrukcie bez tepelných mostov. Každý detail sa dá stiahnuť v rôznom CAD formáte: súbory DWG a CHKO rozšírenia a tiež ako obrazový formát - JPG formát. To umožňuje rýchlejšiu adaptáciu v projektoch a dáva väčšiu voľnosť pre špecifické úpravy.

3. Bezplatný prístup

Prístup do aplikácie je bezplatný na základe vyplnenia on-line registračného formulára. Zaregistrovaní užívatelia získajú potvrdenie o registrácii a všetky údaje uvedené

v databáze môžu používať vo svojich projektoch.

Aplikácia je k dispozícii v anglickom jazyku na adrese: www.isover-construction.com a čoskoro bude dostupná aj v slovenskej verzii.



Obr. 1 Nové certifikované detaily.



**Component
Suitable
for
Passive Houses**
Dr. Wolfgang Feist

Okno pasivního domu ve zcela novém designu

Dipl. Ing. (FH) Franz Freundorfer PHC Passivhausconsulting

Martin-Greif-Straße 20, D-83080 Oberaudorf, E-mail: phc@freundorfer.eu

1. Úvod

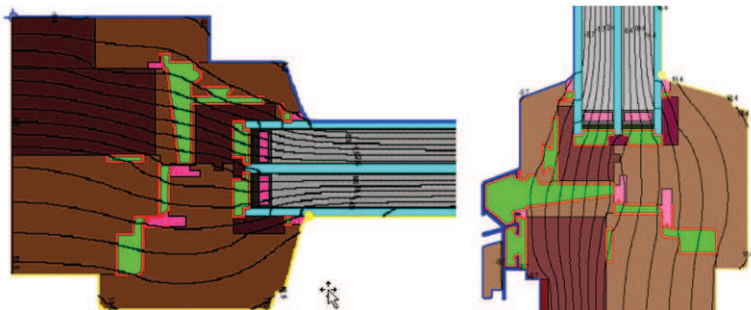
Pasivní dům a energeticky úsporná okna jsou neoddělitelně navzájem spojeny a společně slouží už více než deset let vynikajícím způsobem. Wolfgang Feist od počátku připisuje oknům v koncepci pasivního domu klíčovou roli. „Vyžaduje se zde vysoká kvalita, aby i bez vytápění byla tepelná pohoda v blízkosti fasády hodnocena velmi dobře.“ Tato vyšší kvalita je vyjádřena součinitelem prostupu tepla pro zabudované okno $U_{w \text{ osazení}} < 0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

„Tato okna se dokonce stávají radiátory pro obytný prostor jakoby vedlejším účinkem.“ Těmito dvěma větami podnítil Wolfgang Feist - a tedy nikoliv vedlejším účinkem - generační výměnu ve středoevropském konstruování oken. Zpočátku bylo okno pasivního domu širokými masami výrobců oken odmítáno jako degenerovaný druh jak z hlediska energetické účinnosti, tak i ohledně rozměrů. Několik inovativních malých a středních podniků však rozpoznalo příležitost, jak tomuto oknu typu „low interest product“ (produktu nízkého zájmu) dopomoci k novému uplatnění, a s ohledem na základní principy, které v roce 1998 stanovil a zveřejnil Jürgen Schnieders, tyto firmy uvedly na trh inovovaná okna a nechaly si je Institutem PHI certifikovat. Dnes je na trhu k dispozici hodně přes osmdesát typů oken ve standardu PD certifikovaných Institutem PHI a žádný výrobce oken si již nemůže dovolit uzavírat se před nutnou akceptací této nové generace oken. Okno nastoupilo svou vítěznou dráhu jako *vytápění budoucnosti*.

Po více než deseti letech praxe a šestimístním počtu vyrobených oken ve standardu pasivního domu je na čase znovu přehodnotit základní strukturu okna pasivního domu. 37. zasedání pracovní skupiny cenově výhodných pasivních domů poskytlo potřebné podklady. Vysoké tepelné ztráty způsobené zpočátku používaným materiálem pro okrajový rámeček nevyhnutelně vedly k širokým a tedy ne příliš krásným okenním rámcům. To je v rozporu s architektonickým požadavkem používat štíhlá a tedy krásná okna. Také průběžné izolační vrstvy v konstrukci rámu podporují neohrabaný vzhled těchto oken. Okno pasivního domu budoucnosti by mělo dosahovat parametrů pasivního domu štíhlými profily a z toho plynoucími vyššími solárními zisky. Optimalizované vestavěné okenní rámy tím budou patřičně levnější a za okno ve standardu PD již v dohledné době nebude nutno vydávat peníze navíc.

2. Okno pasivního domu včera, dnes a zítra

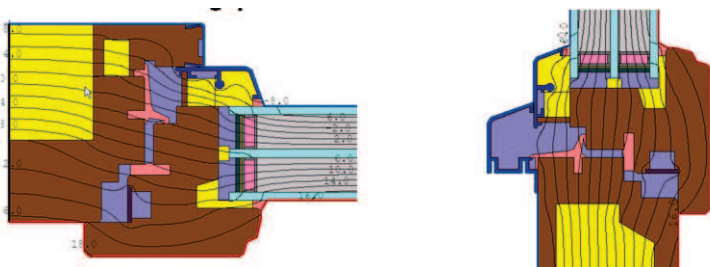
2.1. Klasické okno pasivního domu



Obr. 1 Klasické okno pasivního domu s průběžnou izolační vrstvou uspořádanou v jedné rovině, s hluboko zapuštěným sklem, teple obalené trojitě izolační sklo bez velkých dutin, probíhajících ve směru tepelného toku.

Podle základních principů, které stanovil roku 1998 Jürgen Schnieders (PHI), existuje dnes více než sedmdesát typů okenních konstrukcí s klasickým certifikátem pro okenní rámy. Téměř všechny tyto konstrukce mají velmi širokou skladbu rámu od 130 mm do 169 mm. Tyto široké a ne příliš vzhledné okenní rámy ani neodpovídají přání získat architektonicky atraktivní řešení, ani jejich výroba není levná. Široké rámy mají za následek malou plochu skla a tím i nízké solární zisky. Tato okna můžete nalézt na adrese www.passiv.de v sekci certifikace v rubrice okenní rámy.

2.2. Certifikát pro odzkoušené napojení okna



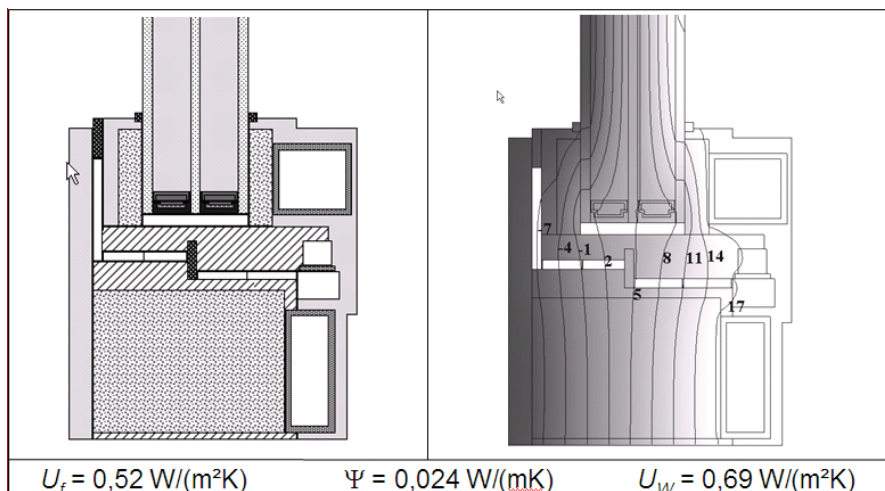
Obr. 2 Klasický certifikát oken požaduje součinitel prostupu tepla bez tepelných ztrát osazením U_w 0,80 W/(m²K) a s osazením U_w 0,85 W/(m²K). První požadavek 0,80 W/(m²K) bez montážní spáry odpadá u certifikátu „odzkoušené napojení okna“. Okno s tímto certifikátem lze nalézt na www.pasiv.de v sekci „Certifikace“, „Certifikované produkty“, „Stěnové a stavební systémy“, „Napojení oken“.

Certifikát „odzkoušené napojení okna“ se uděluje oknům zabudovaným ve zcela zvláštní

stěnové konstrukci a je platný pouze pro tento případ osazení (Obr. 2). Když tedy bude okno zabudováno tepelně obzvláště výhodným způsobem, můžeme v základní konstrukci téměř upustit od některých jeho izolací. To platí zejména pro rám. Výhody obvykle spočívají v dosažení větší prosklené plochy, z toho plynoucím zvýšení solárních zisků a v dosažení výrazně nižších výrobních nákladů. Zvláštní pozornost je třeba věnovat uspořádání sloupků a paždíků u těchto okenních systémů. Po výrobcích se požaduje, aby pro tyto konstrukční detaily pracovali na vývoji nových řešení, kvalitnějších z hlediska tepelněizolačních schopností.

2.3. Vize

Na 4. Konferenci o pasivních domech v březnu 2000 představil Jürgen Schnieders (PHI) designovou studii tepelně mimořádně kvalitního okenního rámu ze dřeva (obr. 3).

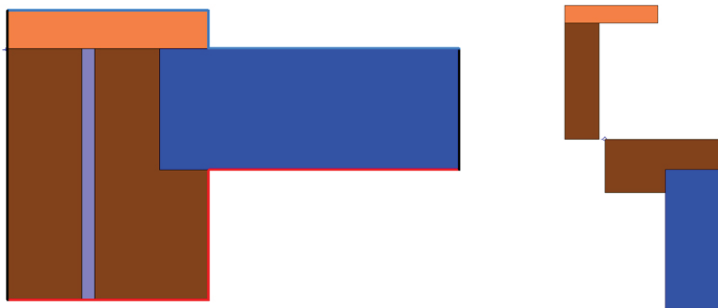


Obr. 3 Výňatek ze sborníku 4. Konference o PD v Kasselu 2000.

Jürgen Schnieders píše ve svém příspěvku:

„Nečiníme si nároky na cenově výhodnou proveditelnost a použitelnost vyobrazeného řezu přesně v tomto tvaru. Krycí rám je před křídlem protažen nahoru, takže rám může být na montážní straně překryt izolací až po hranu skla. “

Doplníme-li myšlenky Jürgena Schniederse ještě o účinnost velmi úzkého rámu a o princip KISS (Keep it simple, stupid = dělej to jednoduché, pro hloupé), vznikne uspořádání krycího rámu, křídla a skla znázorněné na obr. 4.



Obr. 4 Uspořádání hranolu a desky pro krycí rám a hranolu pro křídlo představuje minimální požadavek na budoucí okno ve standardu PD. Vpravo vidíme schéma okna v otevřené poloze. Výrobce oken to nazývá plošně líčujícím designem okna. Taková okna mohou být užší o 30 mm, protože jindy obvyklý přesah křídla v otevřeném stavu už nezasahuje do krycího rámu. Tato konstrukce v novém designu si však vyžádala vývoj nových typů kování. Dnes najdeme vhodné řešení u většiny významných výrobců kování.

2.4. Porovnání

Pro srovnání účinnosti tří zástupců různých generací oken ve standardu PD uvádíme exemplárně spotřebu tepla na vytápění na příkladech dvou domů na obr. 5.

Heizwärmebedarf [kWh/m ² a]						
	HWB	Q _{solar}	Q _{T Fenster}	HWB	Q _{solar}	Q _{T Fenster}
 U_f=0,73	14,2	3749	3170	14,6	3693	3289
 U_f=0,95	14,4	4034	3452	14,8	3885	3547
 U_f=0,71	9,8	4181	3045	10,4	3964	2966

Obr. 5 Enormní zlepšení spotřeby tepla na vytápění u nové generace oken je na první pohled překvapující. K významnému snížení tepelných ztrát prostupem se počítají solární zisky zvýšené díky úzkým rámcům, které jsou zde již poníženy o „faktor využití volného tepla“.

2.5. Závěr

Tepelné ztráty prostupem u různých oken jsou smysluplně reprezentovány součinitelem U_w zjištěným v rámci certifikace. Schopnost okenního systému propustit solární zisky přes úzký rám do budovy se na druhé straně v součiniteli U_w neprojevuje. Projektanti PD musejí tuto důležitou vlastnost u daného produktu rozpoznat vyhodnocením různých variant v PHPP. Z toho vyplývá jako užitečné, aby kromě energetického kritéria zasklení bylo zavedeno také energetické kritérium pro okenní systém.

3. Kritérium energetické účinnosti pasivního domu PHI a příslušné třídy účinnosti

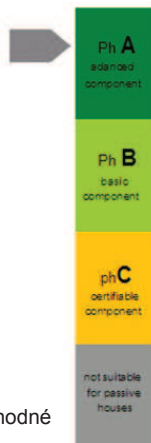
Rámy s dobrými hodnotami součinitele U a nízkými hodnotami činitele prostupu tepla okrajem skla Ψ minimalizují tepelné ztráty. Úzké rámy maximalizují solární zisky.

Jak můžeme tyto vlastnosti shrnout a vyhodnotit?

$$\Psi_{opak} = \Psi_g + \frac{U_f \cdot A_f}{l_g}$$

Počátkem roku 2011 zavádí Institut PHI kritérium energetické účinnosti pasivního domu Ψ_{opak} (pro neprůhledné konstrukce). Ψ_{opak} je možno vypočítat z parametrů okna, které jsou pro energetickou bilanci tak jako tak potřebné.

Ψ_{opak} [W/(mK)]	Passivhaus- Effizienzklasse	Bezeichnung
$\leq 0,200$	phC	Certifiable component
$\leq 0,155$	phB	Basic component
$\leq 0,110$	phA	Advanced component
$\leq 0,065$	phA+	Very advanced component



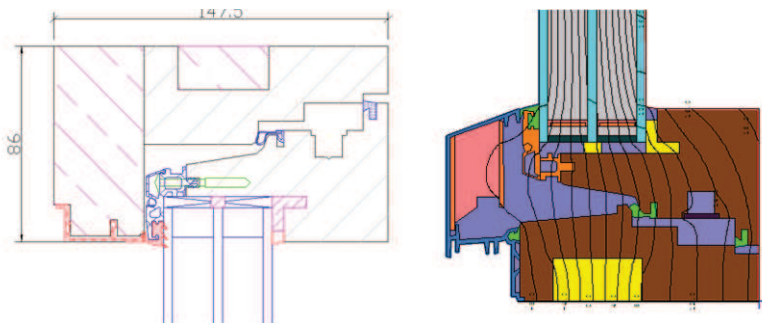
Obr. 6 Ukazuje klasifikaci a grafické znázornění jednotlivých tříd účinnosti při dnešní certifikaci oken vyhovujících standardu PD.

$U_{w \text{ osazení}} < 0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ jako neodmyslitelné povinné kritérium.

Pro pasivní domy nevhodné

4. Příklad z praxe

Okno SmartWin je certifikováno Institutem PHI ve třídě energetické účinnosti A a vykazuje v každé třídě nejlepší hodnoty v označení CE. Takových oken už byly nainstalovány stovky.



Obr. 7 vlevo: Řez z boku a shora novým oknem s pohledovou šířkou 86 mm. Červený hliníkový profil je integrovaným profilem pro ostění s integrovanou těsnící páskou.

Vpravo: Znáznornění izoterm u spodního profilu s izolací v dešťové drážce.

Okno splňuje kritéria klasického certifikátu okna součinitelem $U_w = 0,79 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a dosahuje tím třídy energetické účinnosti A.

5. Výhled

Institut PHI dosud vystavil více než deset certifikátů ve třídě energetické účinnosti A. Tím bylo odzvoněno drahým a neforemným pasivním oknům. Můžeme doufat, že zbývající inovativní výrobci oken ve standardu PD budou tyto nové trendy následovat. Další potenciál vylepšení spočívá ve vypracování vnějšího ostění ve spojení s překrývající izolací profilů sloupků a příčníků. Vzájemnou spoluprací mezi projektanty, staviteli domů a výrobci oken bude možno zvýšit účinnost pasivních oken ještě dále nad možnosti zde prezentované.

6. Literatura

- [Schnieders 2000] Tagungsband 4. Passivhaus Tagung Kassel
- [Feist 1998] Passivhausfenster Protokollband Nr.14
- [Feist 2008] Passivhausfenster Protokollband Nr.37
- [Kaufmann 2008] Passivhausfenster Protokollband Nr.37
- [Freundorfer 2008] Passivhausfenster Protokollband Nr.37

Das Passivhausfenster völlig neu entworfen

Dipl. Ing. (FH) Franz Freundorfer PHC Passivhausconsulting
Martin-Greif-Straße 20, D-83080 Oberaudorf, E-mail: phc@freundorfer.eu

1. Einführung

Das Passivhaus und das energieeffiziente Fenster sind untrennbar miteinander verbunden und leisten in Kombination seit mehr als zehn Jahren beste Dienste. Wolfgang Feist schreibt dem Fenster von Anfang an eine Schlüsselfunktion im Passivhaus-Konzept zu. „Hohe Qualitäten sind hier gefordert, damit auch ohne Heizkörper die Behaglichkeit in der Nähe der Fassade sehr gut beurteilt wird.“ Diese höheren Qualitäten drücken sich im $U_{\text{eingebaut}} < 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ aus.

„Gleichsam als Nebeneffekt werden diese Fenster selbst zu Heizkörpern für den Raum.“ Mit diesen beiden Sätzen löste Wolfgang Feist - eben nicht als Nebeneffekt - einen Generationswechsel im mitteleuropäischen Fensterbau aus. Anfänglich wurde das Passivhausfenster von der breiten Masse der Fensterbauer als, in Energieeffizienz wie Dimension, entartete Spezies abgewertet. Wenige innovative klein- und mittelständische Unternehmen erkannten die Chance, dem low interest product Fenster zu neuer Bedeutung zu verhelfen und brachten, geleitet von den Grundprinzipien, welche 1998 von Jürgen Schnieders festgelegt und veröffentlicht wurden, Neuentwicklungen auf den Markt und ließen diese vom PHI zertifizieren. Heute stehen weit mehr als achtzig, vom Passivhausinstitut zertifizierte, Passivhausfenster zur Verfügung und kein Fensterbauer kann sich mehr der Notwendigkeit dieser neuen Fenstergeneration verschließen. Das Fenster hat seinen Siegeszug als *Heizung der Zukunft* angetreten.

Nach gut zehn Jahren Praxis und einer sechsstelligen Zahl gebauter Passivhausfenster ist es an der Zeit, den Grundaufbau des Passivhausfensters nochmals zu überdenken. Die 37. Sitzung des Arbeitskreises kostengünstiger Passivhäuser lieferte die entsprechenden Grundlagen. Die hohen Wärmeverluste über die anfänglich vorhandenen Randverbundmaterialien führten unweigerlich zu breiten und damit wenig schönen Fensterrahmen. Dies steht im Gegensatz zum architektonischen Anspruch nach schmalen und damit schönen Fenstern. Auch die durchgehende Dämmlage in den Rahmenkonstruktionen unterstützen das klobige Aussehen dieser Fenster. Das Passivhausfenster der Zukunft wird die Passivhaustauglichkeit mit schmalen Profilen und den daraus resultierenden höheren solaren Gewinnen erreichen. Die optimiert eingebauten Fensterrahmen werden dadurch entsprechend kostengünstiger und ein Mehrpreis für Passivhausfenster wird in absehbarer Zeit nicht mehr erforderlich sein.

v.

2. Das Passivhausfenster von gestern, heute und morgen

2.1. Das klassische Passivhausfenster

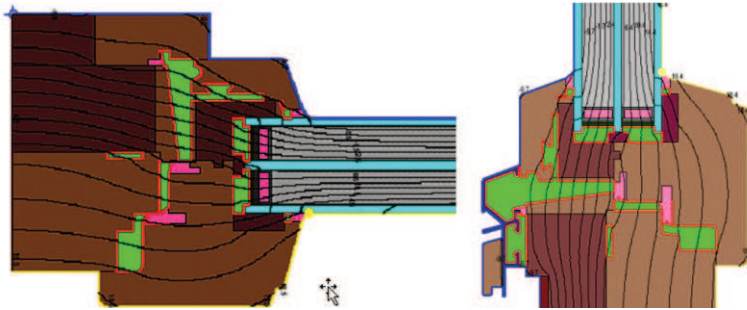


Abb. 1 Klassisches Passivhausfenster mit durchlaufender, sowie in einer Ebene angeordneter Dämmung, tiefem Glaseinstand, warm eingepackter 3-fach Wärmeschutzscheibe ohne großer, in Richtung des Wärmestromes laufender, Hohlräume.

Entsprechend der 1998 von Jürgen Schnieders (PHI) festgelegten Grundprinzipien gibt es heute mehr als siebzig Fensterkonstruktionen mit dem klassischen Zertifikat für Fensterrahmen. Fast alle diese Konstruktionen haben sehr breite Rahmenaufbauten von 130mm bis 169mm. Diese breiten und wenig schönen Fensterrahmen entsprechen weder dem Wunsch nach architektonisch ansprechenden Lösungen noch sind sie kostengünstig herstellbar. Breite Rahmen bedingen kleine Glasflächen und damit geringe solare Gewinne. Diese Fenster sind auf www.passiv.de unter Zertifizierungen in der Rubrik Fensterrahmen zu finden.

2.2. Das Zertifikat geprüfter Fensteranschluss

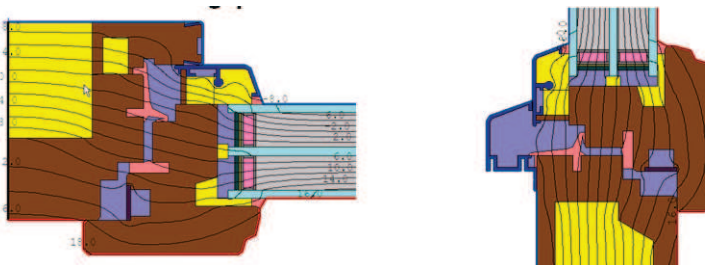


Abb. 2 Das klassische Fensterzertifikat fordert ohne Einbauwärmeverluste einen U_w -Wert von $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und eingebaut einen U_w -Wert von $0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Die erste Forderung von $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ohne Einbaufuge entfällt beim Zertifikat „geprüfter Fensteranschluss“. Fenster mit diesem Zertifikat finden sie auf www.passiv.de unter „Zertifizierung“, „Zertifizierte Produkte“, „Wand- und Bausysteme“, „Fensteranschlüsse“.

Das Zertifikat „geprüfter Fensteranschluss“ wird für ein Fenster in einem ganz bestimmten Wandaufbau vergeben und ist auch nur für diesen Einbaufall gültig (Abb.2). Wenn nun das Fenster wärmetechnisch besonders vorteilhaft eingebaut wird, kann es in der

Grundkonstruktion sozusagen auf einen Teil seiner Dämmung verzichten. Dies gilt im Besondern für den Rahmen. Die Vorteile liegt in der meist größeren Glasfläche, den daraus resultierenden höheren solaren Gewinnen und in den wesentlich geringeren Herstellungskosten. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf die Pfosten- und Riegelsituationen dieser Fenstersysteme zu richten. Die Hersteller sind gefordert für diese Details, neue und wärmetechnisch hochwertigere Lösungen zu entwickeln.

2.3. Die Vision

Auf der 4. Passivhaustagung im März 2000 stellte Jürgen Schnieders (PHI) eine Designstudie eines thermisch extrem guten Holzfensterrahmens vor (Abb. 3).

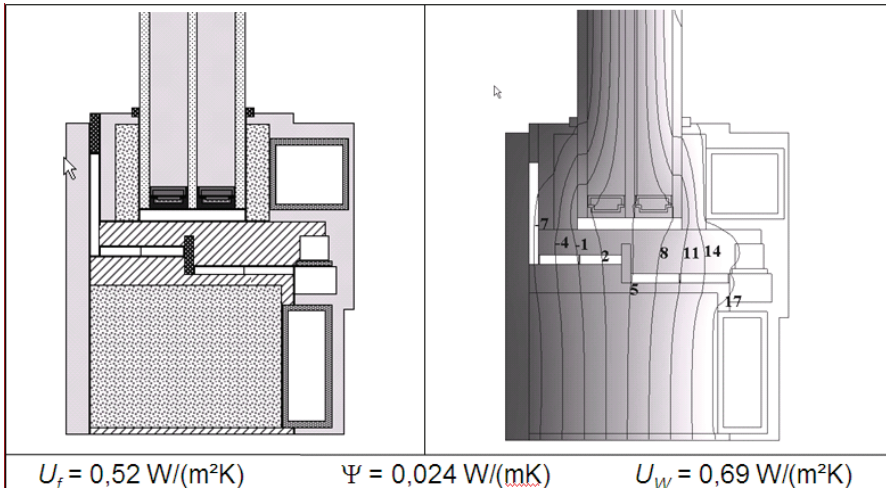


Abb. 3 Auszug aus dem Tagungsband der 4. Passivhaustagung in Kassel 2000.

Jürgen Schnieders schreibt in seinem Beitrag:

„Ein Anspruch auf kostengünstige Realisierbarkeit und Gebrauchstauglichkeit des abgebildeten Schnittes in genau dieser Form wird nicht erhoben.“

Der Blendrahmen ist vor dem Flügel hochgezogen, sodass der Rahmen an den Einbauseiten bis zur Glaskante überdämmt werden kann.“

Ergänzt man zu den Ideen von Jürgen Schnieders noch die Effizienz eines sehr schmalen Rahmens und das KISS Prinzip (Keep it simple, stupid.), so entsteht die in Abb. 4 gezeigte Anordnung von Blendrahmen, Flügel und Glas.

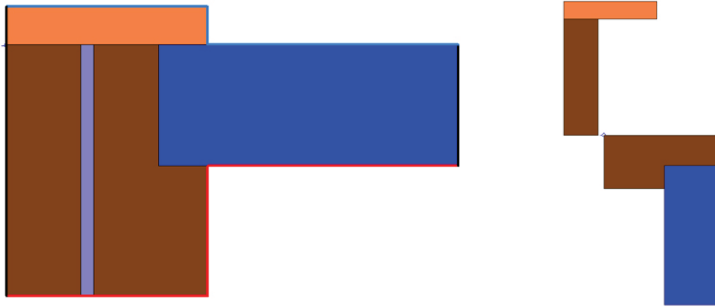


Abb. 4 Die Anordnung eines Brettes und einer Platte für den Blendrahmen sowie einer Bohle für den Flügel bildet die Mindestanforderung für künftige Passivhausfenster. Rechts sehen wir das Schema im geöffneten Zustand. Der Fensterbauer spricht vom flächenbündigen Fenster. Solche Fenster können um 30 mm schmaler sein, da der sonst übliche Überschlag des Flügels im geöffneten Zustand nicht mehr in den Blendrahmen hineinragt. Die Entwicklung neuer Beschläge war aber Voraussetzung für diese Bauart. Heute finden wir bei den meisten großen Beschlagsherstellern entsprechende Lösungen.

2.4. Der Vergleich

Um die Leistungsfähigkeit der drei Vertreter der verschiedenen Passivhausfenstergenerationen zu vergleichen wird in Abb. 5 exemplarisch der Heizwärmebedarf an zwei Beispielhäusern gezeigt.

Heizwärmebedarf [kWh/m²a]							
		HWB	Q _{solar}	Q _{T Fenster}	HWB	Q _{solar}	Q _{T Fenster}
	U_f=0,73	14,2	3749	3170	14,6	3693	3289
	U_f=0,95	14,4	4034	3452	14,8	3885	3547
	U_f=0,71	9,8	4181	3045	10,4	3964	2966

Abb. 5 Die enorme Verbesserung des Heizwärmebedarfes der neuen Fenstergeneration ist auf den ersten Blick erstaunlich. Zu der deutlichen Reduktion der Transmissionswärmeverluste addieren sich die durch die schmalen Rahmen angestiegeneren solare Gewinne, welche hier schon um den „Ausnutzungsfaktor freie Wärme“ reduziert sind.

V.

Konstruktion pro passivni domy

2.5. Die Schlussfolgerung

Die Transmissionswärmeverluste der verschiedenen Fenster werden über den in der Zertifizierung ermittelten U_w -Wert aussagekräftig wiedergegeben. Die Fähigkeit eines Fenstersystems, die solaren Gewinne durch schmale Rahmen ins Gebäude zu lassen, wird dagegen im U_w -Wert nicht wiedergegeben. Der Passivhausplaner muss diese wichtige Produkteigenschaft durch Variationen im PHPP erkennen.

So erscheint es sinnvoll, dass neben dem Energiekriterium der Verglasung auch ein Energiekriterium des Fenstersystems eingeführt wird.

3. Das Passivhaus Effizienzkriterium des PHI und die dazugehörigen Effizienzklassen

Rahmen mit guten U-Werten und geringen Ψ -Glasrand-Werten minimieren den Wärmeverlust. Schmale Rahmen maximieren den Solargewinn.

Wie können diese Eigenschaften zusammengefasst und bewertet werden?

$$\Psi_{opak} = \Psi_g + \frac{U_f \cdot A_f}{l_g}$$

Anfang 2011 führt das Passivhausinstitut das Passivhaus Effizienzkriterium Ψ_{opak} ein. Ψ_{opak} kann aus den für die Energiebilanz ohnehin erforderlichen Fensterwerten ermittelt werden

Ψ_{opak} [W/(mK)]	Passivhaus- Effizienzklasse	Bezeichnung
$\leq 0,200$	phC	Certifiable component
$\leq 0,155$	phB	Basic component
$\leq 0,110$	phA	Advanced component
$\leq 0,065$	phA+	Very advanced component



Abb. 6 Zeigt die Einstufung und die grafische Darstellung der Effizienz- klassen bei der heutigen Zertifizierung von passivhaustauglichen Fenstern.

$U_{w \text{ eingebaut}} < 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ als unabänderliches Pflichtkriterium.

4. Eine Beispiel aus der Praxis

Das SmartWin Fenster ist in der Energieeffizienzklasse A vom PHI zertifiziert und weist jeweils Bestwerte in der CE Kennzeichnung auf. Es wurden bereits hunderte von Fenstern eingebaut.

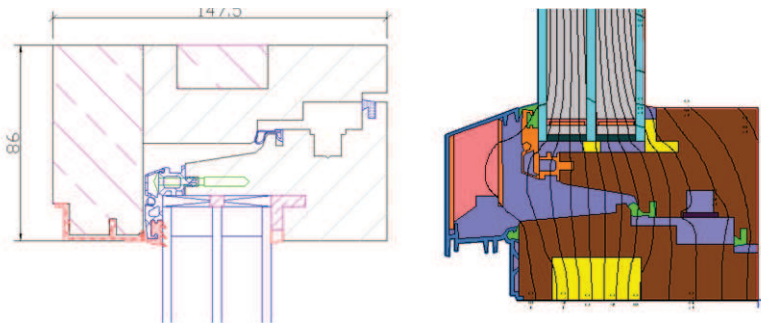


Abb. 7 Links: Der Schnitt seitlich und oben, durch das neue Fenster mit Ansichtsbreite 86mm
Das rote Aluminiumprofil ist eine integrierte Anputzleiste.

Rechts: Isothermendarstellung des unteren Profils mit Dämmung in der Regenschiene

Das Fenster erfüllt die Kriterien des klassische Fensterzertifikates mit $U_w = 0,79 \text{ W(m}^2\text{K)}$ und erreicht die Energieeffizienzklasse A.

5. Ausblick

Das Passivhausinstitut konnte bereits mehr als zehn Zertifikate in der Effizienzklasse A ausstellen. Damit ist das Ende der teuren und klobigen Passivhausfenster eingeläutet. Es bleibt zu hoffen, dass die restlichen innovativen Passivhausfensterhersteller auch diesen neuen Ansätzen folgen. Weiteres Verbesserungspotential liegt in der Gestaltung der äußeren Laibung im Zusammenhang mit der Überdämmung der Pfosten- und Riegelprofile. Integrale Zusammenarbeit zwischen Planern, Hausbauern und Fensterherstellern wird das Passivhausfenster, über die hier gezeigten Möglichkeiten hinaus, in der Effizienz steigern.

6. Literatur

- [Schnieders 2000] Tagungsband 4. Passivhaus Tagung Kassel
- [Feist 1998] Passivhausfenster Protokollband Nr.14
- [Feist 2008] Passivhausfenster Protokollband Nr.37
- [Kaufmann 2008] Passivhausfenster Protokollband Nr.37
- [Freundorfer 2008] Passivhausfenster Protokollband Nr.37

Zakládání pasivních domů v souvislostech

Ing. Ondřej Hec, Dekprojekt s.r.o.

Tiskařská 10/257, 108 00 Praha 10-Malešice

Tel: +420 733 168 134, E-mail: ondrej.hec@dek-cz.com

1. Úvod

V současné době je známo více možných způsobů založení pasivního rodinného domu. Způsob založení ovlivňuje energetickou i ekonomickou náročnost domu, jeho konstrukci a další vlastnosti. Hlubší úvaha nad způsobem založení může vést ke změně koncepce celého objektu.

Pasivní domy jsou objekty s velmi nízkou spotřebou energie na vytápění. Pro dosažení takového stavu je potřebná pečlivá optimalizace všech obalových konstrukcí i jejich návazností. Ve skladbách jsou větší tloušťky tepelných izolací než u obvyklých domů. To vede k navýšení ceny pasivního domu. Zvýšení ceny se ale vrátí ve zvýšeném komfortu vnitřního prostředí a velmi nízkých nákladech na vytápění.

Aby bylo navýšení ceny pro dosažení pasivního energetického standardu co nejmenší, je vhodné dům pečlivě optimalizovat, jak z hlediska tepelných ztrát, tak z hlediska nákladů na realizaci. Cílem je dosažení požadovaného pasivního standardu s co nejmenšími náklady.

Pasivní rodinný dům je kvůli důslednému oddělení vytápěného prostoru od exteriéru a nevytápěných prostor obvykle nepodsklepený, založený na terénu, nebo na konstrukci nad terénem se vzduchovou dutinou pod podlahou.

Cena založení pasivního rodinného domu tvoří obvykle 7 až 10 % z ceny domu. Tepelná ztráta postupem základovými konstrukcemi tvoří mezi 10 až 15 % tepelných ztrát. Z popsaného vyplývá, že založení pasivního rodinného domu je podstatné jak z hlediska ekonomického, tak z hlediska energetického.

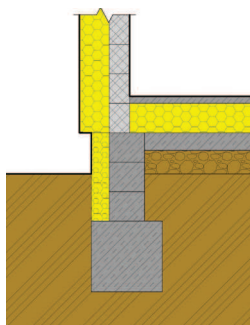
Položme si nyní dvě základní otázky. Existuje významný rozdíl mezi jednotlivými způsoby založení pasivního rodinného domu z hlediska tepelné ztráty základovými konstrukcemi a z hlediska nákladů na vybudování a pokrytí tepelné ztráty základovými konstrukcemi? Je nějaký způsob založení výrazně ekonomicky a energeticky výhodnější?

2. Představení možných způsobů založení

Jaké jsou obvykle používané možnosti založení pasivního rodinného domu?

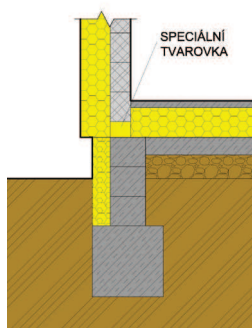
2.1. Založení s tepelnou izolací základu a obvodové stěny

Způsob založení obvyklý pro domy v běžném energetickém standardu. Používá se i pro pasivní domy. Tepelná izolace obvodové stěny pokračuje na okraj základové desky. Tepelná izolace v podlaze je položena na horním líci základové desky. Tepelná izolace v podlaze a ve stěně je přerušena nosnou stěnou.

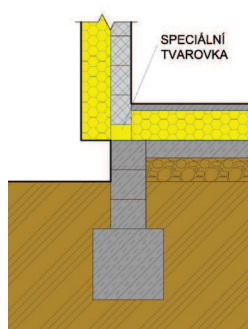


Obr. 1 Schéma založení s tepelnou izolací základu a obvodové stěny.

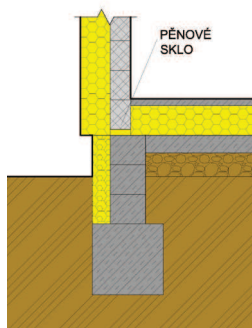
2.2. Založení se speciální tvarovkou nebo blokem pěnového skla pod obvodovou stěnou



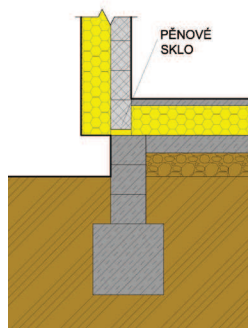
Obr. 2 Schéma založení se speciální tvarovkou a zateplením soklu.



Obr. 3 Schéma založení se speciální tvarovkou bez zateplení soklu.



Obr. 4 Schéma založení s blokem z pěnového skla se zateplením soklu.

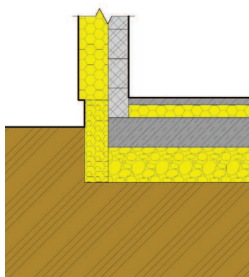


Obr. 5 Schéma založení s blokem z pěnového skla bez zateplení soklu.

K přerušení tepelného mostu tvořeného obvodovou stěnou lze použít tvarovek a bloků, které mohou být z pěnového skla, polystyrenu v kombinaci s betonovou nosnou částí, pórobetonu nebo vápenopísku. Pro porovnání byly ve výpočtech uvažovány čtyři možné varianty tohoto způsobu založení: na polystyrenbetonové tvarovce se zateplením soklu, na polystyrenbetonové tvarovce bez zateplení soklu, na bloku z pěnového skla se zateplením soklu a na bloku z pěnového skla bez zateplení soklu.

2.3. Založení na drti z pěnového skla

Relativně novým způsobem zakládání je založení na drti z pěnového skla. Jednou z možných variant tohoto způsobu založení je vybednění vany pomocí desek z extrudovaného polystyrenu, do které je proveden násyp z drti z pěnového skla. Zásyp je zhuťněn v poměru 1:1,25. Na zhuťněnou vrstvu pěnového skla je provedena železobetonová deska, na které stojí dům.

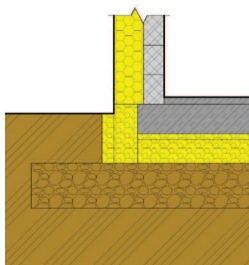


Obr. 6 Schéma založení na drti z pěnového skla.

2.4. Založení na vaně z extrudovaného polystyrenu

Dalším poměrně novým způsobem založení rodinného domu je založení na vaně z extrudovaného polystyrenu.

Nejprve je připraven podklad, který je tvořen například vyrovnanou zhuťněnou vrstvou štěrku. Na takto připravený podklad jsou nejprve položeny boční moduly z extrudovaného polystyrenu. Poté je z jedné nebo více vrstev desek z extrudovaného polystyrenu provedeno dno vany. Do takto připravené vany je vyarmována a vybetonována železobetonová základová deska.



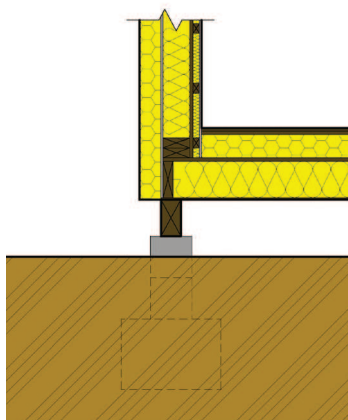
Obr. 7 Schéma založení na vaně z extrudovaného polystyrenu.

2.5. Založení dřevostavby na pilotkách

Poslední, dnes již relativně běžnou, možností založení pasivního rodinného domu je založení na pilotkách. Tento způsob založení se používá pro dřevostavby. Na základových pilotkách je v podstatě provedena zateplená konstrukce dřevěného stropu. Pod stropem je vzduchová dutina. Na tomto stropu je pak vystavěna celá dřevostavba.

V porovnání s dříve představenými způsoby založení, je založení na pilotkách používané pro dřevostavby. Ostatní popsané způsoby založení lze použít jak pro dřevostavby, tak pro zděné stavby.

Tepelná ztráta podlahou založenou na pilotkách je počítána odlišnou metodikou než tepelná ztráta podlahami, které jsou v přímém kontaktu se zemínou.



Obr. 8 Schéma založení na pilotkách.

3. Výpočtové metody

Způsoby výpočtů tepelné ztráty konstrukcemi ve styku se zemínou popisuje ČSN EN ISO 13370 [1]. Přenos tepla probíhá z vnitřního prostředí přes zeminu do vnějšího vzduchu.

Přenos tepla zeminou je charakterizován tepelným tokem plochou podlahy (závisí na skladbě a konstrukci podlahy), tepelným tokem po obvodu podlahy (závisí na tepelných vazbách na okraji podlahy) a ročním periodickým tepelným tokem (je ovlivněný tepelnou setrvačností zeminou).

Ustálený přenos tepla plochou podlahy a obvodem podlahy je podle ČSN EN ISO 13370 [1] možné určit jedním ze čtyř možných postupů.

3.1. Třírozměrný (3D) numerický výpočet

Prvním postupem je třírozměrný numerický výpočet, který se provádí podle ČSN EN ISO 10211 [2]. V tomto postupu se u obdélníkové nebo čtvercové budovy modeluje čtvrtina budovy. Svislé adiabatické hranice jsou v každém směru uprostřed podlahy. Výsledkem výpočtu je měrná tepelná ztráta plochou a obvodem podlahy pro modelovanou čtvrtinu podlahy.

3.2. Dvourozměrný (2D) numerický výpočet

Druhým postupem je dvourozměrný numerický výpočet, který se provádí podle ČSN EN ISO 10211 [2]. Ve výpočtu je uvažovaná nekonečně dlouhá podlaha se šířkou rovnou charakteristickému rozměru podlahy.

3.3. Jednorozměrný výpočet (1D) podle ČSN EN ISO 13370 [1] a dvourozměrný výpočet (2D) podle ČSN EN ISO 10211 [2]

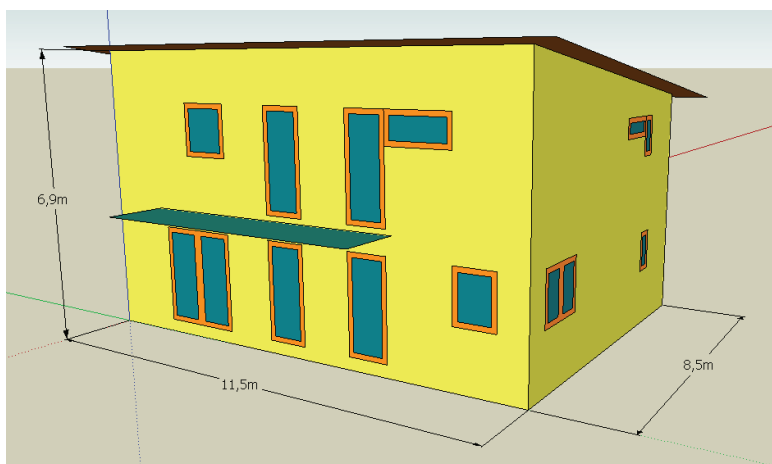
Třetím postupem je výpočet přenosu tepla plochou podlahy podle vztahů uvedených v ČSN EN ISO 13370 [1], spolu se zahrnutím přenosu tepla na okraji podlahy (lineární činitel prostupu tepla) určeného dvourozměrným numerickým výpočtem podle ČSN EN ISO 10211 [2].

3.4. Jednorozměrný výpočet (1D) podle ČSN EN ISO 13370 [1] a lineární činitele prostupu tepla dle tabulkových hodnot v ČSN EN ISO 14683 [3]

Posledním možným postupem je výpočet přenosu tepla plochou podlahy podle vztahů uvedených v ČSN EN ISO 13370 [1], spolu se zahrnutím přenosu tepla na okraji podlahy (lineární činitel prostupu tepla) tabelovanými hodnotami podle ČSN EN ISO 14683 [3].

4. Studie na modelovém objektu

Pro zhodnocení různých způsobů založení pasivního rodinného domu a jejich vlivu na tepelnou ztrátu konstrukcemi na styku se zemínou, na cenu základových konstrukcí a na náklady na pokrytí ztrát konstrukcemi byla provedena výpočtová studie. Studie byla provedena na pasivním rodinném domě o půdorysných rozměrech 11,5 x 8,5 m a výšce 6,9 m. Byla spočtena tepelná ztráta podlahou, celková energetická náročnost modelového objektu a náklady na vytápění po dobu 30 let pro osm výše popsaných variant založení rodinného domu.



Obr. 9 Schéma 3D modelu.

Studie byla provedena tak, že skladby obvodové stěny a podlahy v ploše byly pro jednotlivé varianty založení navrženy na stejný součinitel prostupu tepla. Pro podlahu se jedná o součinitel prostupu tepla samotné skladby (bez vlivu zeminy) vypočtený dle ČSN EN ISO 6946 [4].

Ve výpočtech byl počítán model s podlahou a obvodovou stěnou do výšky 690 mm nad úroveň čisté podlahy. Tento typ modelu byl počítán, aby bylo možné jednoduše a korektně započítat vliv způsobu založení a ošetření tepelné vazby v napojení podlahy a obvodové stěny.

Varianta založení domu na pilotkách byla spočtena ve dvou podvariantách. První se součinitelem prostupu tepla podlahy $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (odpovídá součiniteli prostupu tepla skladby podlah na zemině bez vlivu zeminy). Druhá se součinitelem prostupu tepla podlahy $0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (odpovídá součiniteli prostupu tepla skladby podlah na zemině s vlivem zeminy). Tepelná propustnost podlahy založené na pilotkách je spočtena pomocí ČSN EN ISO 6946 [4] (součinitel prostupu tepla skladby podlahy a obvodové stěny) a ČSN EN ISO 10211 [2] lineární tepelné vazby v napojení konstrukcí.

Ostatní konstrukce (střecha, okna atd.) a další vlastnosti výpočtu (klimatické okrajové podmínky, vnitřní zisky, výměna vzduchu, účinnost rekuperace atd.) byly ve výpočtu neměnné. Výpočet byl proveden v souladu s ČSN EN ISO 13790 [5] a TNI 73 0329 [6]. Některé hodnoty vstupující do výpočtu potřeby energie na vytápění jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 1 Vlastnosti modelového objektu.

Objem vytápěné zóny [m ³]		625,03
Povrch ochlazovaných ploch [m ²]		450,20
Podlahová plocha [m ²]		153,92
Objem vzduchu [m ³]		428,77
Účinnost ZZT [%]		70,0
Součinitel prostupu tepla [W/(m ² K)]	Podlaha	0,14
	Stěna	0,12
	Střecha	0,10
	Výplně otvorů	0,778-1,006
Lineární činitel prostupu tepla [W/(m·K)]		0,018-0,09

4.1. Měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcemi na styku se zeminou

V následující tabulce jsou výsledky výpočtů měrného tepelného toku představenými variantami založení různými výpočtovými postupy.

Tabulka 2 Výsledky výpočtů měrného tepelného toku prostupem.

Varianta založení	Typ výpočtu		
	Třírozměrný (3D) numerický výpočet	Dvourozměrný (2D) numerický výpočet	Jednorozměrný (1D) a dvourozměrný výpočet (2D)
	Měrná tepelná ztráta podlahou a stěnou [W/K]		
Tepelná izolace základu a obvodové stěny	17,693	18,207	22,520
Speciální tvarovkou pod obvodovou stěnou a zateplení soklu	15,696	16,405	20,720
Speciální tvarovkou pod obvodovou stěnou bez zateplení soklu	18,235	20,361	24,680
Blok z pěnového skla pod obvodovou stěnou a zateplení soklu	14,816	15,550	19,880
Blok z pěnového skla pod obvodovou stěnou bez zateplení soklu	16,506	18,520	22,840
Založení na drti z pěnového skla	17,952	15,264	19,040
Založení na vaně z extrudovaného polystyrenu	16,187	13,509	16,720
Založení dřevostavby na pilotkách podlaha $U = 0,12 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	-	-	15,472
Založení dřevostavby na pilotkách podlaha $U = 0,14 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	-	-	18,428

Z tabulky je patrné, že nejnižší měrnou tepelnou ztrátou prostupem tepla zeminou má založení na bloku z pěnového skla se zateplením soklu. Největší tepelnou ztrátou má naopak založení na speciální tvarovce bez zateplení soklu.

Stavebníka vedle velikosti tepelných ztrát určitými konstrukcemi zajímají také náklady na provedení daných konstrukcí. Souhrnně je pak velmi zajímavé srovnání zahrnující náklady na provedení konstrukcí spolu s náklady na pokrytí tepelných ztrát řešenými konstrukcemi za určité časové období.

4.2. Náklady na založení pro jednotlivé varianty

V následující tabulce jsou ceny jednotlivých variant založení. Nacenění bylo provedeno na základě katalogu stavebních prací RTS.

Tabulka 3 Náklady na jednotlivé založení objektu.

Varianta založení	Náklady na založení [Kč]
Tepelná izolace základu a obvodové stěny	332 434
Speciální tvarovkou pod obvodovou stěnou a zateplení soklu	394 300
Speciální tvarovkou pod obvodovou stěnou bez zateplení soklu	358 738
Blok z pěnového skla pod obvodovou stěnou a zateplení soklu	368 162
Blok z pěnového skla pod obvodovou stěnou bez zateplení soklu	331 599
Založení na drti z pěnového skla	319 858
Založení na vaně z extrudovaného polystyrenu	337 521
Založení dřevostavby na pilotkách podlaha U = 0,12 W/(m ² K)	274 590
Založení dřevostavby na pilotkách podlaha U = 0,14 W/(m ² K)	266 222

Z tabulky je patrné, že z hlediska nákladů na založení je nejvýhodnější založení na pilotkách. Nejdražší je založení na speciální tvarovce se zateplením soklu.

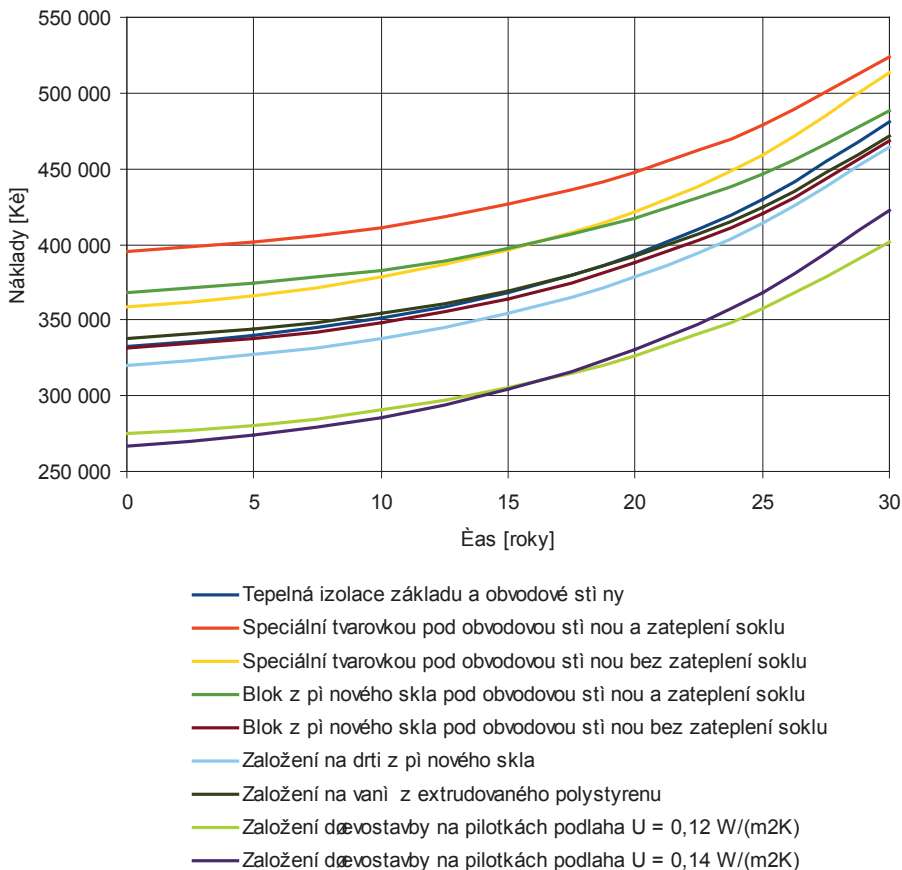
4.3. Výsledky studie

Jaká je ekonomická výhodnost jednotlivých variant založení při započítání nákladů na vytápění v horizontu 30 let ukazuje následující tabulka a graf.

Tab. 4 Výsledky studie.

Varianta	Náklady založení [Kč]	Náklady na krytí ztráty podlahou [Kč/rok]	Celkové náklady [Kč]						
			0	5	10	15	20	25	30
Tepelná izolace základu a obvodové stěny	332 434	1 205	332 434	339 757	351 128	368 221	393 333	429 590	481 232
Speciální tvarovkou pod obvodovou stěnou a zateplení soklu	395 300	1 041	395 300	401 627	411 449	426 217	447 911	479 233	523 847
Speciální tvarovkou pod obvodovou stěnou bez zateplení soklu	358 738	1 249	358 738	366 329	378 114	395 832	421 861	459 442	512 970
Blok z pěnového skla pod obvodovou stěnou a zateplení soklu	368 162	972	368 162	374 069	383 241	397 029	417 286	446 532	488 189
Blok z pěnového skla pod obvodovou stěnou bez zateplení soklu	331 599	1 106	331 599	338 321	348 757	364 446	387 495	420 773	468 172
Založení na drti z pěnového skla	319 858	1 170	319 858	326 969	338 009	354 606	378 989	414 192	464 334
Založení na vaně z extrudovaného polystyrenu	337 521	1 082	337 521	344 097	354 306	369 655	392 204	424 760	471 131
Založení dřevostavby na pilotkách podlaha U = 0,12 W/(m ² K)	274 590	1 025	274 590	280 819	290 491	305 031	326 392	357 233	401 161
Založení dřevostavby na pilotkách podlaha U = 0,14 W/(m ² K)	266 222	1 268	266 222	273 928	285 893	303 880	330 305	368 458	422 800

Náklady na založení a krytí tepelné ztráty



Obr. 10 Výsledky studie.

Graf je sestaven pro cenu energie 1,6 Kč/kWh (zhruba odpovídá ceně za vytápění zemním plynem) a růst ceny energie 5 % za rok. Dle provedené studie je v dlouhodobém horizontu ekonomicky nejvýhodnější založení na pilotkách, pro zděnou stavbu je zajímavé založení na drti z pěnového skla.

5. Závěr

V úvodu byly položeny dvě otázky. Existuje významný rozdíl mezi jednotlivými způsoby založení pasivního rodinného domu z hlediska tepelné ztráty základovými konstrukcemi a z hlediska nákladů na vybudování a pokrytí tepelné ztráty základovými konstrukcemi? Je nějaký způsob založení výrazně ekonomicky a energeticky výhodnější?

Pokud provedeme pečlivou optimalizaci základových konstrukcí, je tepelná ztráta touto

konstrukcí ve styku se zemínou poměrně malá. Náklady na pokrytí tepelné ztráty základovými konstrukcemi se například při uvažovaném vytápění plynem při současných cenách pohybují od 972 do 1 268 Kč za rok (rozdíl činí 23 %).

Důležitá je tedy optimalizace nejen z hlediska energetického, ale také z hlediska ekonomického. Náklady na založení u nejdražší varianty činí 395 300 Kč, u nejlevnější varianty 266 222 Kč. To je rozdíl 128 778 Kč. Nejdražší varianta je z hlediska energetické úspornosti druhá nejspornější, nejlevnější varianta je z posuzovaných nejméně úsporná. Po třiceti letech jsou u nejdražší varianty z hlediska provedení náklady na provedení a na krytí tepelné ztráty 523 847 Kč, u nejlevnější varianty z hlediska provedení jsou pak náklady na provedení a krytí tepelné ztráty 422 800 Kč. Rozdíl činí 101 047. Je tedy vidět, že při uvažovaném nastavení výpočtu se ani po třiceti letech nevrátí vynaložené náklady na zkvalitnění tepelné izolace základových konstrukcí.

Jako velmi zajímavé jak z hlediska nákladů, tak z hlediska tepelných ztrát se jeví založení domu na pilotkách, které ovšem vyžaduje provedení vrchní stavby jako dřevostavby. Dalším zajímavým způsobem založení je pak založení na drti z pěnového skla.

6. Literatura

- (1) ČSN EN ISO 13370 (730559) Tepelné chování budov - Přenos tepla zemínou - Výpočtové metody, únor 2009
- (2) ČSN EN ISO 10211 (730551) Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Tepelné toky a povrchové teploty - Podrobné výpočty, únor 2009
- (3) ČSN EN ISO 14683 (730561) Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Lineární činitel prostupu tepla - Zjednodušené metody a orientační hodnoty, únor 2009
- (4) ČSN EN ISO 6946 (730558) Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda, prosinec 2008
- (5) ČSN EN ISO 13790 (730317) Energetická náročnost budov - Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení, září 2009
- (6) TNI 73 0329 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy, srpen 2010

Nestacionární vedení tepla hmoždinkami ETICS

Ing. Roman Šubrt, sdružení Energy Consulting

Alešova 21, 370 01 České Budějovice

E-mail: roman@e-c.cz

1. Abstrakt

Příspěvek se věnuje stacionárnímu a nestacionárnímu vedení tepla hmoždinkami v ETICS a jejich vlivu na rozdílné povrchové teploty zateplovacích systémů a na tepelné izolační vlastnosti ETICS.

2. Výchozí podmínky

Při hodnocení pasivních domů dle metodiky Passivhaus Institutu Darmstadt se systémové tepelné mosty započítávají přímo do hodnoty součinitele prostupu tepla, resp. do hodnoty tepelné vodivosti. Tepelné vazby se pak při hodnotě lineárního činitele prostupu tepla $\Psi \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$ mohou zanedbat, při vyšších hodnotách se pak musí započítat do celkové tepelné ztráty.

Bohužel bodové tepelné mosty jsou doposud velmi často zanedbávány. Ty vznikají u staveb kotvením tepelné izolace či vnějšího nosného systému, typickým příkladem jsou hmoždinky u kontaktního zateplovacího systému nebo vruty kotvící kontralatě u nadkroevní tepelné izolace. Bodové tepelné vazby pak vznikají průnikem jedné nosné konstrukce skrz tepelnou izolaci druhé konstrukce, typickým příkladem je průnik krokvi tepelnou izolací při umístění tepelné izolace mezi krokvemi.

V této práci se zabývám hmoždinkami u kontaktního zateplovacího systému, neboť u pasivních staveb je nutné používat vyšší tloušťky tepelného izolantu, a z tohoto důvodu v hmoždinkách používat i kovové rozpěrné prvky, které lépe přenesou smykové i tahové síly působící na dřív hmoždinky.

Za základ výpočtů byla vzata hmoždinka EJOT STR-U se zátkou z tepelného izolantu. Typ hmoždinky se zátkou z tepelného izolantu byl zvolen záměrně, neboť zkušeností i výpočty bylo zjištěno, že pro větší tloušťky tepelného izolantu je nutné použít zátku z tepelného izolantu proto, aby se omezilo prokreslování hmoždinek na povrch fasády. I tak však může v některých mezních klimatických podmínkách dojít k prokreslení hmoždinek. Tomuto je možné zabránit použitím silnějšího vnějšího souvrství. (Lze např. použít dvojitě síťování s lepidlem, popř. použít některou omítku, která se nanáší v silnější vrstvě, v tl. až 10 mm.)

Rozměry hmoždinek byly převzaty z výkresu dodaného výrobcem. Tloušťka kovového trnu hmoždinky je 4,8 mm, tloušťka dřívku hmoždinky je 8,4 mm, průměr talíře hmoždinky je 60 mm.

3. Výpočet

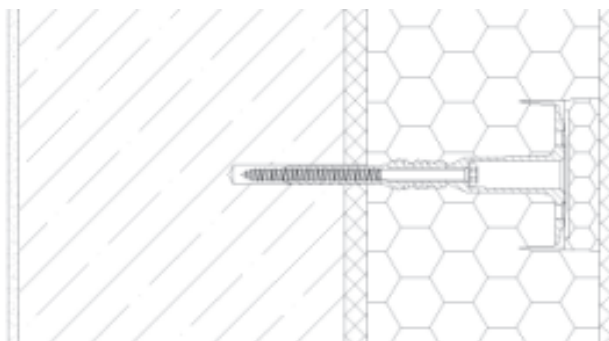
Výpočty byly prováděny programem QuickField 5.7 ve dvourozměrném vedení tepla v souřadnicové soustavě r, z , jde tudíž o rotační výsek části konstrukce, kde je středem rotace osa hmoždinky. Z tohoto důvodu musely být zanedbány drobné tvarové odchylky, které z rotačního schématu vybočují, např. kruhové díry v talíři hmoždinky.

Pro výpočet bodového činitele prostupu tepla byl proveden výpočet v programu pro konstrukci o stejných rozměrech jako výpočet s vloženou hmoždinkou, ovšem při zadání skladby bez hmoždinky. Tento postup byl zvolen proto, že při výpočtu může vlivem drobných nepřesností v numerickém modelu dojít k mírně rozdílným tepelným tokům, což by mohlo ovlivnit přesné stanovení bodového činitele prostupu tepla χ [W/K].

Na obrázku 1 je schéma hmoždinky. Jako konstrukce byla pro pasivní domy zvolená velmi často u nich užívaná skladba, a sice s použitím nosné konstrukce z vápenopískových cihel tl. 175 mm. Pokud by nosná konstrukce byla z jiného materiálu, změní se pochopitelně i hodnoty bodových tepelných mostů. Platí, že se snižující se tepelnou vodivostí konstrukce dochází ke snižování bodového činitele prostupu tepla, neboť jeho velikost je mimo jiné závislá i na vedení tepla směrem ke hmoždince. Naopak ke zvýšení bodového tepelného mostu by došlo, pokud by kovový prvek hmoždinky, tedy ocelový rozpěrný trn, byl přímo zapuštěn do nosné konstrukce např. chemickou kotvou, místo hmoždinkou z plastu. Konkrétní použitá konstrukce je blíže popsána v tabulce 1.

Tabulka 1

konstrukce	tepelná vodivost [W/(mK)]	tloušťka [m]
omítká	0,870	0,005
VPC	0,407	0,175
lepidlo	0,700	0,01
tepelná izolace	0,040	dle výsledků
lepidlo	0,700	0,004
omítká	0,700	0,001



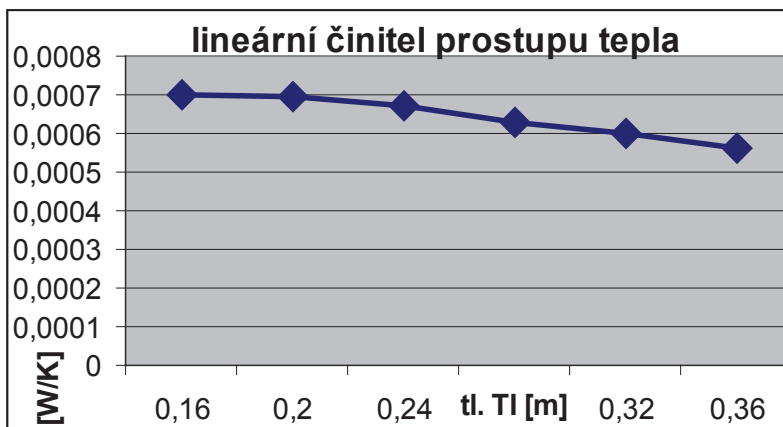
Obr.1

4. Bodový tepelný most

Uvedeným výpočtem při stacionárním vedení tepla byly zjištěny velikosti bodových tepelných mostů. Jejich konkrétní velikost je uvedena v tabulce 2. Zde je nutné upozornit, že výpočet byl proveden programem s určitou výpočetní přesností, přitom přesnost výpočtu se zvyšuje počtem výpočtových uzlů, avšak tím dochází ke snížení přesnosti vlivem matematického řešení. Z tohoto důvodu není uvedena hodnota pro tloušťku tepelného izolantu 280 mm, neboť tato vypočtená hodnota vybočovala z obvyklých hodnot vypočítaných pro nejbližší tloušťky tepelného izolantu. V grafu 1 je pak patrná tendence velmi nepatrného zmenšování lineárního činitele prostupu tepla se vzrůstající tloušťkou tepelného izolantu.

Tabulka 2

tloušťka [m]	lineární činitel prostupu tepla [W/K]
0,16	0,00070
0,20	0,00070
0,24	0,00067
0,32	0,00060
0,36	0,00056



Obr. 2 Graf 1.

Je patrné, že hodnoty lineárního činitele prostupu tepla jsou minimální. Jejich význam však roste s počtem kotvicích prvků na 1 m², a pochopitelně procentuálně i se vzrůstající tloušťkou tepelného izolantu. V tabulce 3 je proveden výpočet součinitele prostupu tepla dané konstrukce a jeho zvýšení vlivem hmoždinek při konkrétním počtu hmoždinek na 1 m². Zde je nutné poznamenat, že pro výpočet byl zvolen velmi kvalitní typ hmoždinky předního evropského výrobce kotevní techniky. Při použití hmoždinky bez překrytí

tepelnou izolací či při použití jiného typu hmoždinky budou tyto hodnoty jiné, obykle výrazně vyšší. Pro ilustraci je v tabulce 4 provedeno srovnání s jiným typem hmoždinky stejného výrobce.

Tabulka 3

tloušťka epel. izolace	lineární činitel prostu- pu tepla	součinitel prostupu tepla U				zvýšení U v %				
		bez vlivu hmož- dinek	počet hmoždinek				4	6	8	10
			4	6	8	10				
[m]	[W/K]	[W/(m ² .K)]				[%]				
0,16	0,00070	0,248	0,250	0,252	0,253	0,255	1,2	1,7	2,3	2,9
0,20	0,00070	0,178	0,180	0,182	0,183	0,185	1,5	2,3	3,0	3,8
0,24	0,00067	0,167	0,169	0,171	0,172	0,173	1,6	2,4	3,1	3,9
0,32	0,00060	0,125	0,127	0,129	0,130	0,131	1,9	2,8	3,7	4,6
0,36	0,00056	0,111	0,113	0,114	0,116	0,117	2,0	3,0	3,9	4,8

V tabulce 5 je porovnání bodových činitelů prostupu tepla pro různý materiál nosné konstrukce a pro hmoždinku STR-U se zátkou při tloušťce tepelného izolantu 160 mm.

Tabulka 4 Hodnoty pro železobetonovou stěnu s tepelným izolantem 100 mm.

druh hmoždinky	bodový činitel pro železobetonovou stěnu s tepelným izolantem tl. 100 mm [W/K]
STR-U se zátkou	0,00078
STR-U nezapuštěná	0,00117
STR-U zapuštěná 5 mm	0,00125
STR-U zapuštěná 10 mm	0,00133
NTU nezapuštěná	0,00133

Tabulka 5 Hodnoty pro železobetonovou stěnu s tepelným izolantem 100 mm.

druh nosného zdiva	bodový činitel pro železobetonovou stěnu s tepelným izolantem tl. 100 mm [W/K]
železobeton tl. 150 mm	0,00082
vápenopískové cihly tl. 175 mm	0,00070
Zdivo z cihel pálených plných tl. 450 mm	0,00067

V.

5. Závěr

Tepelné mosty jsou neopominutelnou příčinou tepelných ztrát, a proto je nutné je minimalizovat. Jako jeden z nástrojů minimalizace je vyčíslení jejich velikosti. Je však nutné se zaměřovat nejen na lineární tepelné mosty a vazby, ale i na významnější, ať již počtem či velikostí, bodové tepelné mosty. Za dosud neprozkoumanou záležitost považují bodové tepelné mosty vznikající konvekcí vzduchu, zejména v místech deformací stavební konstrukce (např. podélné praskliny v krokách procházejících tepelnou obálkou budovy).

Upozornění

Rád bych upozornil na web www.tepelnymost.cz, kde zveřejňujeme analyzované tepelné mosty ve formě stavebních výkresů ve formátech dwg a pdf, simulované rozložení teplot v těchto detailech i hodnoty činitelů prostupu tepla a nejnižších povrchových teplot formou teplotního faktoru f_{Rsi} . V současné době se již blížíme tisícovce analyzovaných tepelných mostů, z nichž většina již je na tomto webu umístěna. Některé jsou popsány i v publikacích v KATALOGU TEPELNÝCH MOSTŮ - 1, běžné detaily autorů Romana Šubrta, Pavlína Zvánovcové-Charvátové a Martina Škopka, vydáno Energy Consulting Service, s.r.o. 2008. 224s. ISBN 978-80-254-2715-6 a v připravovaném katalogu tepelných mostů, který letos vydává nakladatelství GRADA.

Vzhledem k tomu, že se v této stati věnuji pasivním stavbám, považuji za nutné upozornit také na drobnou odlišnost mezi německými normami na jedné straně a českými a slovenskými na druhé. Podstatný rozdíl je v používané tepelné vodivosti, kdy se u nás používá hodnota výpočtová, avšak v Německu hodnota deklarovaná. Tento rozdíl se projevuje i v kvantifikaci tepelných mostů.

6. Literatura

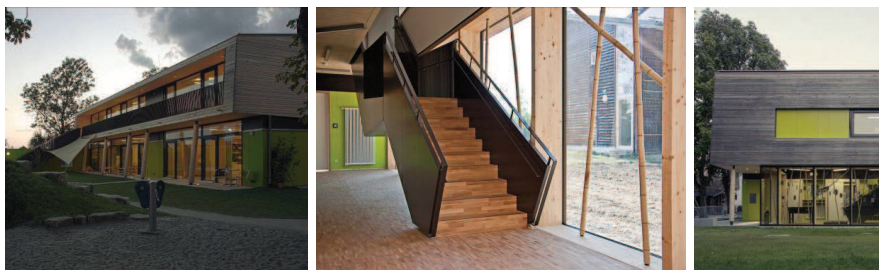
- (1) Výpočtový program Quickfield 5.7, Tera Analysis Ltd., 2010
- (2) Šubrt, R.: Některé tepelné mosty a jejich praktický význam na tepelné ztráty, in: Zborník prednášok TOB, 2005
- (3) Šubrt, R.: Nestacionární vedení tepla hmoždinkami ETICS, in: Zborník prednášok TOB, 2011
- (4) Šubrt, R.: Kontaktní zateplení z pohledu tepelných mostů hmoždinkami a jejich prokreslování, Časopis stavebnictví, 2001, roč. 5, č. 08, s. 38-41, ISSN 1802-2030
- (5) Pašek, J.: Analýza nesilových namáhání kontaktních zateplovacích systémů za použití infračervené termografie. Poruchy a rekonstrukce 2007 - Stavební fyzika v pozemním stavitelství. VŠB-TU Ostrava, 2007, Ostrava. ISBN 978-80-248-1404-9

Efektivní konstrukce pro nízkorozpočtové pasivní domy

Gernot Vallentin, Dipl. Ing., architekt a certifikovaný projektant pasivních domů
ArchitekturWerkstatt Vallentin, Unterer Marktplatz 1a, D-84405 Dorfen
Tel. (+49) 08081-955745, Fax. (+49) 08081-955746
E-mail: info@vallentin-architektur.de, www.vallentin-architektur.de

1. Cesty k hospodárnosti

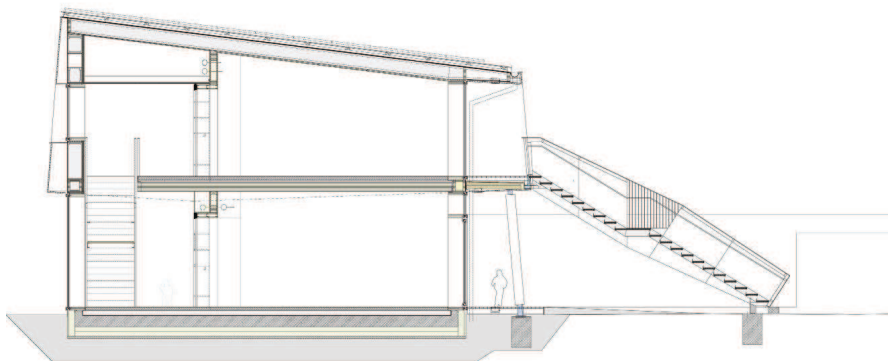
Standard pasivního domu představuje obvykle „větší požadavky na konstrukci“, proto je přirozeným důsledkem, že tento standard tedy musí být vždy nutně spojen s dodatečnými náklady. Ale právě pro investory, kteří nemají nejlepší finanční situaci, je podstatné, aby jejich nemovitosti byly nejen výhodně pořízeny, ale aby také v běžném provozu vyžadovaly co nejnižší náklady. Vždyť je veřejným tajemstvím, že investiční náklady nemají rozhodující podíl na celkových nákladech stavby. Standard pasivního domu v tomto případě představuje velmi dobré ekonomické optimum, což je doloženo mnoha realizovanými příklady: Položka „plus“ v investičních nákladech může být vyvážena položkou „minus“ v provozních nákladech v běžném provozu. Existuje však mnoho případů, kdy investiční náklady nesmějí překročit určitou úroveň, jako je limitování nových dluhů pro veřejné zakázky nebo omezení dané výší vlastního kapitálu. Většina z těchto problémů je způsobena přehnanými finančně technickými podmínkami. Pro investora však tyto představují skutečné omezení. V takových případech vzniká potřeba tento technicky vyšší standard pasivního domu realizovat bez vyšších investičních nákladů...



Obr. 1 Mateřská škola a školní družina - Langenpreising (Foto J. Kranzleiter, Mnichov).

V rámci II. Evropského balíčku fiskálních stimulů 2009 měla být zrekonstruována starší mateřská škola. Předběžná analýza ukázala, že náklady na požadovanou úplnou rekonstrukci by byly výrazně vyšší, než novostavba v kvalitě pasivního domu. Celkové náklady byly limitovány nákladovými parametry poskytovatele dotace. Tyto tzv. „způsobilé náklady“ představují směrnou hodnotu nákladů příslušné spolkové vlády. S vynaložením těchto nákladů je obvykle možné stavby pořídit a přitom dodržet příslušné zákonné požadavky.

I přes pasivní standard domu bylo možné díky důslednému projektování tyto předepsané náklady dokonce ještě snížit. Díky pasivnímu standardu tedy obec nyní může v běžném provozu dosahovat dalších úspor. Důsledně uplatňovaná koncepce dřevostavby byla hlavním faktorem pro ekonomičnost realizace. Pomocí velmi jednoduchých detailů bylo možné realizovat konstrukce bez tepelných vazeb s velmi nízkými náklady, o čemž svědčí zejména daleko dopředu vyčnívající balkon charakterizující celkovou tvář budovy. Tento slouží nejen jako protisluneční ochrana pro přízemí i první patro, ale rovněž má funkci první únikové cesty. Díky tomu bylo možné dosáhnout v interiéru výrazného zjednodušení protipožárních opatření a tím redukce nákladů.



Obr. 2 Detailní řez Mateřská škola - Langenpreising (©aw vallentin 2010).

Technické údaje Mateřské školy se školní družinou - Langenpreising

užitná plocha:	393 m ²
potřeba tepla na vytápění (PHPP)	14 kWh/(m ² a)
potřeba primární energie (PHPP)	84 kWh/(m ² a)
test vzduchotěsnosti	0,24 h ⁻¹
stavební náklady na výstavbu	696.000 €
(porovnání s parametry BKI 2009)	707.400 €)
celkové náklady na výstavbu	885.500 €
(porovnání způsob. náklady FAG)	892.000 €)

3. Hospodárné stavění s použitím prototypů

Pro společnosti z bytové výstavby může být vývoj prototypů důležitým prvkem pro ekonomickou strategii firmy. U pasivních domů z toho plyne potenciál velkých úspor, protože zejména při vyšších nákladech na projektování na straně projektantů a stavitelů se výhody sjednocení uplatní velmi výrazně. Je velmi důležité, aby prototyp byl přizpůsoben specifickým podmínkám jednotlivých pozemků a tím mohl být stále znovu optimalizován.

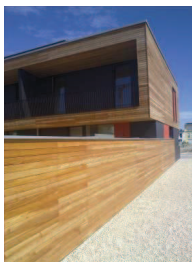
Jinak by byla vyloučena nákladově efektivní výstavba.

Možnost integrace do různorodých urbanistických plánů pro zástavbu, v níž budou budovy různých šířek, hloubek a s různými střechami je úlohou projektantů prototypů. Rovněž koncepci technického vybavení budov je třeba pokaždé uzpůsobit pro příslušné dostupné zdroje energie.

Z hlediska konstrukčního řešení je hybridní styl velmi efektivní, protože dané úkoly je možno optimalizovat pro jednotlivé stavební konstrukce. Dřevostavba může velmi efektivně plnit vysoké požadavky na izolační vlastnosti a stupeň absence tepelných vazeb u vnější obálky budovy. Železobetonová stavba umí vyřešit úlohu nosné konstrukce za velmi příznivých nákladů: vysoká nosnost, vynikající zvukotěsnost a protipožární ochrana, vysoká schopnost akumulace tepla. Patříčně pečlivé provedení spár mezi železobetonovou konstrukcí a dřevostavbou poskytuje vynikající hodnoty pro vzduchotěsnost a zvukovou izolaci.



Obr. 3 Poing „Bergfeld“ s 5 řadovými domy.



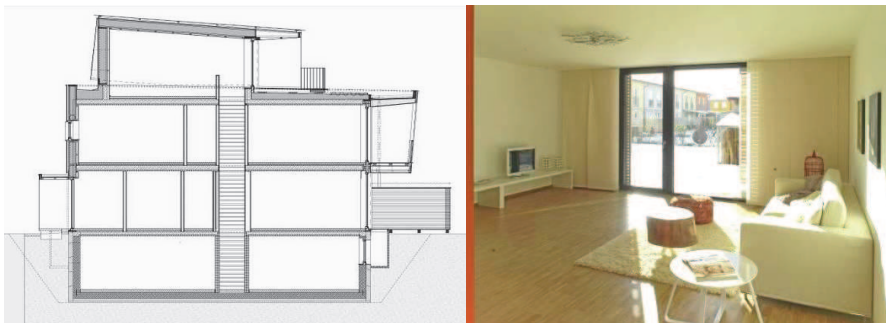
Obr. 4 Poing „Zauberwinkel“ s 22 řadovými domy pro SÜDHAUSBAU Mnichov/Berlín Mnichov, Obermenzing
(Foto aw valentin)



V.



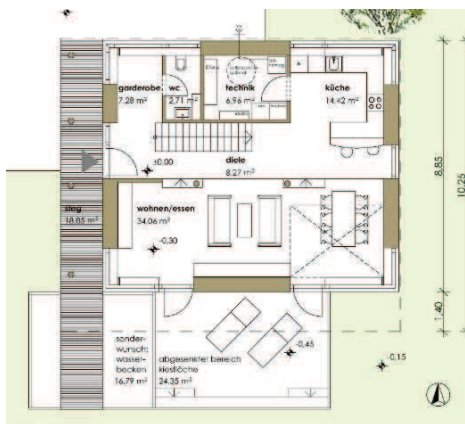
Obr. 5 Obermenzing s 6 řadovými domy pro SÜDHAUSBAU - Mnichov.



Obr. 6 Řadové domy – Poing „Zauberwinkel“ pro SÜDHAUSBAU - Mnichov.

Technické údaje průměrného řadového domu:

užitná plocha:	145 m ²
potřeba tepla na vytápění (PHPP)	14 kWh/(m ² a)
potřeba primární energie (PHPP)	80 kWh/(m ² a)
test vzduchotěsnosti	0,24 h ⁻¹
stavební náklady na výstavbu	174.000 €
parametry BKI 2009	182.000 € (střední standard)

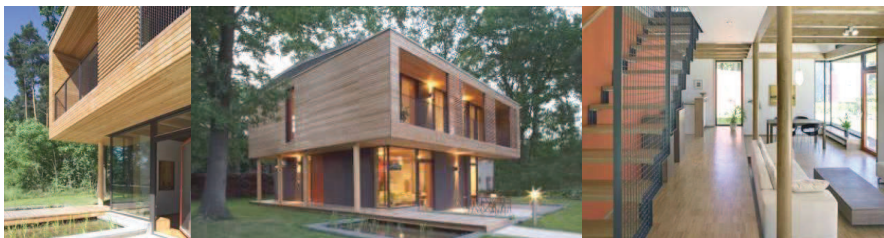


Obr. 7 Půdorys vily v pasivním standardu pro SÜDHAUSBAU- Berlín.

Prototyp rodinného domu se vyznačuje variabilním půdorysem se čtvercovou základnou, který je dobře přístupný ze všech stran, ale stále si zachovává jižní expozici a dostatek kreativního prostoru pro požadavky zákazníka. Dřevěná konstrukce tuto pružnost usnadňuje a poskytuje vysoký stupeň prefabrikace. Distribuci je proto možno provádět po celém Německu bez dalších nákladů.

V.

Konstrukce pro pasivní domy



Obr. 8

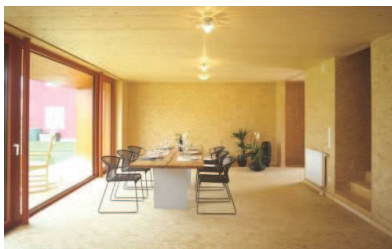
Existuje naléhavá potřeba nabídnout ekonomický a konzervativně umírněný prototyp depozitáře, protože mnoho děl z kulturního a uměleckého bohatství našich měst a zemí je v současné době uchováváno ve velmi nevyhovujících prostorách. Standard pasivního domu dokáže splnit tyto požadavky příkladným způsobem. Ve Wasserburgu se v současnosti buduje depozitář, u něhož je hlavní prioritou zejména rentabilita.



Obr. 9 Prototyp uměleckého depozitáře – foto modelu depozitáře ve Wasserburgu, Am Herder .

4. Použití jednoduchých materiálů

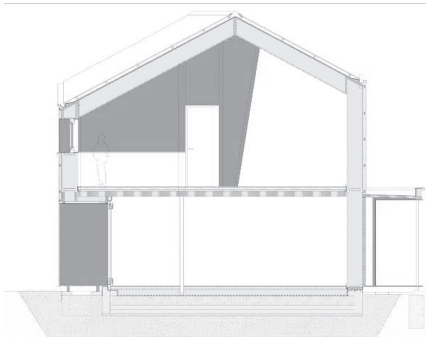
Dva obytné domy ve městě Dorfen mohly být jako nízkorozpočtové realizovány pouze s využitím konstrukce dřevostavby: standardizovaná dřevěná rámová konstrukce, redukce detailů připojení, levné obložení, pokud možno upuštění od obkladů v interiéru (přiznaná hrubá stavba), konstrukce, u nichž je technicky i časově možno provádět příslušné práce svépomocí, efektivní prostorové řešení s minimálním podílem stěn, dveří, víceúčelové využití komunikačních ploch atd. Nicméně u obou projektů mohly být financovány solární systémy.



Obr. 10 Obytný dům Dorfen Stadt "Am Brühl" (Foto Thomas Drexel, Friedberg).

Finanční omezení bylo nápaditě využito k dosažení žádané kvality použitím extrémně levných materiálů jako OSB-desky, dřevěné obklady a textilní membrány s ohledem na příslušný materiál.

Použitím OSB-desek na podlaze, stěnách a v podkroví vzniká v interiéru ucelený jednotný styl. Díky tomu lze vnímat vzájemné propojení prostorových možností nezávisle na střídání materiálů:



Obr. 11 Detailní řez Obytný dům Dorfen Stadt Obr. 12 Loft v 1. patře (Foto Th. Drexel, Friedberg).

Technické údaje pro obytný dům Dorfen „Am Brühl“:

Užitná plocha:	154 m ²
Potřeba tepla na vytápění (PHPP)	15 kWh/(m ² a)
Potřeba primární energie (PHPP)	85 kWh/(m ² a)
Test vzduchotěsnosti	0,26 h ⁻¹
Stavební náklady na výstavbu	148.000 €
Stavební náklady /m ² užitné plochy	961 €/m

Použití textilních membrán vyžaduje členění fasády s ohledem na vlastnosti materiálu, neboť membrány se montují na stavbě uloženy v jednoduchých plochých prefabrikátech. Při důsledném plánování „vznikne“ vyrovnané, jasné umístění otvorů:



Obr. 13 Obytný dům Dorfen Stadt „Rinninger Weg“ (Foto Thomas Drexel, Friedberg).

Technické údaje pro obytný dům Dorfem „Rinninger Weg“

Užitná plocha:	164 m ²
Potřeba tepla na vytápění (PHPP)	15 kWh/(m ² a)
Potřeba primární energie (PHPP)	95 kWh/(m ² a)
Test vzduchotěsnosti	0,24 h ⁻¹
Stavební náklady na výstavbu	178.000 €
Stavební náklady /m ² užitné plochy	1.085 €/m ²

5. Přidat je výhodnější

Škola Montessori v městě Aufkirchen mohla být realizována jako pasivní dům bez dodatečných nákladů. Koncepce, projekt a konstrukce byly velmi pozorně vyladěny s ohledem na úsporu nákladů.

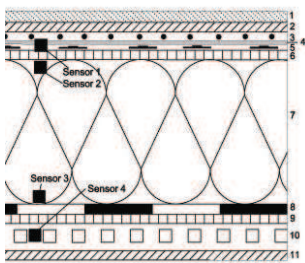
Velmi kompaktní stavba s hloubkou budovy až 30 metrů je založena na velmi racionálním funkčním schématu, které díky čtyřem zónám umožňuje odstupňování budovy směrem do hloubky. Důsledné členění na jednotlivé zóny umožňuje optimálně orientovat hlavní prostory tříd na jih a tím optimální solární zisky. Komunikační prostory uprostřed budovy jsou díky střešním oknům velmi dobře osvětleny přirozeným světlem. V odkládací zóně není nutné osvětlení - zde je také v podhledu vedeno elektrické vedení a jsou zde větrací šachty. Odborné učebny potřebují většinou neoslňující severní světlo. Drahá vnější obálka - zde jsou minimalizovány zejména stěnové konstrukce a okna.



Obr. 14 Jižní strana se vstupem a s vnějšími schody do tříd (Foto aw vallengin)

Efektivní koncepce požární ochrany napomáhá dosáhnout optimalizace nákladů, čímž je umožněno zejména jednoduché řešení koncepce větrání. Zejména dobré řešení úniku osob vnější cestou (např. vnější schodiště a balkony) vedou ke značnému usnadnění řešení interiéru budovy.

Zvýšení nosné konstrukce střechy z původně projektovaných 36 cm na 40 cm vzhledem k menšímu počtu dopravců vede díky snížení počtu nosníků k úspoře nákladů při současném zlepšení izolačních účinků. Náklady na střešní konstrukci tím mohly být sníženy o 23.000 Euro.



Obr. 15 Škola Montessori ve městě Aufkirchen se střešní nástavbou (Fotos aw vallentin).

Technické údaje školy Montessori ve městě Aufkirchen

Užitná plocha:	3.649 m ²
Potřeba tepla na vytápění (PHPP)	13 kWh/(m ² a)
Potřeba primární energie (PHPP)	89 kWh/(m ² a)
Test vzduchotěsnosti	0,09 h ⁻¹
Stavební náklady na výstavbu	5.702.000 €
(porovnání s parametry BKI 2003	5.745..000 € střední standard)
Stavební náklady celkem	8.401.000 €
(porovnání způsob. náklady FAG	8.200.000 €)

6. Kompaktní těleso stavby

Správná budova účelové organizace pro nakládání s odpadními vodami Abwasserzweckverband Erdinger Moos umožňuje díky svému kompaktnímu tělesu stavby vytvoření velkorysého centrálního prostoru a zároveň dosažení optimálního poměru plochy vnější obálky k vnitřnímu objemu. Budova je navržena jako železobetonová konstrukce. Je zde nutná samonosná konstrukce v oblasti vyčnívajícího balkonu.

Zvolená čistá masivní konstrukce však v tomto místě vede ke značnému zvýšení nákladů, protože oddělení použitím železobetonových prefabrikovaných prvků je velmi nákladné (cca 280 Euro za metr). Navíc tyto tepelně izolační oddělovací prvky představují největší tepelnou vazbu budovy, která zhoršila potřebu tepla na vytápění asi o 2 kWh/(m²a). To se samozřejmě musí kompenzovat jinde zlepšením obálky, což opět vede k dalšímu zvýšení nákladů.

Fasádu je možno pořídit jako provětrávanou konstrukci ekonomicky poměrně výhodně, protože zde byly pro nosnou spodní konstrukci použity distanční držáky z plastu, které se v poslední době objevily na trhu.

Díky extrémně kompaktní konstrukci bylo i zde možno dosáhnout ekonomicky výhodného pořízení stavby v pasivním standardu.



Obr. 16 Správní budova účelové organizace Abwasserzweckverband Erdinger Moos.

Technické údaje budovy Abwasserzweckverband Erdinger Moos

Užitná plocha	1.278 m ²
hrubý obestavěný prostor	5.908 m ³
Potřeba tepla na vytápění (PHPP):	15 kWh/(m ² a) (projektovaná hodnota)
Potřeba primární energie (PHPP)	70 kWh/(m ² a)(projektovaná hodnota)
Test vzduchotěsnosti	0,30 h ⁻¹ (projektovaná hodnota)
Stavební náklady na výstavbu	1.905.000 € [1.491 €/ (m ² NF), 322 €/ (m ³ BRI)]
(parametry BKI 2009	2.422.000 € střední standard)
doba výstavby	2011/ 2012

7. Shrnutí

Při posuzování udržitelnosti je každopádně nutno brát v úvahu kromě ekologických cílů rovněž finanční zdroje. Vzhledem k důležitosti financování závisí na zdrojích všechna rozhodnutí při výstavbě. Nízkorozpočtové cíle a pasivní standard domu lze velmi dobře sloučit dohromady.

Přitom je důležité, aby projektanti optimálně uplatňovali všechny známé možnosti snižování nákladů při výstavbě, jako je optimalizace návrhu, použití jednoduchých materiálů, cíleného využití součinnosti jednotlivých prvků. Nízkorozpočtové koncepce u pasivních domů navíc také vyžadují zvýšené koncepční a plánovací úsilí. Vlastnosti projektu, jako je kompaktnost, uspořádání jednotlivých zón, konstrukce bez tepelných vazeb a mostů a použití vhodných konstrukcí a materiálů, jsou hlavním předpokladem pro optimalizaci nákladů. V zásadě musejí všechna rozhodnutí projít „filtrem“ hodnotících energetické a cenové parametry.

8. Použité zdroje

- [Drexel 2010] Drexel, Thomas, Neue Low-Budget-Häuser, DVA-Verlag, 2010, Seiten (138 ff.) und Seiten (143 ff.).
- [Wrobel 2007] Wrobel, Siw, Passivhausstandard bei Nichtwohngebäuden – Kostenanalyse an Beispiel von Schulen, Masterarbeit, Bergische Universität Wuppertal, 2007.
- [Gonzalo 2006] Gonzalo, Roberto und Habermann, Karl: Energieeffiziente Architektur, Birkhäuser-Verlag, Basel-Boston-Berlin 2006, Seite (176 ff.)
- [Lückmann 2008] Lückmann, Rudolf und Hesse, Anett: Bauteil-Atlas/energieeffiziente Häuser/Passivhäuser, Weka-Verlag, Kissingen 2008, Seite (103 ff.)
- [Lückmann 2008] Lückmann, Rudolf und Hesse, Anett: Bauteil-Atlas/energieeffiziente Schulen und Kindergärten/Passivhäuser, Weka-Verlag, Kissingen 2008, Seite (103 ff.)
- [Rosansky 2008] Rosansky, Kay, „Passivhaus macht Schule“ S. 96 ff. in Deutsche BauZeitschrift DBZ, Low Budget 11 Jg.
- [Vallentin 2006] Vallentin, Gernot, „Scuola passiva Montessori ad Aufkirchen“ S. 46 ff. in *l'architettura naturale*, Italian, international review on sustainable architecture 32/33 Jg.;
- [Ambrozy 2005] Ambrozy, Heinz und Zuzana Gierlowá, Zuzana: Planungshandbuch Holzwerkstoffe, Technologie-Konstruktion-Anwendung; Springer Verlag Wien-New York 2005; Seiten (145 ff.) und (174 ff.)
- [Juschkus 2009] Juschkus, Ute, „Energieeffizientes Bauen – Best Practice aus dem öffentlichen Hochbau“; S. 20 f. in *RKW Informationen Bau-Rationalisierung*; 39 Jg., 2009;

Effektive Konstruktionen für Low- Budget Passivhäuser

Gernot Vallentin, Dipl. Ing., architekt a certifikovaný projektant pasivních domů
ArchitekturWerkstatt Vallentin, Unterer Marktplatz 1a, D-84405 Dorfen
Tel. (+49) 08081-955745, Fax. (+49) 08081-955746
E-mail: info@vallentin-architektur.de, WEB: www.vallentin-architektur.de

1. Wege zur Wirtschaftlichkeit

Der Passivhausstandard stellt normalerweise ein „Mehr an Konstruktion“ dar und es liegt in der Natur der Sache, dass dieser Standard deswegen immer mit Mehrkosten verbunden sein müsste. Aber gerade für Bauherren, die finanziell nicht so gut gestellt sind, ist es essentiell, dass ihre Liegenschaften nicht nur günstig erstellt werden, sondern auch im laufenden Betrieb möglichst geringe Kosten aufweisen. Denn es ist ein offenes Geheimnis, dass die Investitionskosten nicht den entscheidenden Anteil bei den Gesamtkosten eines Gebäudes haben. Der Passivhausstandard stellt dabei ein sehr gutes wirtschaftliches Optimum dar, was mit vielen ausgeführten Beispielen dokumentiert ist: Das „Mehr“ an Investitionskosten kann dabei durch ein „Weniger“ an Kosten im laufenden Betrieb ausgeglichen werden. Allerdings gibt es viele Fälle, bei denen die Investitionskosten einen bestimmten Level nicht überschreiten dürfen, wie z.B. die Neuschulden-Begrenzung bei öffentlichen Aufträgen, oder die Begrenzung durch den Anteil an Eigenkapital. Meist liegen dieser Problematik überholte finanztechnische Bedingungen zu Grunde. Für den Bauherren stellen diese aber eine reale Beschränkung dar. Es stellt sich in solchen Fällen die Aufgabe, den technisch höheren Standard des Passivhauses ohne höhere Investitionskosten zu realisieren...

2. Einfaches Konstruieren

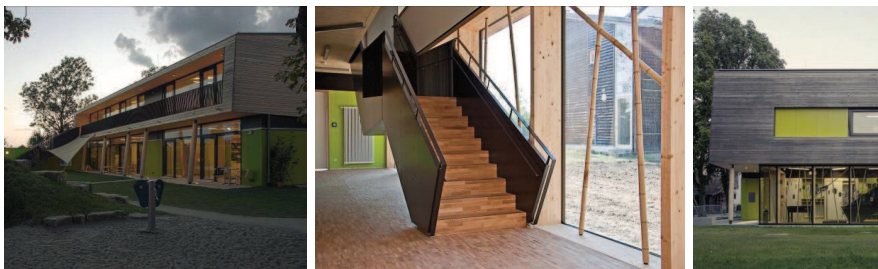


Abb.1 Kindergarten und Hort in Langenpreising (Fotos J. Kranzleiter, München).

Im Zuge des europäischen Konjunkturpaketes II 2009 sollte ein bestehender Kindergarten saniert werden. Voruntersuchungen haben ergeben, dass die Baukosten für die erforderliche Vollsanierung deutlich höher anzusetzen sind, als ein Neubau in Passivhausqualität. Die Gesamtkosten waren durch die Kostenkennwerte der Förderstelle gedeckelt. Diese sogenannten „zuwendungsfähigen Kosten“, stellen einen Kostenrichtwert der Landesregierung dar. Mit diesen Kosten können normalerweise Gebäude unter Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben errichtet werden.

Trotz Passivhausstandard konnte selbst diese Kostenvorgaben durch eine konsequente Planung unterschritten werden. Nunmehr können im laufenden Betrieb für die Gemeinde durch den Passivhausstandard weitere Einsparungen erbracht werden. Die Umsetzung als konsequenter Holzbau war ein wesentlicher Faktor für die Wirtschaftlichkeit. Mit einfachsten Details konnten sehr günstig wärmebrückenfreie Konstruktionen umgesetzt werden, was sich insbesondere beim Gestalt prägenden, weit auskragenden Balkon zeigt. Dieser fungiert nicht nur als Sonnenschutz für das Erd- und Obergeschoss, sondern stellt auch den ersten Rettungsweg dar. Wesentliche Vereinfachung des Brandschutzes und damit Kostenreduzierungen im Inneren sind dadurch möglich.

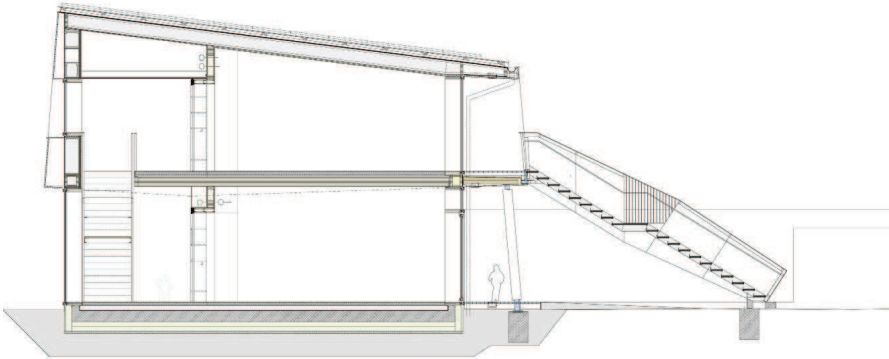


Abb. 2 Detailschnitt Kindergarten Langenpreising (©aw vallentin 2010) .

Technische Daten des Kindergarten mit Hort in Langenpreising

Nutzfläche:	393 m ²
Heizwärmebedarf (PHPP)	14 kWh/(m ² a)
Primärenergiebedarf (PHPP)	84 kWh/(m ² a)
Luftdichtigkeitstest	0,24 h ⁻¹
Baukosten Bauwerk	696.000 €
(Vergleich Kennwerte BKI 2009	707.400 €)
Baukosten gesamt	885.500 €
(Vergleich Zuw. Kosten FAG	892.000 €)

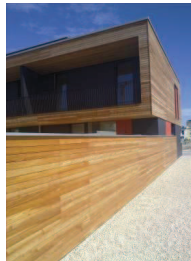
3. Wirtschaftliches Bauen mit Prototypen

Für Wohnungsbaugesellschaften kann die Entwicklungen von Prototypen ein wichtiger Baustein für eine wirtschaftliche Unternehmensstrategie sein. Für Passivhäuser ergibt sich ein großes Einsparpotential, da hier die Vorteile der Vereinheitlichung durch den höheren Planungsaufwand auf Seiten der Planer und Bauherren besonders zum Tragen kommt. Entscheidend ist, dass der Prototyp an die speziellen Gegebenheiten

der einzelnen Grundstück angepasst wird und damit immer wieder aufs neue optimiert werden kann. Kosteneffizientes Bauen ist ansonsten ausgeschlossen.

Die Integrierbarkeit in vielfältige Bebauungspläne mit unterschiedlichen Gebäudebreiten, Gebäudetiefen, Dachformen ist Aufgabe einer Prototypentwicklung. Das Haustechnikkonzept soll ebenfalls an den jeweils zur Verfügung stehenden Energieträgern angepasst werden können.

Konstruktiv ist eine Mischbauweise sehr effektiv, da die Aufgaben für die einzelnen Bauteile optimiert werden können. Der Holzbau kann die Anforderungen der Außenhülle an die hohe Dämmeigenschaften und eine weitgehende Wärmebrückenfreiheit sehr effektiv erfüllen. Der Stahlbetonbau kann die Aufgaben für die tragenden Strukturen kostengünstig lösen: hohe Tragfähigkeit, hervorragender Schall- und Brandschutz, hohe Speichermasse. Die nötige sorgfältige Fugenausbildung zwischen Stahlbetonbau und Holzbau führen zu hervorragenden Werten bei der Luftdichtigkeit und beim Schallschutz.



V.

Abb. 3 Poing „Bergfeld“ mit 5 Reihenhäusern .

Abb. 4 Poing „Zauberwinkel“ mit 22 Reihenhäusern für SÜD-HAUSBAU München/Berlin,(Foto aw vallentin) .



Abb. 5 Obermenzing mit 6 Reihenhäusern für SÜDHAUSBAU - München.

Konstruktion pro passivni domy

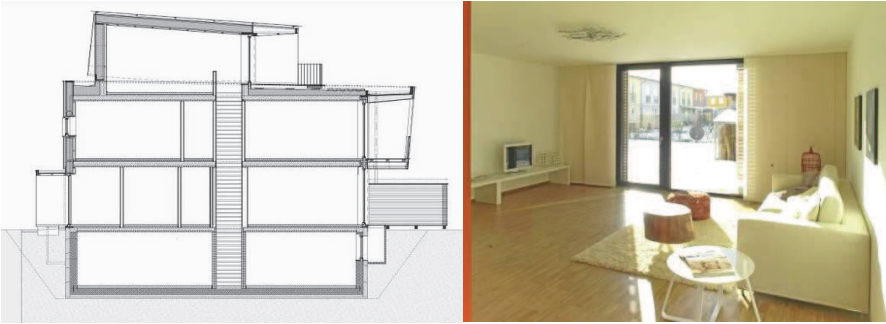


Abb. 6 Schnitt Reihenhäuser in Poing „Zauberwinkel“ für SÜDHAUSBAU - München.

Technische Daten eines durchschnittlichen Reihenhauses:

Nutzfläche:	145 m ²
Heizwärmebedarf (PHPP)	14 kWh/(m ² a)
Primärenergiebedarf (PHPP)	80 kWh/(m ² a)
Luftdichtigkeitstest	0,24 h ⁻¹
Baukosten Bauwerk	174.000 €
Kennwerte BKI 2009	182.000 € (mittlerer Standard)



Abb. 7 Grundriss Passivhausvilla für SÜDHAUSBAU- Berlin

Der Prototyp für ein Einfamilienhaus zeichnet sich durch einen variablen Grundriss mit einer quadratischer Grundform aus, der von allen Seiten gut erschließbar ist, trotzdem immer eine Südausrichtung beibehält und viel Spielraum für Kundenwünsche lässt. Die Holzbauweise erleichtert diese Flexibilität und bietet einen hohen Vorfertigungsgrad.

V.

Konstrukce pro pasivní domy

Der Vertrieb kann damit auch ohne weiteren Aufwand deutschlandweit erfolgen.

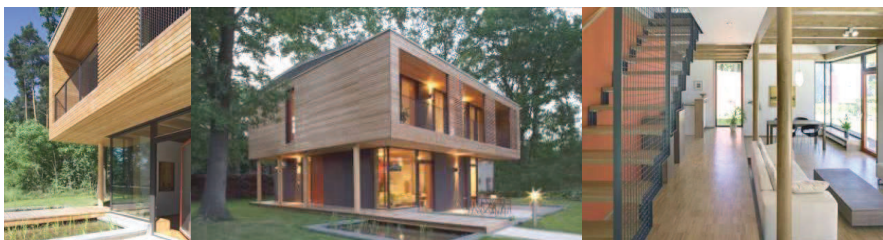


Abb. 8

Es herrscht ein dringender Bedarf nach einem wirtschaftlichen und konservatorisch gut abgestimmten Depot- Prototypen, da viele unsere Kultur- und Kunstgüter von Städten und Ländern momentan in sehr ungeeigneten Räumlichkeiten untergebracht sind. Der Passivhausstandard kann diese Anforderungen vorbildlich erfüllen. In Wasserburg wird momentan ein Depot entwickelt, bei der insbesondere die Wirtschaftlichkeit im Vordergrund steht.



Abb. 9 Prototyp Kunstdepot – Modellfoto des Depots in Wasserburg, Am Herder .

4. Verwendung einfacher Materialien

Die zwei Wohnhäuser in der Stadt Dorfen konnten nur mit einer Holzbaukonstruktion als Low- Budget Gebäude realisiert werden: standardisierter Holzrahmenbau, Reduzierung der Anschlussdetails, kostengünstige Bekleidungen, Verzicht von Bekleidungen im Innenraum wenn möglich (sichtbarer Rohbau), Konstruktionen, bei denen Eigenleistungen technisch und zeitlich gut möglich sind, effiziente Raumgefüge mit einem minimalen Anteil an Wänden, Türen, Mehrfachnutzung von Verkehrsflächen, etc. Trotzdem konnte bei beiden Projekten eine Solaranlage finanziert werden.

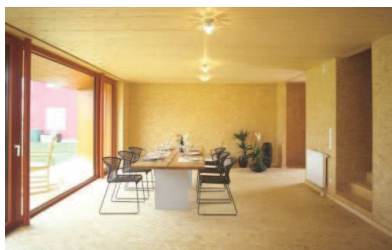


Abb. 10 Wohnhaus Dorfen Stadt "Am Brühl" (Fotos Thomas Drexel, Friedberg).

V.

Konstruktion pro passivni domy

Gestalterisch wurden aus den finanziellen Einschränkung Qualitäten entwickelt, indem extrem günstige Materialien wie OSB-Platten, Holzbeplankungen und Stoffmembranen materialgerecht eingesetzt wurden.

Durch die Verwendung der OSB-Platten im Boden, Wand und Dachbereich entsteht im Innenraum eine geschlossene Einheitlichkeit. Die Verschränkungen der Räumlichkeit wird dadurch uneinschränkt von Materialwechsel erlebbar:

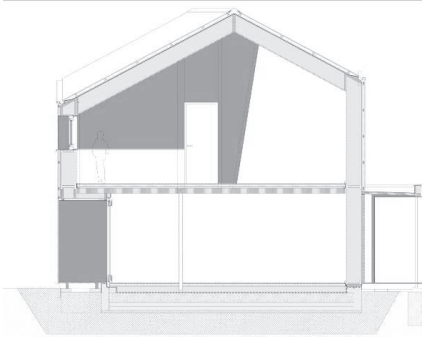


Abb.11 Detailschnitt Wohnhaus Dorfen Stadt Abb.12 Loft im OG (Foto Th. Drexel, Friedberg)

Technische Daten zum Wohnhaus Dorfen „Am Brühl“:

Nutzfläche:	154 m ²
Heizwärmebedarf (PHPP)	15 kWh/(m ² a)
Primärenergiebedarf (PHPP)	85 kWh/(m ² a)
Luftdichtigkeitstest	0,26 h ⁻¹
Baukosten Bauwerk	148.000 €
Baukosten/m ² Nutzfläche	961 €/m

Die Verwendung von Stoffmembranen verlangt eine materialgerechte Fassadenaufteilung, da die Membranen vorgefertigt in einfachflächigen Elementen auf der Baustelle montiert werden. Eine schnörkellose, klare Platzierung der Öffnungen „entsteht“ bei konsequenter Planung:

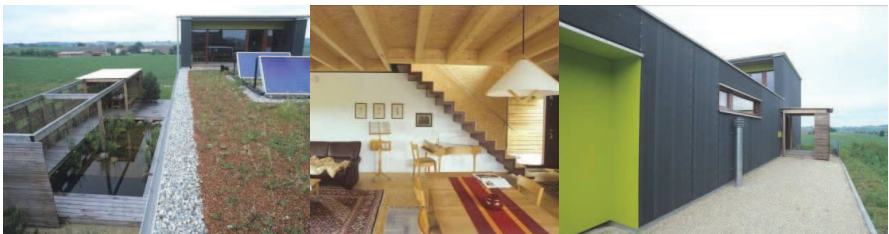


Abb. 13 Wohnhaus Dorfen Stadt "Rinninger Weg" (Fotos Thomas Drexel, Friedberg).

Technische Daten zum Wohnhaus Dorfen „Rinninger Weg“

Nutzfläche:	164 m ²
Heizwärmebedarf (PHPP)	15 kWh/(m ² a)
Primärenergiebedarf (PHPP)	95 kWh/(m ² a)
Luftdichtigkeitstest	0,24 h ⁻¹
Baukosten Bauwerk	178.000 €
Baukosten/m ² Nutzfläche	1.085 €/m ²

5. Mehr ist günstiger

Die Montessorischule in Aufkirchen konnte ohne Mehrkosten als Passivhaus umgesetzt werden. Konzept, Entwurf und Konstruktion wurden sehr sorgfältig auf Kosteneinsparungen abgestimmt.

Der sehr kompakte Bau mit Gebäudetiefen von bis zu 30 Meter hat ein sehr rationales Funktionsschema zur Grundlage, das mit 4 Zonen eine tiefe Staffelung des Gebäudes ermöglicht. Die konsequente Zonierung ermöglicht bei den Haupträumen der Klassenzimmer optimale Orientierung nach Süden und damit optimale solare Gewinne. Die Innen liegenden Verkehrszonen sind mit Oberlichtern sehr gut mit Tageslicht zu versehen. In der Abstellzone ist keine Belichtung nötig - hier werden auch in der abgehängten Decke die Leitungen Elektro und Lüftung geführt. Die Fachräume benötigen weitgehend blendfreies Nordlicht. Die teure Außenhülle - insbesondere die Wandkonstruktionen und Fenster werden dabei minimiert .



Abb.14 Südseite mit Eingang und den Außentreppen der Klassenräumen (Foto aw vallengin).

Effektive Brandschutzkonzepte unterstützen die Kostenoptimierung, die insbesondere einfache Lösungen für die Lüftungskonzepte ermöglichen. Insbesondere eine gute Personenrettung über die Außenseite (z.B. Außentreppen oder Balkonen) kann zu erheblichen Erleichterungen im Gebäudeinneren führen.

Die Erhöhung der Dachtragwerkskonstruktion von zuerst projektierten 36 cm auf 40 cm führt wegen der geringeren Trägeranzahl zu einer Kosteneinsparung bei einer gleichzeitigen Verbesserung der Dämmwirkung. Die Kosten des Dachkonstruktion konnte damit um ca. 23.000 Euro verringert werden.

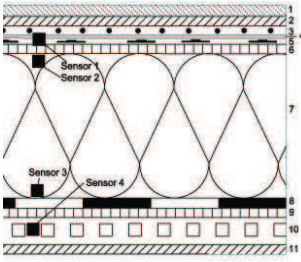


Abb.15 Montessorischule in Aufkirchen mit Dachaufbau (Fotos aw vallentin).

Technische Daten der Montessorischule in Aufkirchen

Nutzfläche:	3.649 m ²
Heizwärmebedarf (PHPP)	13 kWh/(m ² a)
Primärenergiebedarf (PHPP)	89 kWh/(m ² a)
Luftdichtigkeitstest	0,09 h ⁻¹
Baukosten Bauwerk	5.702.000 €
(Vergleich Kennwerte BKI 2003	5.745..000 € mittlerer Standrad)
Baukosten gesamt	8.401.000 €
(Vergleich Zuw. Kosten FAG	8.200.000 €)

6. Kompakter Baukörper

Das Verwaltungsgebäude des Abwasserzweckverbandes Erdinger Moos kann durch seinen kompakten Baukörper einen großzügigen zentralen Innenraum schaffen und gleichzeitig ein optimales Verhältnis von Außenhülle zu Volumen herstellen. Das Gebäude ist als Stahlbetonkonstruktion geplant. Hier ist eine klare Konstruktion im Bereich des auskragenden Balkons nötig.

Die gewählte reine Massivbaukonstruktion führt an dieser Stelle allerdings zu signifikanten Mehrkosten, da die Entkoppelung durch Stahlbeton-Fertigteilelemente sehr kostenintensiv ist (ca. 280 Euro je Meter). Weiterhin stellen diese wärmedämmtechnischen Entkoppelungen die größte Wärmebrücke des Gebäudes dar und verschlechtert den Heizwärmebedarf um ca. 2 kWh/(m²a). Dies muss natürlich an anderer Stelle durch eine Verbesserung der Hülle ausgeglichen werden, was wiederum zu weiteren Mehrkosten führt.

Die Fassade kann als hinterlüftete Kontruktion wirtschaftlich erstellt werden, da hierbei mittlerweile auf dem markt verfügbare Abstandshalter aus Kunststoff für die Unterkonstruktion verwendet wurde.

Durch die extrem kompakte Bauweise konnte auch hierbei eine wirtschaftliche Erstellung des Passivhausstandards ist ermöglicht werden.



Abb.16 Verwaltungsgebäude Abwasserzweckverband Erdinger Moos.

Technische Daten des Abwasserzweckverband Erdinger Moos

Nutzfläche	1.278 m ²
Bruttorauminhalt	5.908 m ³
Heizwärmebedarf (PHPP):	15 kWh/(m ² a) (projektiert)
Primärenergiebedarf(PHPP)	70 kWh/(m ² a) (projektiert)
Luftdichtigkeitstest	0,30 h ⁻¹ (projektiert)
Baukosten Bauwerk	1.905.000 € [1.491 €/((m ² NF), 322 €/((m ³ BRI))
(Kennwerte BKI 2009	2.422.000 € mittlerer Standard)
Bauzeit	2011/ 2012

7. Zusammenfassung

Zur Nachhaltigkeit sind auf alle Fälle neben den ökologischen Themen auch die finanziellen Mittel zu berücksichtigen. Als wichtige Ressource beim Bauen sind alle Entscheidungen davon abhängig. Low- Budget und Passivhausbauweise kann man sehr gut zusammenbringen.

Dabei ist wichtig, dass alle bekannten Elemente des Kostengünstigen Bauens, wie Optimierung des Entwurfes, Einsatz einfacher Materialien, Synergieeffekte bewusst einsetzen, optimal umgesetzt werden. Low- Budget-Konzepte bei Passivhäusern erfordern darüber hinaus noch mehr konzeptionellen und planerischen Aufwand. Die Entwurfparameter wie Kompaktheit, Zonierung, wärmebrückenfreies Konstruieren und den geeigneten Einsatz von Konstruktionen und Materialien sind Voraussetzung für die Kostenoptimierung. Im Prinzip müssen sind alle Entscheidungen einen energetischen und einen kostenrelevanten „Filter“ durchlaufen.

8. Acknowledgements

- [Drexel 2010] Drexel, Thomas, Neue Low-Budget-Häuser, DVA-Verlag, 2010, Seiten (138 ff.) und Seiten (143 ff.).
- [Wrobel 2007] Wrobel, Siw, Passivhausstandard bei Nichtwohngebäuden – Kostenanalyse an Beispiel von Schulen, Masterarbeit, Bergische Universität Wuppertal, 2007.
- [Gonzalo 2006] Gonzalo, Roberto und Habermann, Karl: Energieeffiziente Architektur, Birkhäuser-Verlag, Basel-Boston-Berlin 2006, Seite (176 ff.)
- [Lückmann 2008] Lückmann, Rudolf und Hesse, Anett: Bauteil-Atlas/energieeffiziente Häuser/Passivhäuser, Weka-Verlag, Kissingen 2008, Seite (103 ff.)
- [Lückmann 2008] Lückmann, Rudolf und Hesse, Anett: Bauteil-Atlas/energieeffiziente Schulen und Kindergärten/Passivhäuser, Weka-Verlag, Kissingen 2008, Seite (103 ff.)
- [Rosansky 2008] Rosansky, Kay, „Passivhaus macht Schule“ S. 96 ff. in Deutsche BauZeitschrift DBZ, Low Budget 11 Jg.
- [Vallentin 2006] Vallentin, Gernot, „Scuola passiva Montessori ad Aufkirchen“ S. 46 ff. in Iárchitectura naturale, Italian, international review on sustainable architecture 32/33 Jg.;
- [Ambrozy 2005] Ambrozy, Heinz und Zuzana Gierlowá, Zuzana: Planungshandbuch Holzwerkstoffe, Technologie-Konstruktion-Anwendung; Springer Verlag Wien-New York 2005; Seiten (145 ff.) und (174 ff.)
- [Juschkus 2009] Juschkus, Ute, „Energieeffizientes Bauen – Best Practice aus dem öffentlichen Hochbau“; S. 20 f. in RKW Informationen Bau-Rationalisierung; 39 Jg., 2009;

6. Vnitřní prostředí

Ján Klimek

Krb v systéme vykurovania a prípravy TÚV v pasívnom dome	256
Kamin im Heiz- und Warmwasseraufbereitungssystem in einem Passivhaus	259

Krb v systéme vykurovania a prípravy TÚV v pasívnom dome

Ing. Ján Klimek, ADV Klimek, s.r.o., K2 – Atelier pasívneho domu

Strečnianská 8, 921 01 Piešťany

Tel: 00421 905 327 923, E-mail: info@advklimek.sk

Plnohodnotným zdrojom tepla na vykurovanie a prípravu TÚV v pasívnom dome môže byť i krb. Pod krbom myslíme krbovú/pecovú vložku s externým prívodom vzduchu, zaústenú do komína. Krb je prerušovaný zdroj tepla s pomerne vysokým tepelným výkonom. Pre zmysluplné využitie krbu je potrebné vyriešiť uskladnenie tepla vznikajúceho pri horení na jeho neskoršie využitie. Spôsob uskladnenia tepla závisí od funkcie, ktorú krbu prisúdime t.j. od relatívne krátkodobého kúrenia určeného pre efekt až po plnohodnotný zdroj tepla. Od určenia funkcie krbu volíme veľkosť/tepelný výkon krbu a spôsob uskladnenia tepla. V mojom príspevku sa budem zaoberať krbom ako rovnocenným zdrojom tepla s uskladnením tepla cez teplovodný výmenník do akumulačnej nádrže a do poteru podlahy rozvodom podlahového kúrenia.

VI.

1. Podmienky použitia krbu v pasívnom dome

Prevedenie krbovej zostavy musí vyhovovať požiadavkám kladeným na pasívny dom, predovšetkým nesmie zhoršovať hodnoty určené pre pasívny dom v oblasti tesnosti, tepelných strát a tepelných ziskov od telesa krbu (tepelná pohoda v oblasti umiestnenia krbu).

1.1. Tesnosť systému:

T.j. externé nasávania vzduchu, regulácie prívodu vzduchu do ohniska, vlastná krbová/pecová vložka, zaústenie do komína, vlastný komín a prepojenie jednotlivých častí systému nesmie zhoršiť tesnosť objektu nad stanovenú hodnotu. Tesnosť systému zabezpečíme použitím vhodných výrobkov a komponentov. Ako problematické sa javí napojenie potrubia odvodu spalín na komínový prieduch. Toto spojenie musí byť pružné, odolávať vysokým teplotám a samozrejme tesné.

1.2. Tepelné straty krbovým systémom:

Ak máme tepelnoizolačnú obálku pasívneho domu tvorenú mohutnou tepelnou izoláciou, v prípade krbového systému tvorí hranicu medzi vonkajším a vnútorným priestorom len konštrukčný materiál. (stena potrubia, krbu). Teplotné podmienky v priestore komínového prieduchu však nie je identické s podmienkami vonkajšieho, t.j. exteriérového priestoru. V prípade uzavretia prieduchu tesnou klapkou sa eliminuje komínový efekt, čím sa dutina komínového prieduchu správa skôr ako uzavretá vzduchová dutina s istými tepelnoizolačnými vlastnosťami. Merania ukázali, že teplota v krbovej komore je po 8 hodinách od dohorenia len o cca 2 °C nižšia, ako prostredie umiestnenia krbu a táto teplota sa nemení. Ak prechádza komínové teleso vnútorným priestorom domu (napr. cez

podlažia), teplota komína počas kúrenia prispieva skôr k tepelným ziskom.

1.3. Tepelné straty tepelnými mostami v konštrukcii komína:

tieto možno spočítať a eliminovať podobne, ako iné časti konštrukcie pasívneho domu. Prerušenie tepelného mostu pri prechode komína cez tepelnoizolačnú obálku možno realizovať komínovou tvarovkou s vložkou z penového skla. Podobne je nutné prerušiť tepelné mosty i v mieste základov pre krbovú vložku a jej obostavbu.

1.4. Tepelné zisky do priestoru umiestnenia krbu:

Počas horenie v krbovej/pecovej vložke dochádza k vzniku teploty nad ohniskom na úrovni 500 - 600 °C, čo sa pri nevhodne zhotovenom krbe prejaví zvýšením teploty v jeho okolí. Teplota vstupuje do priestoru sálaním cez plášť krbovej vložky a presklené dvierka, tiež prúdením vzduchu ohriateho na horúcich plochách krbu. Nevhodne zrealizovaný krb, z hľadiska nadmerného tepelného výkonu do priestoru, môže eliminovať ostatné výhody využitia krbu. Správnym nadimenzovanie krbovej/pecovej vložky, odvedením veľkej časti vzniknutého tepla do akumulácie, tepelnou izoláciou ohniska a dvierkami primeranej veľkosti s izolačným sklom je možné nadmernému prehrievaniu okolia krbu zabrániť.

2. Akumulácia tepelnej energie

Akumulácia tepelnej energie je nevyhnutným predpokladom použitia krbu v pasívnom dome. Tepelnú energiu ukladáme do pevnej hmoty konštrukcie krbu priamo prostredníctvom priameho dotyku akumuláčnej hmoty so spalinami, prípadne ohriatym vzduchom. (akumulačné prstence, akumuláčna obostavbe krbovej/pecovej vložky). V prípade použitia krbu ako hlavného zdroja tepla je potrebné uskladiť tepelnú energiu v akumuláčnej nádrži, pričom voda sa ohrieva v teplovodnom výmenníku, resp. v dvojitom plášti ohniska. Spálením 1 kg dreva môžeme získať cca 3,6 kWh energie, z ktorej vieme cca 60 % uložiť v ohriatej vode, cca 20 % nám unikne do priestoru v okolí krbu a cca 20 % nám unikne komínom ako komínové straty (pri účinnosti 80 %). Akumulácia tepla vo vode je veľmi efektívna, voda má vysokú tepelnú kapacitu ($4\,180\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$). Znamená to, že ohriatim 1m^3 vody o 1K vieme uskladiť v teplej vode 1,16 kWh.

3. Zostava vykurovania a prípravy TÚV

Je uceleným systémom na vykurovanie a prípravu TÚV, v ktorej hlavným zdrojom tepla je krbová/pecová vložka s teplovodným výmenníkom. Počas kúrenia v krbe teplovodný výmenník umiestnený nad ohniskom odoberá teplo spalinám unikajúcim do komína. Pri zvolenej teplote vody vo výmenníku obehové čerpadlo vodu premiestni do akumuláčnej nádrži, ktorá sa takto postupne zohrieva. Vhodnou veľkosťou akumuláčnej nádrže a výkonom teplovodného výmenníka/krbu zabránime prípadnému prehriatiu vody v akumuláčnej nádrži nad stanovenú únosnú hranicu. V prípade prebytku tepla, môžeme spustiť obeh podlahového kúrenia. Takýmto spôsobom tepelnú energiu vzniknutú pri horení paliva prenášame do vody, uskladnujeme v aku nádrži a následne v hmote poteru podlahového kúrenia a stavebných konštrukcií. I keď zvýšenie teploty stavebných konštrukcií je len o niekoľko K, izolačná obálka udrží teplotu vzduchu v priestore dostatočne dlho do ďalšieho kúrenia v krbe. Podľa vonkajších podmienok je interval

kúrenia priemerne v rozsahu 2 - 3 dní.

Súčasťou akumuláčnej nádrže je zabudovaný výmenník na predohrev TÚV. V prípade ohriateho obsahu akumuláčnej nádrže, prechodom cez teplovodný výmenník sa studená voda predohreje, prípadne ohreje na využiteľnú teplotu. Ako vhodné sa ukázalo zaradiť do systému na prípravu TÚV zásobníkový ohrievač, ktorý garantuje komfort a stabilitu odberu TÚV. Aj keď sa v krbe nekúri, teplota v aku nádrži sa udržuje na teplote okolia (cca 20 °C), čo prispieva k zníženiu nákladov na prípravu TÚV.

V prípade naznačeného riešenia sa akumuláčna nádrž stáva energetickým centrom pasívneho domu, do ktorého môžeme vkladat' tepelnú energiu z rôznych zdrojov, ako sú napr. slnečné kolektory, tepelné čerpadlo, elektrická špirála (ako záložný zdroj), plynový kotol, teplo z podlahy (udržanie teploty v akumuláčnej nádrži v letnom, prechodnom období). Čerpať teplo z nej môžeme na spomínané kúrenie, predohrev TÚV, ohrev vzduchu vo VZT systéme (temperovanie cez VZT v prechodnom období).

4. Výhody naznačeného riešenia

Použitie krbu ako hlavného zdroja tepla prináša určité špecifiká. Je to systém pomerne náročný na obsluhu (príprava, uskladnenie dreva, zakurovanie, prikladanie, odstraňovanie popola a pod.). Prináša však mnohým výhody, ktoré nemajú iné spôsoby vykurovania. Ako hlavný dôvod treba uviesť nízke prevádzkové náklady, nezávislosť na hlavných zdrojoch energie (plyn, elektrina - poruchy v dodávkach), zónovanie teploty v priestore okolia krbu, psychologický účinok pohľadu na oheň, uspokojenie z pocitu priameho zabezpečenia životných podmienok v dome. V neposlednom rade sa jedná priateľské riešenie k životnému prostrediu s nízkou produkciou CO₂ a v prípade použitia solárnych kolektorov na prípravu TÚV sa zabezpečí rozhodujúca časť potreby energie na kúrenie, vetranie a prípravu TÚV pasívneho domu z obnoviteľných zdrojov.

5. Skúsenosti z realizácie

Popísaný systém je použitý v pasívnom dome v Piešťanoch. Jedná sa o murovaný podpivničený dom s dvomi nadzemnými podlažiami, zhotovený z materiálu Ytong. Plocha domu pre výpočet PHPP je 178 m², potreba tepla na vykurovanie a vetranie 14 kWh/(m²a). Tesnosť domu bola nameraná na úrovni 0,18. Počas kúrenia v zime 2010/2011 bolo spotrebovaných cca 6 priestorových metrov dreva rôznej kvality a výhrevnosti. Interval kúrenie 2 - 3 dni, po 6 - 8 hod. Kúrenie v krbe zabezpečilo želanú teplotu vnútorného priestoru na úrovni 23 °C a potrebu teplej vody pre 3 ľudí. Náhle zníženie vonkajšej teploty na -19 °C sa neprejavilo na poklese vútornej teploty. Tepelnoizolačné a akumuláčne vlastnosti stavby sa ukázali ako veľmi vhodné pre tento spôsob vykurovania.

Kamin im Heiz- und Warmwasseraufbereitungssystem in einem Passivhaus

*Ing. Ján Klimek, ADV Klimek, s.r.o., K2 – Passivhausatelier
Strecnianska 8, 921 01 Piestany, Slowakei
Tel.: 00421 905 327 923, E-Mail: info@advklimek.sk*

Als vollwertige Wärmequelle zur Heizung und Warmwasseraufbereitung im Passivhaus kann auch ein Kamin dienen. Unter Kamin wird ein in den Schornstein eingemündeter Kamin-/Ofeneinsatz mit externer Luftzufuhr gemeint. Kamin ist eine intermittierende Wärmequelle mit relativ hoher Wärmeleistung. Für einen sinnvollen Kamineinsatz ist die Speicherung der bei der Feuerung entstehenden Wärme zu ihrer späteren Nutzung zu lösen.

1. Kamineinsatzbedingungen im Passivhaus

Die Ausführung der Kamingarnitur hat den Passivhausanforderungen zu entsprechen, insbesondere darf sie die für Passivhaus in Bezug auf Dichtheit, Wärmeverluste und Wärmegewinn aus dem Kaminkörper (Behaglichkeit im Bereich der Kaminpositionierung) festgelegten Werte nicht beeinträchtigen.

2. Akkumulation der Wärmeenergie

Notwendige Voraussetzung eines Kamineinsatzes im Passivhaus ist Akkumulation der Wärmeenergie. Bei Einsatz des Kamins als Hauptwärmequelle ist die Wärmeenergie im Akkumulationsspeicher zu speichern, wobei sich das Wasser in einem Warmwasser-Wärmetauscher, bzw. im doppelten Mantel des Feuerherds erwärmt. Durch Verbrennung von 1 kg Holz können wir ca. 3,6 kWh Wärmeenergie gewinnen, davon können wir ca. 60 % im erwärmten Wasser speichern, ca. 20 % wandert in die Kaminumgebung ab und ca. 20 % ist ungenutzte Wärme in Form von Schornsteinverlusten.

3. Vorteile der dargestellten Lösung

Einsatz des Kamins als Hauptwärmequelle bringt bestimmte Spezifika mit sich. Die Bedienung des Systems ist relativ aufwendig (Vorbereitung, Holzlagerung, Anfeuern, Beschicken, Asche entfernen u. ä.). Diese Lösung hat aber zahlreiche Vorteile, die bei anderen Wärmequellen nicht zu finden sind: niedrige Betriebskosten, Unabhängigkeit von Energiehauptquellen (Gas, Strom - Lieferausfälle), Zonierung der Temperatur in der Kaminumgebung, psychologische Wirkung des Blicks in den Kaminfeuer, Zufriedenheit aus der direkten Sicherstellung von Lebensbedingungen im Haus. Es handelt sich gleichzeitig auch um eine umweltfreundliche Lösung mit niedriger CO₂- Emission, und beim Einsatz von Sonnenkollektoren zur Warmwasseraufbereitung wird der entscheidende Anteil der Wärme zur Heizung, Lüftung und Warmwasseraufbereitung aus erneuerbaren Ressourcen sichergestellt.

VI.

Vnitřní prošťřed

4. Erfahrungen aus der Realisierung

Das dargestellte System wird im Passivhaus in Piestany eingesetzt. Es handelt sich um ein unterkellertes gemauertes Haus mit zwei Obergeschossen, aus Ytong-Porenbeton. Die Fläche zur PHPP Berechnung beträgt 178 qm, der Wärmebedarf zur Heizung und Lüftung beträgt 14 kWh/(m²a). Die Dichtheit des Hauses wurde am Niveau 0,18 gemessen. Während der Winterheizsaison 2010/2011 wurden ca. 6 Raummeter von Holz mit diverser Qualität und Heizwert verbraucht. Das Heizintervall beträgt 2-3 Tage, je 6-8 Stunden. Das Heizen im Kamin hat die Solltemperatur im Innenbereich auf dem Niveau 23 °C sowie Warmwasserbedarf für drei Personen sichergestellt. Ein plötzlicher Temperaturabfall auf -19 °C hat sich an der Innentemperatur in keiner Art und Weise ausgewirkt. Die Wärmeisoler- und Akkumulationseigenschaften des Objekts haben sich für diese Heizungsart als äußerst geeignet gezeigt.

7. Zkušenosti z realizace, kontrola kvality, měření spotřeby

Ladislav Jůna

Experimentální měření elektrické energie provozu bytové jednotky 262

Martin Konečný

Jaké se staví v ČR pasivní domy? 264

Petra Šrubařová (Pochmanová)

Výpočtové modely hodnocení pasivních domů v podmínkách ČR 273

Jiří Novák

Měření vzduchotěsnosti bytových domů -
metodika TNI 73 0330 a její aplikace 278

Řešení vzduchotěsnosti pasivního bytového domu -
od návrhu ke kontrolnímu měření 289

Stanislav Paleček

Zkušenosti a techniky dosahování vzduchotěsnosti pláště budov v ČR 294

Martin Vonka, Antonín Antonín, Petr Hájek

Český systém certifikace budov SBToolCZ 300

VII.

Experimentální měření elektrické energie provozu bytové jednotky

Ing. Ladislav Jůna, ČVUT Praha, fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6 – Dejvice,
Tel: +420 605 451 981, E-mail: ladislav.juna@fsv.cvut.cz

1. Úvod

V souladu s požadavkem na dosažení energeticky nezávislých budov (budovy s téměř nulovou spotřebou energie) jsme nuceni mnohem více porozumět toku energií uvnitř domů či bytů. V budovách tohoto charakteru budeme využívat převážně energii elektrickou, a to na provoz zařízení spojených s běžným užíváním domácností. Výchozím dokumentem je především nová směrnice EU o energetické náročnosti budov (2010/31/EU - EPBD II).

2. Experimentální měření

2.1. Zdůvodnění potřeby

Energeticky nulové domy využívají maximálně obnovitelné zdroje energií a efektivní systémy na jejich distribuci a řízení za použití nejnovějších technologií. Pro návrh a nastavení těchto systémů je podstatná především znalost budoucího provozu, k jehož definici mohou napomoci data z připravovaných měření. Spotřeba elektrické energie má rovněž vliv na vnitřní teplotu v místnostech. Vše souvisí s provozem domácnosti a také s chováním lidí uvnitř uzavřeného prostoru.

2.2. Měřené veličiny

V průběhu měření byly zjišťovány tyto veličiny jako elektrické napětí (U [V]), elektrický proud (I [A]), činný výkon (P [W]), aktuální spotřeba elektrické energie (W [Wh]), koncentrace CO_2 (C [ppm]), teplota vnitřního vzduchu (T_i [°C]) a vlhkost vnitřního vzduchu (φ [%]).

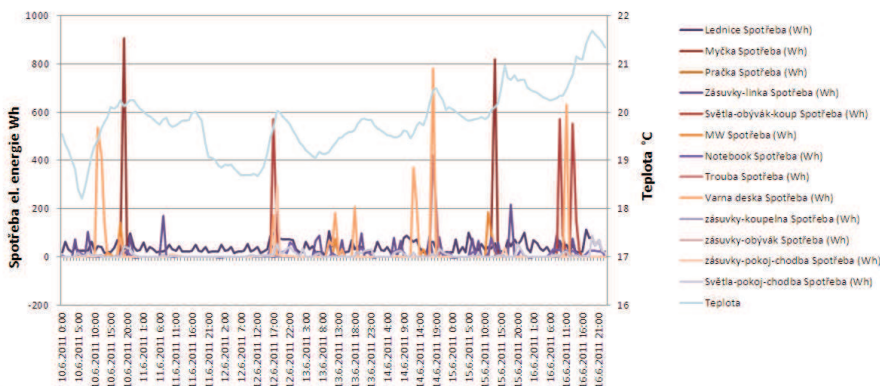
2.3. Měřené zařízení a spotřebiče

Měření spotřeby elektrické energie probíhá na elektrických obvodech (varná deska, trouba, myčka, pračka, zásuvky linka, zásuvky pokoje + chodba, zásuvky obývací, zásuvky koupelna, světla pokoje + chodba a světla obývací + koupelna) a na jednotlivých elektrických zařízeních (notebook, lednice a mikrovlnka).

2.4. Dílčí výsledky měření

Elektrická zařízení přeměňují elektrickou energii z větší části na energii tepelnou, a to v závislosti na typu zařízení, která elektrickou energii spotřebovávají a jejich účinnosti. Na uvedeném grafu (obr. 1) je dobře patrný vliv chování uživatelů (využívání spotřebičů) na vnitřní teplotu v místnostech. Ve výsledku to znamená, že ke zvýšení produkce tepla osobami i zařízeními dochází ve stejném čase.

Vývoj spotřeby elektrické energie a vliv na vnitřní teplotu



Obr. 1 Vývoj spotřeby elektrické energie a vliv na vnitřní teplotu.

Teplu uvolňované spotřebiči se v první řadě odráží ve zvýšené teplotě vzduchu v místnostech - jednak z důvodu tepelné kapacity vzduchu, ale především z důvodu bezprostředního kontaktu se zařízeními. Podíl na zvýšení teploty má rovněž metabolické teplo od osob pobývajících v interiéru. Vše je samozřejmě dáno rozmístěním jednotlivých spotřebičů po bytě, nicméně samotné měření teploty nebylo výrazně ovlivněno blízkostí zdrojů tepla.

3. Další postup

Pokračování a příprava nových experimentálních měření tohoto druhu napomáhá k porozumění širších souvislostí energetických toků v budově. Vytvoření matematického modelu a následná validace výsledků experimentálního měření budou využitelné k návrhu obnovitelných zdrojů elektrické energie (fotovoltaika, větrná energie). Výsledky měření v letních měsících napomáhají k definování provozu vzduchotechnických jednotek, které zajišťují snižování maximální teploty v obytných místnostech na únosnou míru definovanou normami.

4. Literatura

- (1) ČSN EN ISO 13790 (73 0317) Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- (2) ČSN 73 0540-2:2007 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- (3) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU
- (4) Vyhláška č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu SGS10/130/OHK1/2T/11 „Studentská grantová soutěž“.

Jaké se staví v ČR pasivní domy?

Ing. Martin Konečný, Kalksandstein CZ s.r.o.

Borovno E 23, 335 61 Spálené Poříčí

Tel.: +420774164103, E-mail: konecny@kalksandstein.cz

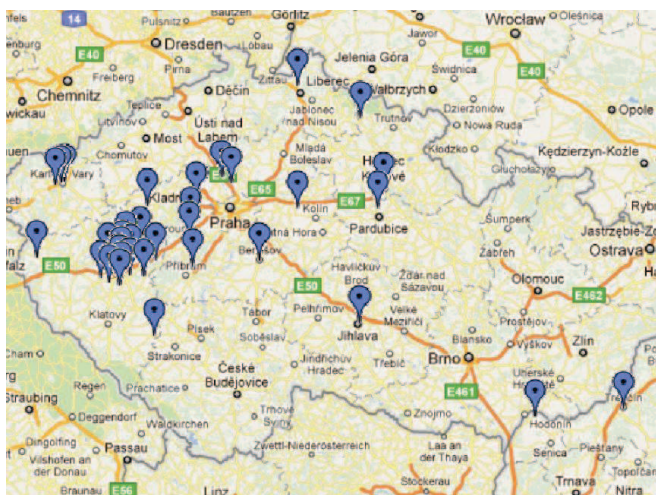
1. Úvod

Každý den se ve své praxi setkáváme s „pasivními domy“. Dnes téměř každý architekt pasivní domy navrhuje, a skoro každá firma je v České republice „běžně staví“. Velké poptávce a rozvoji této poptávky napomohl program Zelená úsporám. Jaká je však skutečnost? Jaké pasivní domy se skutečně staví, jakých dosahují parametrů a hodnot? Na tyto otázky odpovídá tento příspěvek.

2. Statistika vypočítaných domů dle PHPP, TNI 730329

Naše společnost Kalksandstein CZ s.r.o. se zabývá pasivními domy od roku 2007, kdy jsme začali s několika architekty optimalizovat první pasivní domy pomocí PHPP. Od té doby jsme optimalizovali, případně s architekty navrhovali a vylepšovali pomocí tohoto nástroje téměř 60 rodinných domů. Dále se pak objevil program Zelená úsporám a také TNI 730329, a s tím též požadavek klientů na připravení posudku k žádosti o dotaci z tohoto programu. Vzhledem k tomu, že v oblasti pasivních domů neustále panují nějaké mýty, rozhodli jsme se zveřejnit naši databázi výsledků výpočtů, udělat z této databáze statistiku a prezentovat závěry.

Jednotlivé domy jsou rozmístěny po celé republice, zejména v Čechách, poté také na Slovensku, méně na Moravě. Rozmístění je vidno na přiložené mapce.



Obr. 1 Mapa rozmístění počítaných pasivních domů.

Na projektech jsme za tu dobu pracovali s 18 různými architekty či projektanty. Jednotlivé projekty jsou nyní v různé fázi výstavby od zatím pouhého projektu až po dokončené a obydlené domy. Nicméně jedná se o skutečné, reálné domy, nejde tedy o nějaký modelový případ.

Vždy se jedná o masivní vápenopískové konstrukce Kalksandstein Zapf Daigfuss.

3. Co lze ze statistik vyčíst, aneb jaké se staví pasivní domy

Klienti se na nás obraceli a obracejí v různou dobu a s různými požadavky. S některým klientem pracujeme od začátku již od výběru pozemku, jindy se na nás zase obrací architekt a chce „jen spočítat PHPP“. Jindy zase je požadavkem klienta dosáhnout pouze na dotaci, výsledné hodnoty ho příliš nezajímají. I z toho důvodu jsme rozdělili statistiku do několika částí viz přiložená tabulka.

Do statistiky je zahrnuto 57 rodinných domů, vyloučili jsme z nich rekonstrukce.

V prvním sloupci je možné vidět předběžný výpočet PHPP, tj. jedná se o návrh, kdy nejsou dopočítané všechny detaily, vychází se z architektonické studie apod. Ve druhém sloupci již vidíme hodnoty PHPP skutečně spočítané dle finálního projektu. Dále máme pak ve statistice v porovnání s tím hodnoty těch samých domů dle TNI 730329. Zde se ještě také hodnoty mohou lišit, protože je zde možné počítat s paušálními přírážkami, nebo počítat s přesným výpočtem tepelných mostů. Konečně posledním výsledkem je definitivní přepočtení PHPP dle skutečnosti, výsledku Blower-door. Proto též vypočítány průměr je vždy z jiného množství hodnot, nicméně pro prezentaci výsledků to postačí.

U sídliště shodných 14 pasivních domů jsme započítali pouze jedinou hodnotu, která je průměrná z těchto 14 domů, aby to celkově statistiku nezkruslovalo.

Z výsledků je patrné, že průměrná hodnota je ve fázi studie, předběžného návrhu a hodnocení 21,93 kWh/(m²rok). Detailně navrhovaným projektem a optimalizací v PHPP se hodnota pak snižuje na 18,26 kWh/(m²rok). Po dokončení a realizaci je po dalším přepočtu PHPP hodnota opět o něco vyšší než projektovaná a to průměrně 20,36 kWh/(m²rok). A to i přes dobré hodnoty naměřené Blower-door, které vesměs projektovaný výsledek ještě výrazně zlepšují. Je z toho zřejmé, že domy je možné oproti prvotnímu návrhu, projektu optimalizovat, ale na stavbách pak dochází k dalším úlevám: např. výběr levnějších horších oken, vynechání zemního výměníku, výběr horších izolací, chyby v řešení detailů tepelných mostů atd.

Z výsledků je také patrná hodnota pro hodnocení pomocí TNI 730329, která činí 13,91 kWh/(m²rok). To je též trochu zkruslené směrem dolů, protože jsou zde započítány i domy, kde není počítáno s paušálními přírážkami, ale přesně s tepelnými mosty, což ale tato norma umožňuje. I tak je patrný rozdíl oproti PHPP je toto hodnocení o cca 4 kWh/(m²rok) mírnější. Z našich zkušeností vyplývá, že toto hodnocení je mírnější vždy, v extrémních několika konkrétních příkladech z praxe (viz tabulka např. dům Zbůch, Veltrusy, Vlkyš), kdy rozdíl činí také 13 kWh/(m²rok).

Tabulka 1

Číslo	Akce	Předběžný	PHPP	Přepočet,	PHPP po
		výpočet	Projekt	dotace, TNI	n50,
		PHPP	Projekt	730329	dokončení
		[kWh/m2a]	[kWh/m2a]	[kWh/m2a]	[kWh/m2a]
1	RD Plzeň	20,0			
2	RD Horažďovice		16,5	18	
3	RD Liberec		21,6	17	24,5
4	RD Jenišov		14,9	9	15
6	RD Jihlava		17,7	16	20
7	RD Némčovice	23,0			
8	RD Kladno	35,1			
9	RD Vlkyš	34,3		20	
10	RD Vrchlabí		13,7		
11	RD Hromnice	16,8	15,8	14	17
13	RD Trenčín		17,8	ne	
14	RD Tmaň		21,0	17	
16	RD Dobřany		14,0	13,7	
18	RD Slunečnice Kladno	12,8	18,0		
19	RD Hýskov	16,4		14,2	
20	RD Veltrusy	32,0		19	
21	RD Zruč	24		19	
22	RD K. Vary		20,0		
23	RD Nevid u Rokycan	21,7	16,3	10	15
24	RD Benešov	20,4			
25	RD Tachov	20,9			
26	RD Dalovice u K.V.	20,0			
27	RD Hradec Králové		24	23,3	
28	RD Srch		15,6	11	15
30	RD Ekopark Odolena Voda	13,4	13,6		
31	RD Zbůch			23	36
32	RD Skalica		18,5	ne	
33	RD Plzeň 505 typový		15,3	13,2	
34	RD Předenice 005		19,5	14,7	
36	RD Plzeň		22,7	17,3	
37	RD Starý Plzenec		24,9	20	
38	RD Štěnovice		24,4	20	
39	RD Dobřany Hnízdo 1		22,0	18	
40	RD Dobřany Hnízdo 2		21,1	18	
41	RD Dobřany Hnízdo 3		22,9	19	
42	RD Dobřany Hnízdo 4		24,7	18	
43	RD Dobřany Hnízdo 5		21,4	18	
44	RD Dobřany Hnízdo 6		22,1	19	
45	RD Dobřany Hnízdo 7		21,9	19	
46	RD Dobřany Hnízdo 8		21,2	18	
47	RD Dobřany Hnízdo 10		19,8	17	
48	RD Dobřany Hnízdo 11		20,6	18	
49	RD Dobřany Hnízdo 12		21,5	19	
50	RD Dobřany Hnízdo 13		22,1	19	
51	RD Dobřany Hnízdo 14		22,1	19	
	průměr Hnízda Dobřany		21,8	18,4	
52	RD Mýto	18,2			
53	RD Pečky		19,3		
56	RD Příbram		15,6		
57	RD Lysá nad Labem		14		
	Průměry:	21,93	18,26	13,91	20,36
	počítáno vč tepelných mostů, tj. nikoliv paušální přírázky				

VII.

Kontrola kvality, měření spotřebdy, zkušenosti z realizace

Zajímavým zjištěním dále je, že na skutečný pasivní dům do 15 kWh/(m²rok) dle PHPP může, i přes snahu architekta, či investora, aspirovat cca každý 5.- 6. dům. (dle tabulky je reálná šance dosáhnout těchto parametrů u 10 domů). Je to dáno vstupními podmínkami, které jsou rozdílné, ale poměrně obtížné k dosažení tohoto standardu. Dalším aspektem pak je, že investovat dalších cca 300-500 tis. Kč, aby se energetická náročnost snížila o několik posledních kWh/(m²rok) je opravdu nesmysl.

Naproti v hodnocení do 20 kWh/(m²rok) dle TNI je možné tento parametr splnit u více než 50 domů z tabulky, pouze 3 domy zcela jednoznačně tento požadavek nesplňují!

Tabulka 2 Hodnocení domů s naměřeným Blower-doorem.

Číslo	Akce	n50 [h-1]	měřil
2	RD Horažďovice	0,53	Paleček
3	RD Liberec	0,4	J. Novák
4	RD Jenišov	0,29	J. Novák
6	RD Jihlava	0,32	J. Novák
9	RD Vlkyš	0,11	Paleček
11	RD Hromnice	0,13	Paleček
28	RD Srch	0,30	
31	RD Zbůch	0,46	Paleček
54	RD Dobřany	0,25	Paleček
55	RD Dýšina	0,16	Paleček
Průměry:		0,295	

Z naší statistiky také vyplývá, což zde důkladněji neprobíráme, že kdybychom přiřadili jednotlivým domům jména architektů, tak někteří prostě jsou schopni navrhovat domy lepší, někteří horší. Zde bych citoval kolegu Arch. J. Smolu: „...*někteří kolegové na to prostě nemají*...“. Rukopis každého jednotlivého architekta se ve statistice nedá zapřít a je to tak, že by bylo možné architektky dle „energetické kvality“ též seřadit. To je pouze naše vedlejší zjištění z příložených statistik.

4. Co lze pasivním domem v ČR nazývat a co již nikoliv?

Dle našich výsledků a porovnání některých domů dle PHPP 2007 a TNI 730329 je patrné, že při požadavku 20 kWh/(m²rok) dle TNI se již pasivnímu domu, tak jak byl definován PHI velmi vzdaluje. Takové domy za pasivní považovat určit nelze!

Naopak dosahovat požadavku 15 kWh/(m²rok) dle PHPP není v ČR úplně jednoduché, běžné, v některých případech (např. vyšší nadmořská výška) je to nemožné. Též to může být neekonomické a neefektivní.

Další samostatnou kapitolou je primární energie, čímž se tento příspěvek nezabývá.

Neméně důležitou ale záležitostí je zcela běžná praxe, kdy se již většinou nikdo nezabývá regulací vzduchotechniky dle vypočítaného PHPP. V praxi jsme se s tím setkali pouze jedinkrát a to u certifikace pro PHI. Zcela běžné je, že skutečné ztráty větráním jsou

několikrát vyšší než je deklarováno v PHPP, pak jsou samozřejmě výsledné hodnoty v PHPP zcela jinde.

Obecně se v PHPP projektuje naprosto minimálně, pokud ano, s přepočtem PHPP dle skutečného stavu domu po jeho dokončení, Blower-dooru a zaregulování vzduchotekniky mimo naši společnost neviděli ještě nikdy.

5. Certifikace pasivních domů jako východisko ze stávající situace

Zcela jistě musí proběhnout odborná diskuse nad tím, co vlastně v ČR je považováno za pasivní dům. Jen tak je možné se vyhnout celé řadě podvodů a zkreslování informací, tak jak je to patrné na současném trhu s pasivními domy v ČR.

Již jen z uvedené statistiky vyplývá otázka: Je tedy pasivních jen několik? Nebo téměř všechny jsou pasivní?

Východiskem je certifikace pasivních domů takovou autoritou, kdy nebude zpochybnitelné, zda se v daném případě jedná, či nejedná o pasivní dům.

Naše společnost jde cestou certifikace u zahraničních certifikátorů, certifikovali jsme první „Qualitätsgeprüftes Passivhaus“ u PHI Darmstadt v roce 2009. U dalších domů našich klientů certifikace nyní probíhá.

Pouze tímto vidíme možnost jak zajistit klientovi požadovanou kvalitu bez kompromisů. Vzhledem k situaci jaká v tomto ohledu v ČR je jen velmi těžko pak laická veřejnost může považovat za pasivní domy jiné než certifikované.

6. Příklady vápenopískových masivních pasivních domů



Obr. 2 První „Qualitätsgeprüftes Passivhaus“ v ČR, certifikováno PHI Darmstadt. Obec Jenišov u Karlových Varů, foto Martin Šperl, projektový návrh. Ing. Štěpánka Hamatová.



Obr. 3 Pokud bude vše dokončeno dle projektu, tak dům získá certifikát Qualitätsgeprüftes Passivhaus, projekt již byl certifikován u firmy EZA! V SRN. Obec Lysá nad Labem, foto Ing. Jiří Vápeník, projektový návrh: Arch. Dirk Friedrich Sehmsdord.



Obr. 4 Další z domů, kde je možné dosáhnout na kvalitu certifikovaného pasivního domu. Obec Nevid, foto Ing. Martin Konečný, projektový návrh. Ing. Štěpánka Hamatová.

VII.

Kontrola kvality, měření spotřeby, zkušenosti z realizace



Obr. 5 Velmi kvalitní dům, těsně nad certifikovatelnou hranicí, dle definitivního přepočtu PHPP po dokončení stavby $17 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Dle měření v sezoně 2010/2011: $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Obec Hromnice, foto Ing. Martin Konečný, projektový návrh. Ing. Štěpánka Hamatová .



Obr. 6 Nízkonákladový dům v ceně 2,5 mil Kč splňuje veškerá očekávání majitelů. Hodnota dle PHPP je $23,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, dle TNI je to $18 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$. Obec Horažďovice, foto Jaroslav Pelech, projektový návrh. Ing. Jana Janochová.

VII.



Obr. 7 Nízkonákladový dům v ceně 2,5 mil Kč splňuje veškerá očekávání majitelů. Hodnota dle PHPP je 23,8 kWh/(m²a), dle TNI je to 18 kWh/(m²rok). Obec Srch, foto Ing. Martin Konečný, projektový návrh. Ing. Jana Janochová.

7. Závěr

Z naší práce vyplynuly následující závěry:

- Pasivního standardu dle požadavků PHI lze v ČR dosahovat, pokud si to investor přeje a architekt je takového návrhu schopen
- Dosahovat pasivního standardu dle PHI je ale velmi dost obtížné, zejména s ohledem na klimatické podmínky ČR
- Skutečných pasivních domů dle požadavků PHI stojí v ČR opravdu jen několik, rozhodně jich nejsou desítky či stovky. Naopak naproti tomu domů splňujících požadavky TNI je více a můžou jich být již stovky
- Ne vždy to musí být zcela efektivní a ekonomické hledisko, protože okolnosti, tj. vstupní podmínky nejsou vždy ideální, dosáhnout 20 kWh/(m²rok) dle PHPP je již pak zcela bez problémů, jistě není ostuda s domem po optimalizaci skončit např. na 17 kWh/(m²rok) dle PHPP při současné optimalizaci nákladů na stavbu.
- Každý dům lze od prvotního, byť sebelepšího návrhu architekta, kvalitním dimenzováním v PHPP ještě o dalších 20 % vylepšit, aniž by to stálo investora nějaké významné vícenáklady
- Mezi posuzováním domů dle PHPP a TNI 730329 je vždy rozdíl ve prospěch TNI, tj. metodika PHPP je přísnější a to o cca 4-5 kWh/(m²rok) u běžného RD
- Domy, které pouze těsně splní požadavek TNI 20 kWh/(m²rok) se již mohou

pohybovat vysoce nad 30 kWh/(m²rok) dle PHPP a to již za pasivní dům z našeho pohledu považovat opravdu nelze

8. Literatura

- (1) TNI 730329
- (2) Kalksandstein. Webové stránky stránky: <http://kalksandstein.cz/novinky/detail.php?id=29>
- (3) Fotoarchiv Kalksandstein CZ s.r.o.
- (4) PHI, Passivhaus Institut Darmstadt: Kriterien für Passivhäuser mit Wohnnutzung
- (5) Zertifizierung als „Qualitätsgeprüftes Passivhaus“ na webu:: www.passiv.de

Výpočtové modely hodnocení pasivních domů podmínkách ČR

Ing. Petra Šrubařová (Pochmanová), A.W.A.L. s.r.o.
Eliášova 20, 160 00 Praha 6
Tel.: +420 737 260 289, E-mail: srubarova@awal.cz

1. Úvod



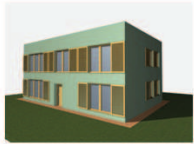

Príspevek vychází ze stejnojmenné diplomové práce zpracované pod vedením prof. Tywniaka z FSV ČVUT a prof. Feista z Univerzity v Innsbrucku. Práce prostřednictvím parametrických studií zkoumá chování pasivních domů v různých klimatických podmínkách v rámci ČR a zjišťuje, na co je třeba při návrhu pasivního domu v českém klimatu dbát.

2. Postup řešení

2.1. Modelové objekty

Parametrické studie byly zpracovány pro čtyři navržené modelové objekty, které zastupují nejběžnější typy obytných staveb. Objekty jsou pro účely parametrických studií záměrně geometricky zjednodušeny.

Tabulka 1

Malý izolovaný RD (MO1-EFH)		
Upravená podlahová plocha (A_{TFA})	101,3 m ²	
Střední hodnota U	0,16 W/(m ² .K)	
Měrná potřeba tepla na vytápění*	19 kWh/(m ² .a)	
Řadový RD (MO1-RH)		
Upravená podlahová plocha (A_{TFA})	505,0 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění*	12 kWh/(m ² .a)	
Velký izolovaný RD (MO2)		
Upravená podlahová plocha (A_{TFA})	163,9 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění*	15 kWh/(m ² .a)	
Mensí BD (MO3)		
Upravená podlahová plocha (A_{TFA})	884,1 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění*	8 kWh/(m ² .a)	

* Hodnoty pro výchozí stav ve stanovišti Hradec Králové

Pro každý modelový objekt byl nejdříve připraven tzv. „výchozí stav“, který je základem pro každou parametrickou studii, ve které je měněn jeden nebo kombinace dvou či tří parametrů.

2.2. Hodnocené vlastnosti

Pro hodnocení byla použita výpočetní metoda PHPP. V rámci této práce je sledován vývoj měrné potřeby tepla na vytápění, tepelné ztráty a solární zisky a četnost nadměrných teplot v letním období. Primární energie se nestanovuje, protože závisí ve značné míře na způsobu přípravy teplé vody a na zdroji vytápění. Předpokládá se, že u dobře navrženého pasivního domu s potřebou tepla na vytápění pod 15 kWh/(m²a) lze požadavek na primární energii 120 kWh/(m²a) splnit.

2.3. Volba klimatických dat

Pro provedené parametrické studie byla zvolena klimatická data pro lokality 1. Hradec Králové, 2. Ostrava, 3. Praha, 4. Kuchařovice, 5. Cheb, 6. Kramolín, 7. Červená, 8. Pec p. S., 9. Churáňov (zdroj: Meteonorm). Bohužel pro české lokality zatím stále nepanuje shoda o tom, který zdroj dat by měl být ten určující a především pro sluneční záření není k dispozici příliš spolehlivých údajů. Nepřesnost dat způsobuje nejistotu ve výsledcích. Jako referenční klima bylo zvoleno klima pro Hradec Králové. Pro porovnání a též pro ujištění jsou objekty vsazeny i do čtyř stanovišť v Rakousku (Viedeň, Innsbruck, Zwettl, Mariapfarr).

2.4. Optimalizace

Objekt MO1-EFH ve výchozím stavu překračuje limit pro pasivní standard dle PHPP, tzn. jeho měrná potřeba tepla na vytápění je vyšší než 15 kWh/(m²a). Proto byla provedena jeho optimalizace. Formou dílčích parametrických studií byla hledána vhodná opatření pro dosažení pasivního standardu. Nejvýraznější potenciál pro zlepšení představuje kvůli svému 40 % podílu na tepelných ztrátách prostupem obvodová stěna. Přehled nutných opatření je znázorněn v následující tabulce.

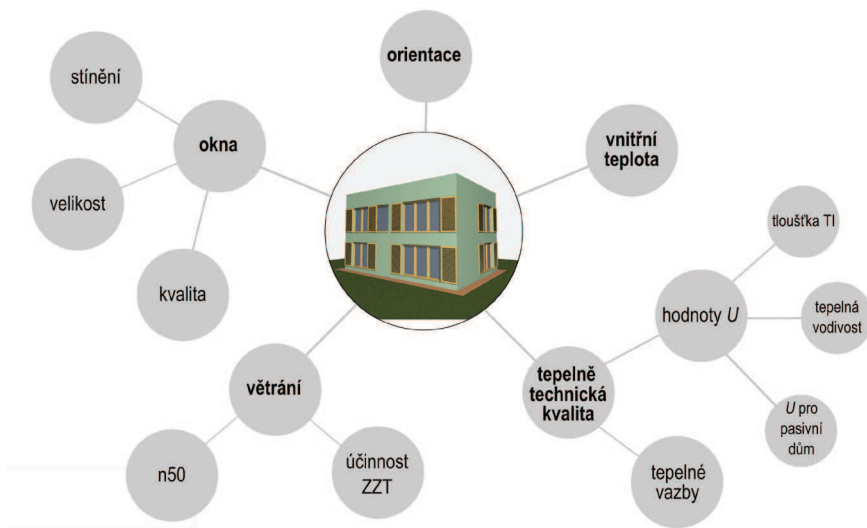
Tabulka 2

Opatření	Výchozí stav (18,9 kWh/m ² a)		Po optimalizaci (14,5 kWh/m ² a)	
	stěna	střecha	stěna	střecha
λ tepelné izolace [W/(m.K)]	0,040	0,042	0,036	0,036
d tepelné izolace [mm]	300	400	320	450
U [W/(m ² .K)]	0,13	0,10	0,11	0,08
Úprava vlastností zasklení	$U_g = 0,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, $g = 0,51$		$U_g = 0,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, $g = 0,55$	

2.5. Parametrické studie

Na Obr. 1 je znázorněn přehled parametrů, které byly obměňovány na modelových objektech v rámci provedených parametrických studií. Do několika parametrických studií byly zahrnuty i modelové objekty s upravenými hodnotami součinitele prostupu tepla

obálky budovy na úroveň požadavku a doporučení ČSN 73 0540.



Obr. 1 Přehled parametrů obměňovaných v rámci parametrických studií .

7. Závěr

3.1. Geometrie objektu

Parametrické studie prokázaly, že vedle tepelně technické kvality objektu představuje kompaktnost nejdůležitější vlastnost s výrazným vlivem na potřebu tepla na vytápění. Typ objektu má v českém klimatu dokonce větší význam než samotné klima. Nekompaktní objekty, ač s kvalitně zateplenou obálkou, reagují na všechny změny citlivěji. U malých rodinných domů je splnění požadavku $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ nejobtížnější. Potřeba tepla na vytápění u izolovaného RD (MO1-EFH) vychází o cca $7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ vyšší než u kvalitativně i velikostně obdobného řadového domu. Na základě těchto výsledků lze řadový dům označit za výhodný kompromis mezi samostatně stojícím rodinným domem a bytovým domem, který sice může nabídnout nejkompaktnější tvar, ale ve většinové společnosti v současnosti panuje touha po vlastním domě.

3.2. Klimatické podmínky

Potřeba tepla na vytápění pro stanoviště do 500 m. n. m. (tj. 66 % českého území) je vzájemně velice blízká, liší se do 20 %. Klimata ve stanovištích Hradec Králové, Ostrava, Praha lze označit za mírná. Chladné klima zastupují meteorologické stanice Pec pod Sněžkou, Červená a Churáňov. Nejvyšší měrná potřeba tepla na vytápění (Pec p. S.) je cca o 50 % vyšší než ta nejnižší (Kuchařovice). Ve slunečných lokalitách objekt výrazněji reaguje na změnu vlastností (a nejen těch, které bezprostředně souvisí se slunečním zářením). Většina českých lokalit ale není příliš slunečná a intenzity dopadajícího slunečního záření jsou podobné. Teplota se ukazuje pro energetickou bilanci jako

důležitější než sluneční záření. Přesto nelze význam solárních zisků zanedbat. Právě u objektů s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění tvoří solární zisky významnou složku energetické bilance.

3.3. Orientace ke světovým stranám

Z hlediska slunečního záření reaguje dobře zateplený objekt na změnu orientace výrazněji. Kde nelze zajistit vhodnou, nejlépe jižní, orientaci pasivního domu, musí být obálka budovy tepelně vysoce kvalitní, což objekty prodražuje. U malých objektů je orientace pro energetickou bilanci velmi důležitá. Pokud nelze orientovat hlavní fasádu na jih, může být v některých případech nemožné, za předpokladu rozumné tloušťky stěn a rozumných investičních nákladů, dostat měrnou potřebu tepla na vytápění pod 15 kWh/(m²a). Při severní orientaci takového malého objektu je třeba počítat se zhoršením potřeby tepla na vytápění o 7 - 10 kWh/(m²a).

3.4. Shrnutí

V České republice lze postavit pasivní dům s měrnou potřebou tepla na vytápění do 15 kWh/(m²a), ale důsledný a optimalizovaný návrh je zejména u malých rodinných domů extrémně důležitý. Kompaktní objekty poskytují při návrhu větší volnost, protože nereagují na změnu parametrů tak citlivě. Velikost oken sice neovlivňuje potřebu tepla na vytápění tak silně jako kompaktnost nebo tepelně technická kvalita, ale stále dost na to, aby se vyplatila její optimalizace.

4. Literatura

- (1) POCHMANOVÁ, P. Diplomová práce „Výpočtové modely hodnocení pasivních domů v podmínkách ČR“. Praha, 2010, 189 s.
- (2) Protokollband Nr. 19, Arbeitskreis konstengünstige Passivhäuser Phase II, Stadtplanerische Instrumente zur Umsetzung von Passivhäusern, Herausgeber: Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus Institut, Darmstadt 2000
- (3) Protokollband Nr. 21, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Architekturbeispiele: Wohngebäude, Herausgeber: Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus Institut, Darmstadt 2002
- (4) www.passiv.de

Abstrakt- Berechnungsmodelle für Passivhausbewertung in tschechischen Klimaverhältnissen

Dieser Beitrag geht von der gleichnamigen Diplomarbeit aus, die unter Betreuung von Prof. Tywoniak aus der Bau fakultät der TU Prag und Prof. Feist aus Universität Innsbruck bearbeitet wurde. Die Arbeit untersucht mithilfe Parameterstudien das Verhalten von Passivhäusern in unterschiedlichen klimatischen Bedingungen der Tschechischen Republik und stellt fest, worauf man bei einem Passivhausentwurf im tschechischen Klima vor allem achten sollte.

Die Parameterstudien wurden für vier Modellobjekte (ein kleines Einfamilienhaus, ein Reihenhaus, ein größeres Einfamilienhaus, ein kleines Mehrfamilienhaus) bearbeitet, die die drei typischsten Bauarten im Wohnbau vertreten. Sie sind für die Parameterstudien absichtlich geometrisch vereinfacht.

Für die Bewertung wurde die Berechnungsmethode PHPP benutzt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Heizwärmebedarf, die Wärmeverluste und Wärmegewinne und die sommerliche Übertemperaturhäufigkeit betrachtet.

Für die Untersuchung des Passivhausverhaltens im tschechischen Klima wurden Klimadaten für neun tschechische Standorte ausgewählt.

Im Rahmen der Parameterstudien wurden an den vier Modellobjekten unter anderem folgende Parameter variiert: Fensterfläche und Fensterqualität, Gebäudeorientierung, Innentemperatur, Dicke und Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung. In einige Parameterstudien wurden noch sogenannte Standardobjekte einbezogen, deren U-Werte der Anforderung und Empfehlung der tschechischen Norm ČSN 73 0540 entsprechen.

Měření vzduchotěsnosti bytových domů – metodika TNI 73 0330 a její aplikace

Jiří Novák, *Stavební fakulta ČVUT, Katedra konstrukcí pozemních staveb*
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
Tel.: +420 224 354 572, E-mail: jiri.novak.4@fsv.cvut.cz

1. Úvod

Měření vzduchotěsnosti obálky menších budov je všeobecně považováno za dobře zvládnutou diagnostickou metodu, popsanou v technických normách [v Evropě mezinárodně harmonizovaná EN 13829 (1)]. Menší budovy (typicky rodinné domy) je zpravidla možné měřit jako jedinou tlakovou zónu. To znamená, že tlak vzduchu, vyvolaný měřicím zařízením, je v celém prostoru budovy stejný. Výsledkem měření budovy jako jedné zóny je jediná hodnota, platná pro obálku budovy jako celek (typicky intenzita výměny vzduchu nebo vzduchová propustnost při referenčním tlakovém rozdílu n_{ref} nebo q_{ref}). Tu lze snadno porovnat s limitními hodnotami podle předpisů [v ČR např. (2, 3, 4)], které jsou nejčastěji definovány rovněž pro budovu (obálku budovy) jako celek.

V řadě případů je vhodné měřit i rozsáhlé budovy jako jednu tlakovou zónu. To však může být někdy komplikované nebo zcela nemožné z těchto důvodů:

- nedostatečný výkon měřicího zařízení (5)
- potíže s dosažením rovnoměrného tlakového rozdílu po ploše obálky (6) - zejm. vlivem větru a termického vztlaku po výšce budovy u vysokých budov
- dispozice budovy - jednotlivé části budovy nelze navzájem propojit do jediné tlakové zóny (např. jednotlivé byty v pavlačovém domě apod.)
- organizační problémy - jednotlivé části budovy propojit lze, ovšem v okamžiku měření se to nepodaří (např. odmítnutí přístupu, nepřítomnost obyvatel apod.)

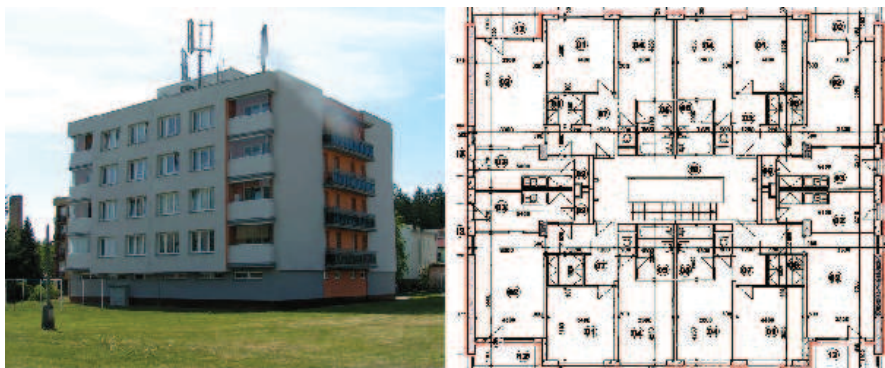
Pokud nelze změřit celou budovu jako jedinou tlakovou zónu, je možné alternativně postupovat po částech. Klíčovým problémem je pochopitelně vhodná volba reprezentativních částí budovy, dále způsob vyjádření výsledků, jejich interpretace a vyhodnocení. Otázkou je, zda se mají s limitními hodnotami porovnávat přímo výsledky měření dílčích částí budovy nebo zda se má k tomuto účelu použít jediná hodnota získaná vhodnou agregací dílčích výsledků (průměr, vážený průměr apod.).

V evropských zemích existují dosud nestandardizované měřicí postupy, které řeší mimo jiné výše uvedené problémy. Přehled některých je uveden např. v (7). V ČR byla pro účely klasifikace budov s nízkou potřebou energie navržena metodika měření vzduchotěsnosti bytových domů [nyní příloha A předpisu (4)]. Podrobně popisuje několik postupů měření, včetně měření po částech. V tomto příspěvku jsou uvedeny některé zkušenosti s pilotními testováním této metodiky při měření vzduchotěsnosti bytového domu.

2. Pilotní měření bytového domu

2.1. Měřená budova

Byl vybrán šestipodlažní nepodsklepený zděný bytový dům z r. 1978 (obr. 1). Budova byla nedávno zateplena, okna vyměněna. V 1. NP (neobytném) jsou situovány garáže, sklepní kóje a další společné prostory (kočárkárna, místnost pro bývalou domovní předávací stanici, bývalá mandlovna apod.). Prostor garáží je zcela oddělen od zbytku budovy vnitřní stěnou bez dveří. V 2. NP až 5. NP jsou byty, vždy čtyři na podlaží (celkem 16 bytů). Všechny byty mají stejnou dispozici a velikost. V 6.NP (ustupujícím) je pouze plynová kotelna. Jediný schodišťový prostor je umístěný ve středu budovy. Budova je větrána přirozeně.



Obr. 1 Měřená budova – pohled a půdorys typického NP.

V každém bytě jsou dvě instalační jádra pro vedení stoupacího potrubí vodovodu, kanalizace a VZT potrubí pro odtah vzduchu ze sociálních zařízení a spížních skříní. Kanalizační a VZT potrubí je vyvedeno nad střechu. Budova má ústřední vytápění radiátory, stoupací potrubí je vedeno mimo instalační jádra. Prostupy stoupacího potrubí skrz stropy mohou být významným zdrojem vnitřních netěsností.

2.2. Postup

Vzduchotěsnost budovy byla měřena všemi třemi postupy podle metodiky (4):

- postup 1 - budova jako celek
- postup 2 - obytná část
- postup 3 - relevantní počet bytů vybraných podle pravidel metodiky

Vzduchotěsnost jednoho z bytů byla změřena navíc také s použitím metody vyrovnání tlaku v sousedních prostorech pro vyloučení vlivu netěsností ve vnitřních konstrukcích. Výsledky měření byly porovnávány s limitní hodnotou $n_{50,N} = 4,5 \text{ h}^{-1}$ (přirozeně větraná budova).

Postup 1 - pro spojení všech prostorů v budově do jedné tlakové zóny byly otevřeny

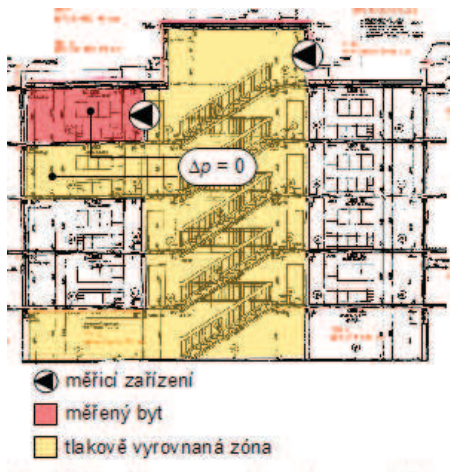
všechny vnitřní dveře. Měřicí zařízení bylo osazeno do vstupních dveří do budovy v 1.NP.

Postup 2 - pro oddělení obytné části od zbytku budovy se pouze zavřely vnitřní dveře ze schodišťového prostoru do nebytových prostorů v 1. a 6.NP. Měřicí zařízení bylo osazeno do vstupních dveří do budovy v 1. NP.

Postup 3 - podle pravidel uvedených v metodice bylo pro měření vybráno 5 bytů pod střechou nebo nad garážemi. Jeden z vybraných bytů v 2. NP nemohl být změřen z důvodu nepřítomnosti obyvatel. Náhradou za něj byly změřeny dva jiné byty ve 3. a 4. NP. Měřicí zařízení bylo vždy osazeno do vstupních dveří do bytu.

Měření bytu s použitím metody vyrovnání tlaku [MVT, (8)] - pro

vytvoření vyrovnávací tlakové zóny okolo měřeného bytu se otevřely vnitřní dveře do všech sousedních bytů a dveře uvnitř těchto bytů. Měřicí zařízení bylo osazeno do vstupních dveří měřeného bytu. Druhé měřicí zařízení pro vyrovnání tlaku bylo osazeno do dveří ze schodiště do kotelny. Chod ventilátoru druhého měřicího zařízení byl automaticky řízen tak, aby byl po celou dobu měření udržován přibližně nulový tlakový rozdíl mezi bytem a sousedními prostory (obr. 2). Hodnota tohoto tlakového rozdílu byla v průběhu měření kontrolována, pohybovala se v intervalu od -0,6 Pa do +0,4 Pa..



Obr. 2 Měření bytu s pomocí metody vyrovnání tlaku v sousedních prostorech.

Všechna měření byla realizována v průběhu dvou po sobě následujících dní, za srovnatelných klimatických podmínek s použitím stejných přístrojů (běžná měřicí zařízení typu blower door). Systematická detekce netěsností nebyla prováděna.

2.3. Příprava budovy před měřením

V souladu s (4) byla všechna měření realizována metodou B podle (1). Tomu odpovídala i příprava budovy před měřením. Větrací potrubí pro odtah vzduchu ze sociálních zařízení a spížních skříní bylo utěsněno přelepením plastové fólie přes větrací hlavice potrubí nebo přes větrací otvory ve střešních nástavbách nad instalačními šachtami. Vzhledem k podmínkám a reálným možnostem nebylo možné toto utěsnění realizovat dokonale (fólie musela být fixována lepicími páskami na omítku s velmi hrubým povrchem - obr. 3).

Z podobných důvodů se nepodařilo uspokojivě utěsnit ani velký prostup pro původní teplovodní potrubí v podlaze bývalé domovní předávací stanice. Toto provizorní utěsnění se pravděpodobně v průběhu měření částečně porušilo, což se projevilo systematickým rozdílem mezi výsledky měření podtlakem a přetlakem, především při měření bytů.



Obr. 3 Způsob utěsnění větracích otvorů střešních nástaveb.

3. Výsledky měření

3.1. Přehled naměřených výsledků

V tab. 1 je uveden přehled všech realizovaných testů a výpočet hodnot intenzity výměny vzduchu n_{50} pro každou z měřených částí.

Tabulka 1 Přehled naměřených výsledků – objemový tok vzduchu při 50 Pa, V_{50} .

měřená část budovy	vnitřní objem [m ³]	podtlak		přetlak		průměr	
		V_{50-} [m ³ /h]	n_{50-} [h ⁻¹]	V_{50+} [m ³ /h]	n_{50+} [h ⁻¹]	$V_{50-/+}$ [m ³ /h]	$n_{50-/+}$ [h ⁻¹]
celá budova	3 909	3 001	0.77	2 828	0.72	2 915	0.75
obytná část	3 492	2 953	0.85	2 971	0.85	2 962	0.85
byt 2.1	189	573	3.03	777	4.12	675	3.57
byt 3.1	189	545	2.88	710	3.76	628	3.32
byt 3.3	189	317	1.68	369	1.95	343	1.82
byt 4.3	189	1 068	5.65	1 126	5.96	1 097	5.81
byt 5.1	189	379	2.01	566	3.00	473	2.50
byt 5.2	189	660	3.50	849	4.49	754	3.99
byt 5.4	189	479	2.54	605	3.20	542	2.87
byt 5.1+MVT	189			271	1.44		

3.2. Postup 1 – budova jako celek

Výsledná hodnota n_{50} se podle (4) vypočítá jako poměr objemového toku vzduchu při 50 Pa zjištěného měřením celé budovy a vnitřního objemu budovy. V tomto případě vychází $n_{50} = 0,75 \text{ h}^{-1}$. Budova tedy splňuje požadovanou hodnotu $n_{50,N}$ s velkou rezervou.

Naměřená hodnota $n_{50} = 0,75 \text{ h}^{-1}$ je překvapivě nízká, přestože zajištění vzduchotěsnosti nebyla při výstavbě ani následných rekonstrukcích pravděpodobně věnována žádná pozornost. Na druhou stranu vzduchová propustnost obálky budovy při 50 Pa vyšla $q_{50} = 1,56 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$. To je hodnota několikanásobně vyšší, než jaké je dosahováno u kvalitních pasivních rodinných domů splňujících kritérium $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$. Nízké hodnoty n_{50} tedy nebylo dosaženo díky kvalitě vzduchotěsnících opatření, ale jedná se o důsledek příznivé geometrie budovy (výhodný poměr plochy obálky k vnitřnímu objemu A_E/V).

Připomeňme, že vzduchová propustnost udává objemový tok vzduchu jedním metrem čtverečním obálky v m^3/h při daném tlakovém rozdílu, zde 50 Pa (1):

$$q_{50} = \frac{V_{50}}{A_E}$$

Kde V_{50} je objemový tok vzduchu při 50 Pa a A_E plocha obálky měřeného prostoru vypočítaná podle (1). Mezi n_{50} a q_{50} platí tyto převodní vztahy:

$$q_{50} = \frac{V}{A_E} \cdot n_{50} ; n_{50} = \frac{A_E}{V} \cdot q_{50}$$

Kde V je vnitřní objem měřeného prostoru vypočítaný podle (1). Pozor, nezaměňovat zde užívaný poměr A_E/V s geometrickým faktorem tvaru A/V , který se používá při výpočtech a hodnocení energetických vlastností budov. Plocha obálky a objem se v obou případech počítají odlišně (v případě A_E/V podle (1))!

3.3. Postup 2 – obytná část

Výsledná hodnota n_{50} se podle (4) vypočítá jako poměr objemového toku vzduchu při 50 Pa zjištěného měřením obytné části a vnitřního objemu obytné části. V tomto případě vychází $n_{50} = 0,85 \text{ h}^{-1}$. Obytná část splňuje požadovanou hodnotu n_{50} , tedy podle pravidel metodiky (4) je možné považovat požadavek za splněný.

Je překvapivé, že objemový tok vzduchu V_{50} je v případě obytné části vyšší, než v případě celé budovy (tab. 1). Zatímco objemové toky vzduchu naměřené při podtlaku v budově jsou v obou případech velmi podobné (rozdíl $17 \text{ m}^3/\text{h}$), objemový tok změřený při přetlaku je v případě obytné části nezanedbatelně vyšší (rozdíl $173 \text{ m}^3/\text{h}$). Jedná se zřejmě o chybu měření, která může souviset s porušením provizorního utěsnění VZT a kanalizačního potrubí (kap. „Příprava budovy“). To pochopitelně komplikuje interpretaci výsledků a jejich zobecnění.

Velmi podobné průtoky vzduchu změřené při podtlaku v případě celé budovy a v případě obytné části naznačují, že i při měření obytné části se budova zřejmě chovala jako jedna tlaková zóna. Jinak by měl být objemový tok vzduchu změřený na obytné části odlišný od objemového toku změřeného na celé budově - větší nebo menší v závislosti na vzduchotěsnosti vnitřních konstrukcí oddělujících obytnou část budovy od nebytových prostorů. Za předpokladu rovnoměrného rozložení netěsností po obálce budovy (vzduchová propustnost v každém místě odpovídá hodnotě $q_{50} = 1,56 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$ zjištěné měřením celé budovy) a za předpokladu dokonale vzduchotěsných vnitřních konstrukcí

mezi obytnou částí a nebytovými prostory, by měl průtok vzduchu při měření obytné části přibližně odpovídat této hodnotě:

$$V_{50,2} = q_{50,1} \cdot A_{E,obyt,ext} = 1,56 \cdot 1563 = 2443 \text{ m}^3/\text{h}$$

Kde $A_{E,obyt,ext}$ je plocha obvodových konstrukcí obytné části budovy. Skutečně naměřená hodnota je výrazně vyšší (2962 m³/h) - to ukazuje, že vnitřní konstrukce mezi obytnou částí a nebytovými prostory jsou zřejmě skutečně velmi netěsné (především vnitřní dveře).

Jestliže při měření postupem 2 byl místo objemového toku vzduchu obálkou obytné části opět měřen tok vzduchu obálkou budovy, pak byla výsledná hodnota n_{50} , vypočítaná vydělením tohoto objemového toku vnitřním objemem obytné části, stanovena chybně. Nevypovídá ani o vzduchotěsnosti obytné části ani o vzduchotěsnosti celé budovy. Závěr uvedený v prvním odstavci této kapitoly je tedy rovněž chybně.

Tyto zkušenosti ukazují, že měření dílčích částí budovy může být komplikované a výsledek obtížně porovnatelný s měřením budovy jak celku, zejména u budov s významnými vnitřními netěsnostmi. Nabízí se otázka, zda by se v podobných případech neměly prostory budovy, které nejsou součástí měřené zóny, propojit s vnějším prostředím (např. otevřením oken), aby tlakový rozdíl působící na vnitřní konstrukce mezi měřeným a neměřeným prostorem odpovídal tlakovému rozdílu působícímu na obvodové konstrukce měřené části. Obecně lze doporučit zaznamenávat v průběhu měření také tlakový rozdíl mezi měřeným prostorem a okolními neměřenými prostory - získané informace mohou významně usnadnit pozdější analýzu a interpretaci výsledků.

3.4. Postup 3 – měření po bytech

Výsledkem měření postupem 3 je průměrná hodnota $n_{50,m}$, která se podle (4) vypočítá jako vážený průměr hodnot n_{50} relevantního počtu dílčích jednotek (zde bytů) přes objemy vnitřního vzduchu těchto jednotek. Relevantní počet bytů je v tomto případě alespoň 5. Vzhledem k tomu, že bylo změřeno 7 bytů, je možné vypočítat hodnotu $n_{50,m}$ více způsoby (v dalším textu budou značeny jako postup 3a až 3g). Mezi byty, z jejichž hodnot n_{50} se má vypočítat výsledná hodnota $n_{50,m}$, by měly být zastoupeny především byty s vyšším podílem obvodových než vnitřních konstrukcí (4). V tomto případě by měly být do výpočtu vždy zahrnuty hodnoty n_{50} bytů 2.1, 5.1, 5.2, a 5.4, jejichž obvodové konstrukce tvoří kromě obvodových stěn také strop nad garážemi nebo střecha. Poslední byt do minimálního počtu 5 je možné vybírat z bytů 3.1, 3.3, 4.3, jejichž obvodové konstrukce tvoří pouze obvodové stěny. Výslednou hodnotu $n_{50,m}$ je možné rovněž vypočítat z výsledků měření šesti bytů (různé kombinace) nebo všech sedmi bytů. Výsledky různých způsobů výpočtu jsou uvedeny v tab. 2 (všechny jsou z hlediska metodiky (4) v pořádku a rovnocenné). Z tabulky je zřejmé, průměrná hodnota se může u této budovy pohybovat v poměrně širokých mezích, v závislosti na volbě počtu a polohy bytů vybraných pro měření a hodnocení.

Tabulka 2 Různé způsoby výpočtu výsledné hodnoty $n_{50,m}$ podle (4) z výsledků měření jednotlivých bytů.

postup		3a	3b	3c	3d	3e	3f	3g
n_{50} [h^{-1}]	byt 2.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
	byt 3.1	3.3			3.3	3.3		3.3
	byt 3.3		1.8		1.8		1.8	1.8
	byt 4.3			5.8		5.8	5.8	5.8
	byt 5.1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	byt 5.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	byt 5.4	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
$n_{50,m}$ [h^{-1}]		3.3	3.0	3.7	3.0	3.7	3.4	3.4

Při použití postupu 3 se požadavky na vzduchotěsnost budovy považují za splněné, pokud:

- každý z bytů vybraných pro hodnocení splňuje požadavek (zde případ hodnocení postupem 3a, 3b a 3d), nebo
- průměrná hodnota $n_{50,m}$ všech změřených dílčích jednotek splňuje požadovanou hodnotu a současně dílčí hodnoty n_{50} významného počtu změřených jednotek, každá samostatně, splňují požadovanou hodnotu - zde případ hodnocení postupem 3c, 3e, 3f a 3g (podmínka významného počtu bytů s $n_{50} \leq n_{50,N}$ byla splněna, důkaz zde není uveden)

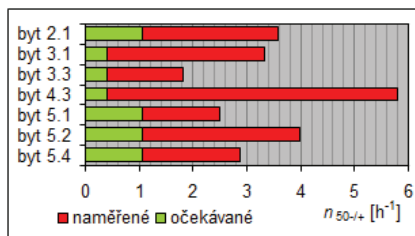
Budova tedy splňuje požadavek na vzduchotěsnost i při měření postupem 3, ovšem s výrazně menší rezervou, než při měření postupem 1. Rozdíl mezi výslednou hodnotou n_{50} naměřenou postupem 1 a postupem 3 je velmi výrazný.

Hodnoty n_{50} všech bytů jsou výrazně vyšší než hodnota n_{50} platná pro celou budovu. To může být způsobeno, nevýhodnou geometrií bytů (poměr A_E/V), výraznými netěsnostmi ve vnitřních konstrukcích a částečně také lokálními rozdíly ve vzduchotěsnosti obálky budovy. Samotné výsledky měření neumožňují jednoznačně určit příčinu. Stejným způsobem jako v kap. „Postup 2 - obytná část“ je však možné pro každý byt vypočítat objemový tok vzduchu V_{50} za těchto teoretických předpokladů:

- vzduchová propustnost obálky budovy je ve všech místech stejná a odpovídá hodnotě $q_{50} = 1,56 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$ zjištěné měřením obálky budovy (celé budovy)
- vnitřní konstrukce jsou dokonale vzduchotěsné (vzduch proudí pouze obvodovými konstrukcemi)

Z těchto hodnot V_{50} lze dopočítat hodnoty n_{50} , které by bylo možné očekávat při měření postupem 3 za předpokladu těsných vnitřních konstrukcí. V grafu na obr. 4 jsou takto vypočítané hodnoty n_{50} porovnané s naměřenými. Rozdíl mezi očekávanou a naměřenou hodnotou je u všech bytů velmi výrazný. Kdyby byly vnitřní konstrukce skutečně těsné, měly by se naměřené a očekávané hodnoty shodovat (alespoň přibližně). Příčinou vysokých naměřených hodnot n_{50} je tedy přítomnost netěsností ve vnitřních konstrukcích. Tato studie mimo jiné ukazuje, že hodnoty n_{50} jednotlivých bytů se nemohou shodovat

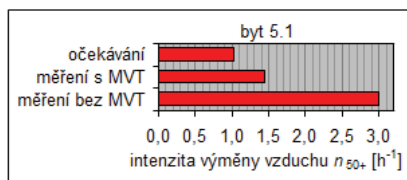
s n_{50} budovy jako celku - a to ani teoreticky, při dokonale vzduchotěsných vnitřních konstrukcích. Přímé porovnávání výsledků měření (hodnot n_{50}) celé budovy a jejich dílčích částí není možné.



Obr. 4 Naměřené hodnoty n_{50} jednotlivých bytů a hodnoty očekávané, vypočítané za zvláštních předpokladů.

3.5. Měření vybraného bytu s použitím metody vyrovnání tlaku

Výsledek měření bytu s použitím metody vyrovnání tlaku (MVT) by měl být podobný očekávané hodnotě n_{50} vypočítané ze vzduchové propustnosti obálky budovy postupem uvedeným v předchozí kapitole za předpokladu vzduchotěsných vnitřních konstrukcí (při výpočtu se proudění vzduchu vnitřními netěsnostmi zanedbalo, v případě měření bylo minimalizováno vyrovnáváním tlaku v sousedních prostorech). Očekávaná hodnota n_{50} , hodnota naměřená s MVT a hodnota naměřená bez MVT jsou porovnány na obr. 5 (pouze hodnoty při přetlaku v budově, protože výsledky měření podtlakem s MVT nejsou k dispozici).



Obr. 5 Výsledky měření bytu 5.1 (pouze výsledky měření přetlakem).

Hodnota n_{50} zjištěná měřením s MVT je přibližně poloviční oproti hodnotě naměřené bez MVT. Tento významný rozdíl je způsoben netěsnostmi ve vnitřních konstrukcích. Rozdíl mezi očekávanou hodnotou n_{50} a hodnotou naměřenou s MVT je poměrně podstatný (téměř polovina očekávané hodnoty). Je možné, že se nepodařilo dokonale eliminovat proudění vzduchu všemi vnitřními netěsnostmi. Příčinou může být ale také běžná chyba (nejistota) měření nebo to, že vzduchová propustnost obvodových konstrukcí měřeného bytu je ve skutečnosti vyšší než průměrná hodnota pro celou obálku použitá ve výpočtu očekávané hodnoty. Výsledky měření bohužel neumožňují příčinu jasně identifikovat. Ukazuje se, že metoda vyrovnání tlaku umožňuje efektivně eliminovat vliv vnitřních netěsností, přesnost metody a spolehlivost výsledků je zřejmě přesto omezená. Při interpretaci výsledků bude vhodné brát v úvahu větší nejistotu výsledku.

4. Závěry, diskuse

4.1. Praktické zkušenosti

Pilotní měření přineslo první zkušenosti s použitím metodiky měření vzduchotěsnosti bytových domů podle (4). Důležité je, že měření všemi třemi postupy je možné technicky realizovat pomocí běžných měřicích zařízení, i včetně měření s použitím metody vyrovnání tlaku. Příprava a organizace měření a příprava budovy před měřením je pochopitelně náročnější než u rodinných domů, ovšem u měřené budovy byla v přiměřených mezích. Měření je vhodné realizovat ve vícečlenném týmu, nejen z časových důvodů, ale také např. z důvodu potřeby současné kontroly chodu měřicího zařízení (uvnitř budovy) a průběžné kontroly stavu budovy a provizorních utěšňovacích prostředků (vně budovy) v průběhu celého měření.

4.2. Vztah vzduchotěsnosti budovy a dílčích částí, vzájemná porovnatelnost výsledků měření postupem 1, 2 a 3

Ukazuje se, že výsledky měření jednotlivými postupy podle (4) nelze navzájem jednoduše porovnávat - především z těchto důvodů:

- odlišný poměr mezi vzduchovou propustností obálky q [$\text{m}^3/(\text{hm}^2)$] a intenzitou výměny vzduchu n [h^{-1}] u různě velkých prostorů (závisí na poměru plochy obálky a vnitřního objemu, který se s velikostí a geometrií prostoru mění)
- výskyt netěsností ve vnitřních konstrukcích (jejich vliv se v různé míře projeví při měření dílčích částí, při měření celé budovy nikoli) a lokální rozdíly v jejich vzduchotěsnosti
- lokální rozdíly ve vzduchotěsnosti obálky budovy (vzduchotěsnost obvodových konstrukcí měřených částí budovy se může lišit)

Hodnoty n_{50} zjištěné měřením dílčích částí budovy ani jejich průměrné hodnoty obecně nemohou reprezentovat vzduchotěsnost budovy jako celku (obálky budovy). To mimo jiné znamená, že výsledné hodnoty n_{50} , zjištěné měřením dílčích částí budovy, nelze použít jako vstup do výpočtů energetických vlastností budovy, kde je budova hodnocena jako celek - jedna teplotní zóna (např. výpočet potřeby tepla na vytápění).

Lepšího odhadu vzduchotěsnosti obálky budovy z výsledků měření dílčích částí lze dosáhnout použitím metody vyrovnání tlaku v sousedních prostorech a následnými přepočty naměřených veličin. Spolehlivost této metody je omezená.

4.3. Hodnocení vzduchotěsnosti budovy a dílčích částí, požadavky

Výše uvedené souvislosti mají další praktické důsledky:

- pokud dílčí částí budovy splní limitní hodnotu n_{50} , pak budova jako celek s největší pravděpodobností tuto limitní hodnotu rovněž splní
- pokud obálka budovy splní limitní hodnotu n_{50} , neznamená to, že limitní hodnota bude automaticky splněna i u dílčích částí budovy - z toho plyne, že stejná budova může splnit požadavky na vzduchotěsnost při měření postupem 1 a přitom nesplnit požadavky při měření postupem 3

Vzhledem k tomu, že metodika (4) upřednostňuje měření celé budovy postupem 1, nemusí být případný problém s nedostatečnou vzduchotěsností dílčích částí vůbec zjištěn. Splnění požadavků postupem 1 a současně nesplnění požadavků postupem 2 nebo 3 může vést ke sporům. Tuto situaci by bylo možné řešit např. zavedením požadované hodnoty vzduchové propustnosti q_{50} při měření postupem 1 nebo zavedení povinnosti změřit menší vzorek dílčích jednotek i v rámci měření postupem 1.

Ze současné formulace podmínek hodnocení vzduchotěsnosti budovy postupem 3 nepřímou vyplývá, že většina měřených dílčích jednotek (bytů) musí splnit požadovanou hodnotu n_{50} platnou pro budovu jako celek, v případě pasivních domů $n_{50,N} = 0,6 \text{ h}^{-1}$. To je zřejmě v pořádku z hlediska hygieny a kvality vnitřního vzduchu, šíření hluku a správné funkce větracího systému. Je však potřeba počítat s tím, že splnění tohoto požadavku bude vyžadovat velice těsné obalové konstrukce dílčích jednotek - jak obvodové, tak i vnitřní. To se může ukázat jako velice obtížně splnitelná podmínka zejména u malých bytů. Oprávněnost velmi nízkých požadovaných hodnot n_{50} pro dílčí části budovy by nicméně měla být prověřena.

4.4. Agregace výsledků měření dílčích částí

Průměrná hodnota $n_{50,N}$ vypočítaná z výsledků měření dílčích jednotek při postupu 3 závisí na volbě počtu a polohy měřených částí. Správná volba měřených jednotek je určující pro kvalitu výsledku (jeho vypovídací schopnost) a je třeba věnovat jí odpovídající pozornost. Odlišnou volbou měřených jednotek je možné dojít k odlišným hodnotám $n_{50,N}$ - to by mohlo být zohledněno při hodnocení výsledku zavedením určité tolerance pro splnění požadované hodnoty. Měření většího počtu dílčích jednotek by obecně mělo přispět k objektivitě hodnoty $n_{50,N}$ a zlepšit její vypovídací hodnotu.

4.5. Možnosti zobecnění výsledků

Všechny zde uvedené závěry jsou odvozené ze zkušeností s měřením jediné budovy. Pro další vývoj metodiky měření a hodnocení rozsáhlých budov by bylo vhodné pokračovat v podobných experimentech. Pro řešení klíčových otázek o vztahu vzduchotěsnosti obálky budovy a dílčích částí (bytů) by bylo vhodné měřit kromě vzduchotěsnosti celé budovy vždy také vzduchotěsnost všech bytů. Dále by bylo potřebné zjistit úroveň vzduchotěsnosti běžně dosahovanou u vnitřních konstrukcí.

5. Poděkování

Tento výsledek byl získán za finanční podpory programu Efekt MPO ČR v rámci Projektu 1221420507: „Vybrané vlastnosti přírodních a dalších stavebních materiálů, stavebních prvků a budov MPO Efekt, dále za finančního příspěví MŠMT ČR, projekt 1M0579, v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS. Měření byla realizována v úzké spolupráci s Technickým a zkušebním ústavem stavebním, a.s., pobočka České Budějovice.

6. Literatura

- (1) ČSN EN 13829 *Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings – Fan pressurization method.*
- (2) ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky.*
- (3) TNI 73 0329 *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy*
- (4) TNI 73 0330 *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Bytové domy*
- (5) DORSCHKY, S., SIMONS, P., ROLFSMEIER, S. *Luftdichtheit großer Gebäude -BlowerDoor-Messungen mit einem und mit mehren Gebläsen.* Sborník konference 1st European Blower Door Symposium, 2006, Fulda, Germany
- (6) ROLFSMEIER, S., SIMONS, P. *Druckverteilung und Nachströmwege bei BlowerDoor Messungen in großen Gebäuden.* Sborník konference 6th International BUILDAIR-Symposium 2011, Berlin, Germany
- (7) WALTHER, W., ROSENTHAL, B. *Airtightness testing of large and Multi-family Buildings in an Energy Performance Regulation Context.* INIVE, Brusel, 2010
- (8) NOVÁK, J., *Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov,* Grada publishing, 2008

Řešení vzduchotěsnosti pasivního bytového domu – od návrhu ke kontrolnímu měření

Jiří Novák, *Stavební fakulta ČVUT, Katedra konstrukcí pozemních staveb*
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
Tel.: +420 224 354 572, E-mail: jiri.novak.4@fsv.cvut.cz

1. Zadání, popis situace

V příspěvku jsou shrnuty zkušenosti z návrhu systému vzduchotěsnicích opatření (SVO) pasivního bytového domu, který je součástí nově budovaného obytného souboru Milíčovský Háj v Praze. Tento úkol byl řešen jako součást optimalizace energetické koncepce při změně nízkoenergetického bytového domu na pasivní v rámci pilotního projektu společnosti Skanska (1).

Požadavkem společnosti Skanska bylo navrhnout taková opatření, aby budova po dokončení splnila požadavky na vzduchotěsnost podle (2), v tomto případě $n_{50} \leq 0,6$ h. Budova byla v okamžiku zadání úkolu již rozestavěná (hrubá stavba dokončena vč. vnitřních dělicích konstrukcí, příček a obezdívek většiny instalačních jader, osazena okna, osazena stoupačí vedení vodovodu, kanalizace, ÚT a VZT). Jak je připomenuto v (1), vzhledem k těmto podmínkám se vlastně jednalo o zvláštní typ rekonstrukce s řadou omezení.

2. Postup řešení

2.1. Analýza stavu

Byla provedena revize projektové dokumentace z hlediska vzduchotěsnosti. Nejprve byla jasně stanovena hranice zóny, která má splňovat požadavky na vzduchotěsnost (obálka budovy). Kontrolovala se přítomnost a materiál hlavní vzduchotěsnicí vrstvy (HVV) v každé konstrukci na obálce budovy. Dále se kontrolovala přítomnost komplikovaných detailů - potenciálních netěsností v obálce budovy a jejich řešení. Výsledky kontroly projektu se konfrontovaly se skutečným stavem budovy.



Obr.1 Stav budovy v okamžiku zadání úkolu s vyznačením dilatační spáry podél výtahové šachty.

Výsledky analýzy poukázaly především na tyto klíčové problémy:

- otvory pro přirozené větrání výtahové šachty do vnějšího prostředí
- dilatační spára oddělující výtahovou šachtu od budovy - v této fázi výstavby již nepřístupná pro utěsnění na vnitřní straně, bez možnosti napojení těsnicích prostředků na vnitřní omítku (výtahová šachta leží při obvodu budovy, jedna její strana je součástí obálky - obr. 1)
- spáry mezi neomítnutými prefabrikovanými dílci výtahové šachty
- absence vnitřní omítky na obvodové stěně v místě instalačních jader (byla doplněna, úprava vyžadovala demontáž části instalací a drobné demoliční práce)
- prostupy instalací skrz stropy a střechu (ve většině případů již bez možnosti aplikace jiného vzduchotěsnicího opatření než plánované požární ucpávky)
- řada dalších, „běžných“ kritických detailů (přípojovací spáry oken, elektroinstalační prvky apod.)

2.2. Ověřovací testy

Dosažitelnost cílové úrovně vzduchotěsnosti byla prověřována řadou ověřovacích testů:

- měření vzduchotěsnosti výtahové šachty s utěsněnými větracími otvory ukázalo, že její plášť je dostatečně těsný i přes přítomnost spár mezi prefabrikáty. Odvětrání šachty bylo po dohodě s dodavatelem výťahu vyústěno do schodišťového prostoru
- kvalitativní test vzduchotěsnosti postupů potrubí skrz stropy (detekce proudění vzduchu pomocí dýmu) - předpokládalo se, že vzduchotěsnost zajistí požární ucpávky. Test ukázal, že ucpávky mohou tuto funkci zajistit jen částečně, jejich řešení bylo upraveno
- měření vzduchotěsnosti vzorového bytu na sousedním domě stavěném stejnou technologií potvrdilo, že kritické detaily, identifikované během analytické fáze řešení úkolu, skutečně mohou ohrozit dosažení cílové úrovně vzduchotěsnosti. Metodou postupného utěšňování byl také prokázán relativně velký význam některých netěsností v obvodové stěně, jejich řešení bylo upraveno.

2.3. Návrh vzduchotěsnicích opatření

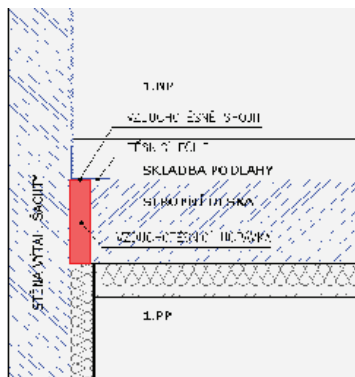
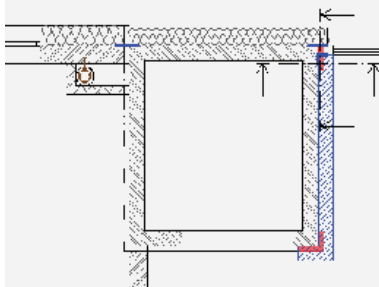
Výsledky ověřovacích testů byly využity při návrhu vzduchotěsnicích opatření pro kritické detaily. Pro každý z 24 identifikovaných kritických míst byla vypracována podrobná schémata s vyznačením vzduchotěsnicích opatření a podrobným textovým komentářem pro jejich správnou aplikaci (obr. 2). Návrhy byly v průběhu řešení konzultovány s vedením stavby.

Zvláště obtížný byl návrh vzduchotěsnicích opatření pro dilatační spáru a související detaily. Vzduchotěsnost samotné spáry byla zajištěna butylovou vzduchotěsnicí páskou na vnějším líci obvodové stěny. Některé složité detaily musely být utěsněny ucpávkami z polyuretanové pěny, přestože se toto řešení obecně nedoporučuje, neboť jiné, spolehlivější řešení už nebylo vzhledem ke stavu budovy možné. Jednalo se o detaily na koncích dilatační spáry, v místě návaznosti na další obvodové konstrukce (strop 1.NP,

střecha), kde dilatační spára probíhá rovněž do vnitřních konstrukcí. Po konzultaci s výrobcem byla k tomuto účelu vybrána speciální, vzduchotěsná pěna, která by si tuto vlastnost měla uchovat po celou dobu životnosti.

POHLED SHORA NA PODLAHU 1.NP

— VZDUCHOTĚSNÁ OBLAČNINA V REZU
 ▨ VZDUCHOTĚSNÁ OBLAČNINA V ROHLIČKÁCH
 ■ VZDUCHOTĚSNÁ OBLAČNINA



Obr. 2 Příklad podrobné dokumentace vzduchotěsnících opatření – řešení detailů dilatační spáry.

2.4. Kontrolní měření

Kvalita provedení navržených vzduchotěsnících opatření se v různých fázích výstavby kontrolovala opakovaným měřením vybraných bytů. Navržená řešení kritických detailů v obvodových stěnách se ukázala jako funkční - tedy dostatečně vzduchotěsná (styk obvodová stěna - stropní deska, elektroinstalační prvky apod.). Opakujícím se problémem byly prostupy instalací skrz stropy (netěsné požární ucpávky) a neomítnuté části mezibytových stěn uvnitř instalačních jader. Naměřené hodnoty n_{50} (v různých fázích dokončenosti!) se pohybovaly v rozmezí 0,6 až 2,4 h^{-1} .

Výsledky měření bytů bohužel neumožňovaly odhadnout, jaká bude výsledná úroveň vzduchotěsnosti obálky budovy. Měřením bytů mimo jiné nemohla být prověřena účinnost vzduchotěsnících opatření v místě dilatační spáry a souvisejících, komplikovaných detailech. Panovaly obavy, že předpokládaná horší vzduchotěsnost v této oblasti by mohla (vzhledem k limitům navrženého řešení - viz výše) ohrozit dosažení cílové úrovně vzduchotěsnosti obálky budovy jako celku. Ta mohla být bohužel změněna až v pokročilé fázi výstavby, kdy už byly pouze velmi omezené možnosti opravy případných netěsností v klíčových detailech. Měřením byla zjištěna hodnota $n_{50} = 0,26 \text{ h}^{-1}$. Přestože se jedná o předběžný výsledek, je zřejmé, že cílová úroveň vzduchotěsnosti byla dosažena. V kritických detailech dilatační spáry utěsněných pomocí polyuretanové pěny nebyl zjištěn výskyt významných netěsností.

3. Závěry, zkušenosti

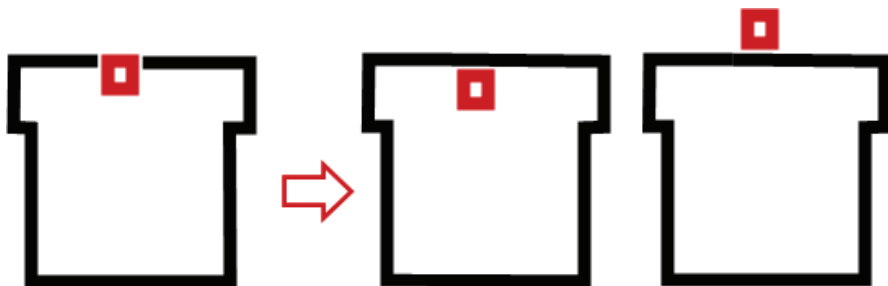
Série ověřovacích testů v úvodní fázi řešení úkolu se velmi osvědčila. Na většině testů byli přítomni také zástupci vedení stavby. Osobní zkušenost je přesvědčivá o nutnosti řešení i zdánlivě drobných problémů a potřebě jejich podpory a aktivní účasti na návrhu řešení. Díky jejich znalostem technologie a postupu výstavby v kombinaci s výsledky

ověřovacích testů mohla být navrhovaná řešení efektivně optimalizována.

Výsledky měření potvrzují možnost výskytu významných netěsností ve vnitřních konstrukcích i u současných budov [srovnej s (3)]. Jejich přítomnost by mohla mít vliv mimo jiné na správnou funkci větracích systémů. Samostatnou otázkou je tedy vhodná volba limitní hodnoty n_{50} pro jednotlivé byty (nebo jiného kritéria). Zajištění vzduchotěsnosti vnitřních konstrukcí bude pravděpodobně vyžadovat změny v dosud navýklých technologiích výstavby (omítání stěn uvnitř instalačních jader, za instalačními předstěnami apod., utěsnění prostupů před vyzděním jader) i v postupech návrhu (ucpávky s protipožárním nátěrem se ukazují jako nedostatečně vzduchotěsné, je třeba hledat jiná řešení v souladu s požárními předpisy, pro utěsnění prostupů bude vždy potřeba zajistit dostatek prostoru mezi potrubím a stavebními konstrukcemi a mezi potrubím navzájem).

Kontrola vzduchotěsnosti obálky budovy v průběhu výstavby se v tomto konkrétním případě ukázala jako obtížná, neboť v důležitých okamžicích bylo možné měřit pouze jednotlivé byty. Vývoj metod, které by umožňovaly odhad vzduchotěsnosti obálky z výsledků měření dílčích částí budovy je tedy důležitý [viz též (3)].

Důležitým závěrem je ovšem také potvrzení pravidla, že zajištění vzduchotěsnosti a návrh SVO je potřeba začít řešit koncepčně a od úvodních fází návrhu budovy. V tomto konkrétním případě se jako klíčový problém ukázalo dodatečné utěsnění dilatační spáry - jednoduché a spolehlivé řešení již nebylo možné nalézt vzhledem k pokročilé fázi výstavby. Těmto problémům by se jistě dalo zabránit již ve fázi architektonické studie jiným řešením nebo jinou polohou výtahové šachty (obr. 3).



Obr. 3 Možnosti vyloučení dilatační spáry v obvodové stěně změnou polohy výtahové šachty (dispozice budovy by pochopitelně musela být rovněž změněna).

4. Poděkování

Tento výsledek byl získán za finančního přispění MŠMT ČR, projekt 1M0579, v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS. Řešení úkolu v širším rozsahu bylo možné díky zájmu a spolupráci společnosti Skanska.

5. Literatura

- (1) ŠULC, M., *Novostavba bytového domu - změna nízkoenergetického řešení na pasivní standard*. Sborník konference Pasivní domy 2011, Bratislava 2011
- (2) TNI 73 0330 *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Bytové domy*
- (3) NOVÁK, J., *Měření vzduchotěsnosti bytových domů - metodika TNI 73 0330 a její aplikace*. Sborník konference Pasivní domy 2011, Bratislava 2011

Zkušenosti a techniky dosahování vzduchotěsnosti pláště budov v ČR

Mgr. Stanislav Paleček, RADION, t. č. předseda Asociace Blower Door CZ
Fojtíkova 2406, Rakovník, ČR
Tel: +420 604 834 531, E-mail: radion@radion.cz

1. Počátky vzduchotěsnosti budov v ČR

Požadavek vzduchotěsnosti pláště budov se objevuje výrazněji s nástupem výstavby nízkoenergetických domů na konci devadesátých let minulého století. Je převážně spojován s energetickou ztrátou domu ve spojitosti s větrným zatížením obalových konstrukcí. Jeho význam není, až na výjimky, výrazně spojován s účinností rekuperačního větrání neboť ani četnost rekuperačních větracích jednotek v tehdy převážně nízkoenergetických domech není nikterak zásadní. Požadavek na vzduchotěsnost je považován za splněný, je-li použito parozábran v konstrukcích krovů či skeletů dřevostaveb. Ostatní části pláště se považovaly za těsné z jejich podstaty. Netěsnosti zdíva se nepřipouštěly za možné. Významná úloha při zlepšování těsnosti budov se přikládala zateplovacímu systému, přičemž nebezpečnost tohoto pojetí ve vztahu ke kondenzační rovině v konstrukci pláště nebyla mnohdy vzata v úvahu. Velká pozornost při utěšňování budov byla věnována funkčním spárám oken a dveří. Tato péče snad pramenila z žalostné zkušenosti s okny v hromadné bytové výstavbě minulých desetiletí. Pozornosti ale unikala připojovací spára jako neopominutelná součást vzduchotěsné obálky a jejích spojů.

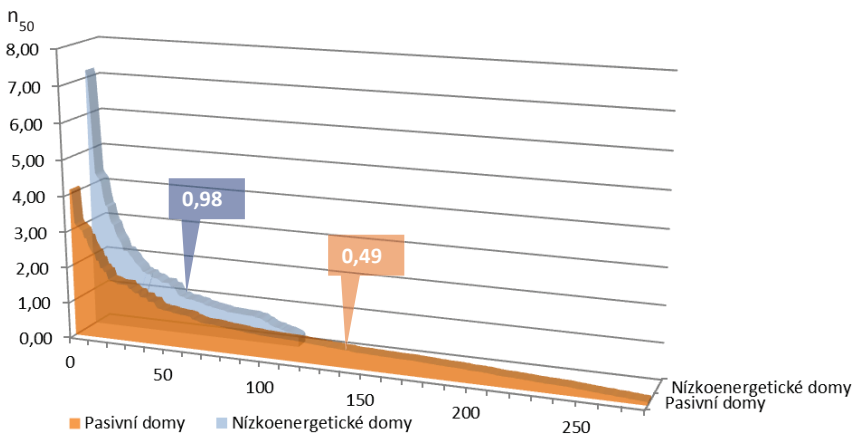
Nevyvážená péče v detailech staveb při dosahování zamýšlené vzduchotěsnosti byla zapříčiněna nemožností zpětné vazby takového činění, tedy kontrolního měření vzduchotěsnosti obálky a to nejlépe již v průběhu výstavby. Mnohé materiály a jejich aplikace byly používány jen na základě dobré víry v jejich vlastnosti. Postupy jejich aplikace se opíraly o letitou zkušenost s podobnými materiály, které ale nebyly nikdy ověřeny.

Častou překážkou v prosazení lepší neprůvzdušnosti pláště bylo tvrzení, že dům přece musí dýchat. Tato výmluva byla užívána bez jakékoli znalosti stavební fyziky, zvláště vlhkostních toků v konstrukci.

2. Nesmělé začátky - zlomový rok 2006

Do roku 2006 byla četnost ověření úspěšnosti vzduchotěsnících opatření dána počtem a účelem v ČR provozovaných zařízení na měření průvzdušnosti (výzkumné pracoviště a vysoká škola). Přesto ale vytvořila tato pracoviště nezbytný vědomostní základ pro rozvoj této oblasti v následujících letech.

Počínaje rokem 2006 se díky aktivitám první komerční firmy a vzdělávacím seminářům organizovaných Centrem pasivního domu začíná prudce rozvíjet technika ověřování a s tím spojený vývoj aplikací vzduchotěsnících opatření v ČR.

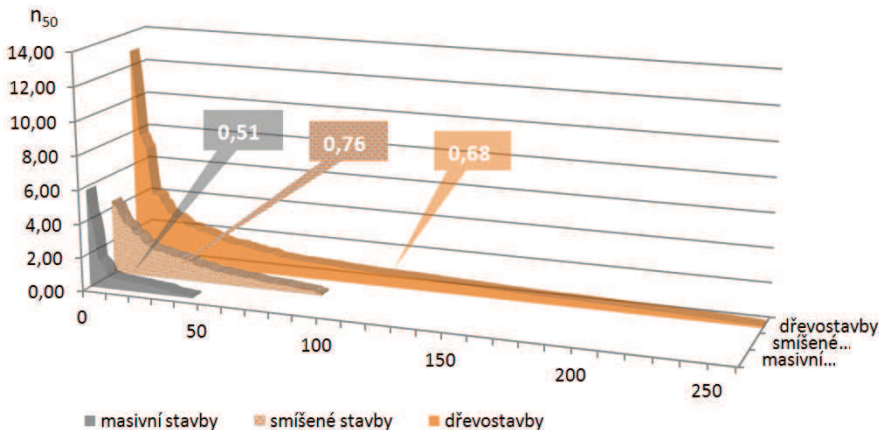


Obr.1 Průvzdušnost (hodnota n_{50}) objektů měřených v letech 1996-2011. Štítky označují medián souboru. Převažující pasivní domy jsou dobrým výsledkem programu „Zelená úsporám“.

3. Praxe výstavby PD

Rozvíjející se výstavba pasivních domů přináší intenzivní rozvoj výstavby dřevostaveb. Lehké konstrukce zvláště typu „2x4“ jsou předurčeny pro izolační sestavy obvodových plášťů pasivních domů, které mnohdy překračují tloušťky 30 cm. Izolační sestavy jsou na interiérové straně opatřeny parozábranami. Tuto funkci doposud zastávaly PE folie, upevněné v lepším případě za instalační mezerou, v horším případě kontaktně za pohledovým záklopem zpravidla SDK. Výborné fyzikální vlastnosti PE folií a cena byly důvodem poměrně masivního užívání této technologie. Nevýhodou zůstávala horší zpracovatelnost spojů zvláště ve složitých konstrukčních detailech jako např. průchody konstrukčních prvků, spojení více než dvou rovin folie apod.

Tyto aplikační nevýhody vedly k nahrazení parozábran ve formě folií deskovými parobrzdami, nejčastěji z OSB, které již v konstrukci plnily funkci zavětrování na interiérové straně skeletu. Tato změna technologie provedení vzduchotěsné vrstvy difúzně propustnou parobrzdou vyžaduje ale provést plášť stavby jako difúzně otevřený a tuto vlastnost ověřit výpočtem. Takto koncipované dřevěné konstrukce a to jak svíslé tak vodorovné jsou z hlediska možné kondenzace vodních par bezpečnější a proto, zdá se, trvanlivější. Provedení hlavní vzduchotěsné vrstvy (HVV) pomocí OSB po počátečním hledání správných technologií spojů přinesly významné snížení opakovaně dosažitelné průvzdušnosti s bezpečným odstupem od požadavku na průvzdušnost obálky pasivních domů $n_{50} < 0,6 \text{ hod}^{-1}$.

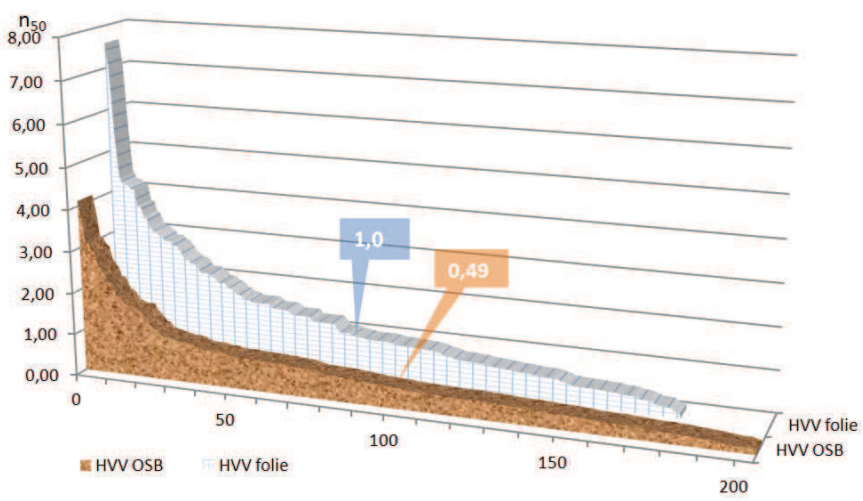


Obr. 2 Průzdušnost (hodnota n_{50}) objektů podle konstrukce. Štítky označují medián souboru.

Úspěšné zavedení deskových materiálů jako HVV a zároveň parobrzdných vrstev v dřevostavbách vedlo k analogickému použití v konstrukcích smíšených (zdivo, krov). Toto řešení přináší jednodušší zpracování detailů průchodů rovinou HVV a spojování rovin HVV. Výsledky průzdušnosti tato jednodušší forma HVV ovlivní pozitivně pouze v střešních pláštích. Svislé konstrukce, zvláště jsou-li tvořeny voštinovým zdivem, trpí přetrvávajícími problémy v těsnosti. Nápravy v provádění HVV ve svislých konstrukcích zděných budov jsou ale jednodušší a daří se je zavádět do praxe. Postačuje řádné a smysluplné užívání standardních omítkových hmot, mnohdy v místech, kde to nebylo zvykem.

VII.

Kontrola kvality, měření spotřeby, zkušenosti z realizace



Obr. 3 Průzdušnost (hodnota n_{50}) podle použité HVV. Štítky označují medián souboru.

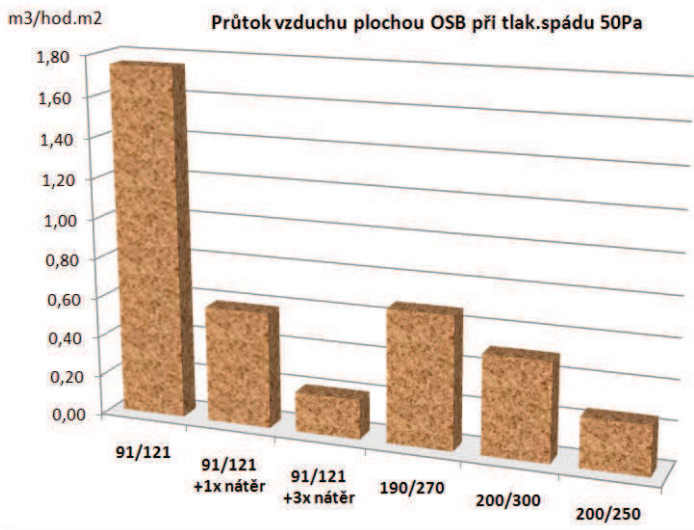
4. Obchodní úspěch PD odhaluje problémy

Rozvoj výstavby pasivních domů v roce 2008 akcelerovaný v počátku roku 2009 programem „Zelená úsporám“ přinesl konečně možnost srovnání použití materiálů HVV. Vyšší počet realizací pasivních domů, jejichž vzduchotěsnost byla povinně ověřena, a různorodost materiálů použitých na HVV je cenným zdrojem informací k vylepšení technologických postupů. Sdílení zkušeností z úspěšně či neúspěšně realizovaných HVV staveb pasivních domů vedla již v průběhu roku 2009 u některých realizačních firem ke změně technologie výstavby a to s výrazně pozitivním výsledkem. V oboru pasivních dřevostaveb se stále více uplatňuje na provedení HVV použití deskových materiálů (OSB, DTD).

Na jaře roku 2009 bylo při měření průvzdušnosti na několika objektech dřevostaveb, kde HVV tvořila výhradně OSB3 v tloušťkách 15-18 mm, zjištěno, že ačkoli nebyla zjištěna v plášti HVV žádná lokální netěsnost, není možno dosáhnout lepší neprůvzdušnosti než $n_{50} < 0,7$ hod⁻¹. Podrobným šetřením termovizní technikou byly zjištěny plošné anomálie na vnitřním povrchu OSB, svědčící o průniku exteriérového vzduchu hmotou desek. Tento jev byl poté ověřen na mnoha následujících stavbách experimentálním testem povrchového toku vzduchu na vybraném výseku pláště budovy za podtlaku 50Pa. Výsledky takových testů odhalily tok vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa plochou OSB v rozmezí 0,1-1,0 m³/hod.m² obálky. V dalších měsících opakovaných testech povrchového toku na desítkách staveb byla prokázána závislost průvzdušnosti hmotou desky OSB na difúzním odporu deklarovaném výrobcem. Za dostatečně neprůvzdušný materiál OSB lze na základě těchto zkušeností považovat desky o faktoru difúzního odporu $\mu > 200$ a v tloušťce alespoň 15 mm. Toto pravidlo platí pouze pro dřevostěpkové desky OSB.

Za jistou nápravu neblahého stavu u již dokončených HVV na stavbách, kde bylo použito OSB s nízkým difúzním odporem lze považovat aplikaci nátěru, který při správném provedení zaslepí drobné netěsnosti v povrchu desky a rovněž zvýší difúzní odpor HVV. V domech, kde tento nesystémový krok byl proveden se s úspěchem použít latex nebo jiná akrylátová disperze ale výhradně ručním natíráním štětkou. V ojedinělých případech, tam kde na OSB ve funkci HVV byly provedeny hliněné omítky, byl nátěr interiérového povrchu OSB proveden hliněným šlikrem, který zároveň vytvořil spojovací můstek s vrstvou omítky.

Užití folií (PE, PES, PAP apod.) jako parozábrany či parobrzdy doznává rovněž změn v kvalitě aplikace a technologické kázní. Významně se ustoupilo od instalace parotěsných folií kontaktně pod záklop SDK. Je v daleko větší míře užíváno instalační mezery a tím se radikálně snížil počet prostupů skrze HVV a tím se významně posílila vzduchotěsnost objektů. U staveb montovaných z dřevěných panelů s integrovanou parozábranou však přetrvávají nedostatky ve vzduchotěsnosti zapříčiněné zpravidla dodatečnými instalačními zásahy již v průběhu výstavby. Tyto zásahy mají původ v nedostatečně projektové přípravě ale častěji v dodatečných přáních investora. demontáže neopravitelný.

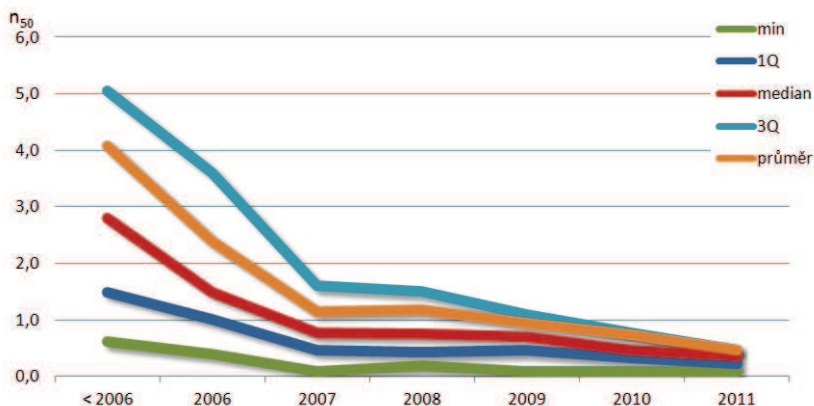


Obr. 4 Průtok vzduchu vzorkem plochy OSB za tlakového rozdílu 50 Pa. Materiály různých výrobců (4) jsou označeny faktorem difúzního odporu μ vlhký/suchý.

VII.

Ať už je HVV z jakéhokoli materiálu - omítky, OSB, folie aj. - je zřejmé, že úspěšnost dosažení požadované neprůvzdušnosti se rok od roku zvyšuje. Praktické zkušenosti na svých vlastních chybných realizacích ale hlavně sdílení zkušeností jak na oficiálních místech jako jsou kurzy, semináře a konzultační dny Centra pasivního domu, tak na sociálních sítích vedou jednoznačně ke zkvalitnění staveb alespoň, jak mohu já posoudit, v oboru neprůvzdušnosti obálky.

Kontrola kvality, měření spotřeba, zkušenosti z realizace



Obr. 5 Dosažené průvzdušnosti měřených objektů v průběhu let 1996-2011 s vyloučením maximálních hodnot.

Stále je ale co zlepšovat. Ještě dnes se setkávám s nabídkou obchodních firem na dokonalé cenově lákavé řešení HVV z komponentů, zvláště lepících materiálů, které svou trvanlivostí nedokáží udržet vzduchotěsnost do testu. Jak se asi taková aplikace bude chovat v průběhu užívání objektu po dobu 30-ti let do nejbližší rekonstrukce.

Žalostně málo je kvalitních aplikačních tréninků pro realizační firmy. Obchodní prezentace jakkoli kvalitního materiálu musí pokračovat aplikačním tréninkem. Je smutné vidět kvalitní materiál nakoupený a zaplacený investorem použitý tak, že nejen nesplňuje účel, po jaký byl vyvinut, ale protože překáží dalšímu kroku stavby, musí být odstraněn.

5. Personální a přístrojová vybavenost v ČR

Ke dni 31. 8. 2011 je v ČR organizováno v Asociaci Blower Door CZ

Techniků - operátorů zařízení ke stanovení průvzdušnosti tlakovou metodou...30

Souprav zařízení ke stanovení průvzdušnosti tlakovou metodou 17

Organizací a samostatných osob provozujících měření..... 16

Zařízení, která se užívají v ČR ke stanovení průvzdušnosti, jsou k výše uvedenému datu :

Minneapolis BlowerDoor - 9 spr.,

Blowtest - 4 spr. ,

Infiltec - 2spr.,

Retrotec - 2 spr.

Každé zařízení musí být v průběhu 12-ti měsíců prokazatelně ověřeno příslušnou zkušebnou.

Dosavadní trend v realizaci vzduchotěsnících opatření pasivních budov, přístrojové a personální vybavení v ČR spolu s aktivitami Centra pasivního domu a Asociace Blower Door CZ jsou příslibem, že cílů stanovených ve směrnici 2010/31/EU (EPBD II) je možno dosáhnout.

6. Literatura

- (1) Zákon č. 505/1990 Sb. o metrologii
- (2) Interní materiály Asociace BlowerDoor CZ, dosud nepublikováno
- (3) Archiv autora článku
- (4) ČSN 73 0540-2:2002 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- (5) ČSN EN 13829 (730577) Tepelné chování budov - Stanovení průvzdušnosti budov - Tlaková metoda

Český systém certifikace budov SBToolCZ

Ing. Martin Vonka, Ph.D., Ing. Antonín Lupíšek, prof. Ing. Petr Hájek, CSc.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, CIDEAS

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Tel.: +420 224 355 450, E-mail: martin.vonka@fsv.cvut.cz

1. SBToolCZ

SBToolCZ je národní český certifikační nástroj pro vyjádření úrovně kvality budov, a to v souladu s principy udržitelné výstavby. Proces certifikace byl oficiálně představen a uveden do provozu na mezinárodní konferenci CESB10 v červnu 2010.

V současné době jsou dostupná dvě certifikační schémata:

- SBToolCZ pro hodnocení staveb pro bydlení ve fázi návrhu,
- SBToolCZ pro hodnocení administrativních budov ve fázi návrhu.

SBToolCZ nabízí developerům, architektům, projektantům, klientům a dalším zájemcům následující:

- marketingový nástroj certifikaci kvality budovy, která odpovídá míře souladu s principy udržitelné výstavby,
- zhodnocení budovy v dopadu na životní prostředí včetně možné optimalizace tohoto dopadu,
- inspiraci k nalezení inovativních řešení, která minimalizují dopad na životní prostředí,
- postihnutí sociálních dopadů stavby,
- nástroj, který pomůže snížit provozní náklady a zlepšovat uživatelský komfort,
- vyhodnocení kvality lokality, ve které bude navrhovaná budova stát.

Cíle certifikace metodikou SBToolCZ:

- zmírnění dopadu staveb na životní prostředí,
- podpora snižování energetické náročnosti budov, a to v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov (EPBD II),
- podpora vytváření dobrého vnitřního prostředí budov,
- poskytnutí důvěryhodného štítku (certifikátu),
- stimulace poptávky po udržitelných budovách.

Pozitiva certifikace SBToolCZ oproti zahraničním metodikám:

- SBToolCZ je jediným lokalizovaným nástrojem v ČR,
- jako jediný respektuje místní klimatické, stavební a legislativní poměry,

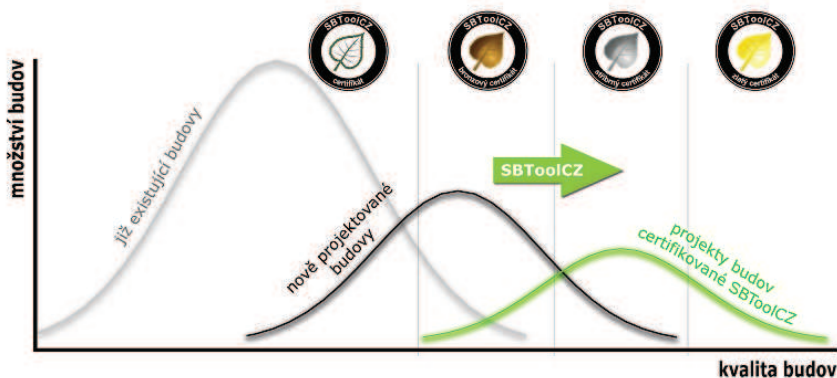
- je veden v češtině,
- je levnější,
- data o výstavbě neopouštějí ČR,
- SBToolCZ vychází z mezinárodně uznávané metody a hodnotí podobná kritéria jako ostatní zahraniční metody.

Jakým způsobem SBToolCZ certifikuje budovu?

- SBToolCZ obsahuje sadu kritérií z oblasti udržitelné výstavby,
- každé kritérium má bodovací systém, který je podložen dlouholetým výzkumem a respektem k národním zvyklostem a české legislativě,
- multikriteriální vyhodnocení kritérií, které je podloženo panelem expertů,
- na základě obdržného počtu bodů se stanovuje výsledná úroveň kvality (stupnice je tato: 0 až 40 % bodů - budova certifikována, 40-60 % - bronzový certifikát kvality, 60-80 % - stříbrný certifikát kvality, nad 80 % - zlatý certifikát kvality).



Obr. 1 Certifikáty kvality budovy.



Obr. 2 Pozitivní dopad použití certifikační metody SBToolCZ na návrh budov.

2. Proces certifikace

SBToolCZ umožňuje začít budovu posuzovat již od konceptu projektu. Konfrontací metodiky s konceptem lze dosáhnout výhodné optimalizace projektu tak, aby výsledná budova dosáhla optimálního certifikátu kvality.

V případě hodnocení budovy ve fázi návrhu se hovoří o precertifikaci, po dokončení stavby budova může následně projít procesem certifikace.

První posouzení a precertifikace je tedy založena na stavu popsaném v projektové dokumentaci, precertifikát tak vyjadřuje komplexní kvalitu projektu budovy. Precertifikát kvality budovy tedy nereprezentuje finální kvalitu postavené budovy, ale projekt budovy. Konečné zhodnocení a finální certifikace je pak provedeno až po dokončení stavby a její kolaudaci, kdy se prověří skutečně provedený stav. Finální certifikát se provede do třech let od kolaudace.

Proces precertifikace a certifikace může mít tyto tři přístupy a postupy:

- 1) Hodnocení ve fázi návrhu (precertifikace) a po dokončení stavby aktualizace precertifikátu na základě skutečného stavu postavené budovy a dle získaných dat z provozu (časová lhůta - 3 roky),
- 2) hodnocení pouze ve fázi návrhu (precertifikace),
- 3) hodnocení bez předchozího precertifikátu, kdy se provede hodnocení zkolaudované budovy dle skutečného provedení stavby, příslušné projektové dokumentace a dle získaných dat z provozu.

Který postup hodnocení se zvolí, záleží na zadavateli certifikačního procesu a na realizačním stavu předmětné budovy. Optimální je však proces, kdy zadavatel použije certifikační schéma již v rané fázi projektu tak, aby s cílem dosažení určité výše kvality budovy šlo zapracovat požadované změny vedoucí k vyššímu ohodnocení. Nejvýhodnější je tak provést nejprve precertifikaci a následně finální certifikaci.

3. SBToolCZ a pasivní domy

Významnou součástí certifikační metodiky je hodnocení energetické náročnosti budovy. Ta však není zastoupena přímo jako spotřeba energie na vytápění a ani jako celková spotřeba energie, ale posuzuje se celková spotřeba primární energie. To znamená, že aby byl pasivní dům dobře ohodnocen, je nutné dbát i na volbu energonositelů. Např. pasivní dům vytápěný elektřinou ze sítě tak může dosahovat horších parametrů než dům nízkoenergetický s vytápěním na zemní plyn.

Navíc se v hodnocení zohledňuje životní cyklus budovy. Tzn., že v algoritmu hodnocení se posuzuje vedle provozních spotřeb a emisí také i spotřeba energie a produkce emisí při výrobě použitých materiálů a konstrukcí, ze kterých byla budova postavena. Navíc je nutné zdůraznit, že pro výpočty emisí jsou použity emisní faktory, které jsou v souladu se Směrnicí Rady 96/61/EC o integrované prevenci a omezení znečištění. To znamená, že jsou stanoveny v integrujícím úhlu pohledu na úplný procesní řetězec příslušné technologie výroby tepla a energie a při uvažování úplného životního cyklu daného zdroje



Obr. 3 Optimální model procesu certifikace.

energie. Toto pojetí tak poskytuje úplnější vyhodnocení environmentálních dopadů, než jsou běžné a standardní výpočty emisí v energetických auditech.

Návrh pasivního domu zpravidla příznivě ovlivňuje následující kritéria, která jsou součástí metodiky SBToolCZ, a která přímo souvisí s návrhem nízkoenergetické, resp. pasivní budovy: spotřeba primární energie, potenciál globálního oteplování (emise $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$), potenciál okyselování prostředí (emise $\text{SO}_{2,\text{ekv.}}$), potenciál eutrofizace prostředí (emise NO_x) a výroba obnovitelné energie.

Vzhledem k faktu, že řada pasivních domů je stavěna ve srovnání se standardními postupy uvědoměle, tak projektant s investorem mohou záměrně ovlivňovat i řadu jiných, s energetickou náročností zcela nesouvisejících, kritérií: využití zeleně na budově a pozemku, spotřeba pitné vody, použití konstrukčních materiálů při výstavbě, potenciál ničení ozonové vrstvy (emise $\text{R-11}_{\text{ekv.}}$), potenciál tvorby přízemního ozonu (emise $\text{C}_2\text{H}_{4,\text{ekv.}}$), použití certifikovaných materiálů, zachycení dešťové vody, tepelná pohoda v letním období, tepelná pohoda v zimním období, zdravotní nezávadnost materiálů, kvalita vnitřního vzduchu, náklady životního cyklu a management tříděného odpadu.

Primární energie a emise $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ patří v metodice SBToolCZ mezi nejdůležitější, tzn. že mají nejvyšší váhu ze všech ostatních kritérií. Pokud zohledníme i ostatní výše zmíněná

kritéria, tak ta mají na celku váhu až kolem 50 %. Proto lze konstatovat, že uvědomělý návrh nízkoenergetických a pasivních domů má přirozeně větší šanci dosáhnout vyšší komplexní kvality, a tedy i získat lepší certifikát kvality budovy, než-li budovy standardní.

Bližší popis metodiky a praktické ukázky jsou obsahem posteru.

4. Literatura

- (1) VONKA, M. & kolektiv. *SBToolCZ - Complex Assessment Methodology of Buildings Performance for Czech*. Mezinárodní konference CESB10, Praha, ISBN 978-80-247-3634-1 (tisková verze + DVD)
- (2) VONKA, M. & kolektiv. *Metodika SBToolCZ - manuál hodnocení bytových staveb ve fázi návrhu*, Praha, 2010, ISBN 978-80-01-04664-7
- (3) VONKA, M. & kolektiv. *Metodika SBToolCZ - manuál hodnocení administrativních budov ve fázi návrhu*, Praha, 2011, ISBN 978-80-01-04865-8

Hofatex[®] v pasívnom dome



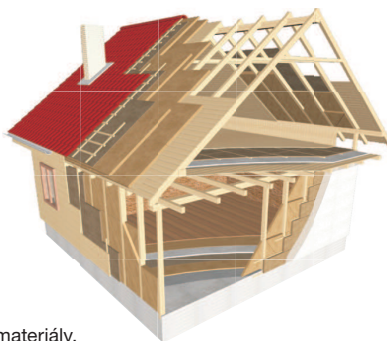
Konštrukcia pasívneho domu v sebe spája množstvo stavebných prvkov a materiálov, ktoré svojimi špecifickými tepelno-izolačnými vlastnosťami zabezpečujú výraznú úsporu energie. Medzi zaťažovacie materiály, ktoré prinášajú pasívnemu domu nielen úsporu energie, ale aj vytvorenie príjemnej vnútornej klímy, patria drevovláknité dosky Hofatex[®].

Drevovláknité dosky Hofatex[®] sú vyrábané z dezintegrovaného ihličnatého dreva tzv. mokrým spôsobom. Mokrý proces výroby je založený na čisto ekologickej báze, keďže sa pri výrobe nepoužívajú žiadne syntetické spojivá alebo lepidlá. Spojenie zabezpečuje zložka dreva - lignín za pôsobenia tepla a tlaku. Drevovláknité dosky Hofatex[®] sú výbornou náhradou za všetky bežne

používané izolačné materiály. Okrem toho sú ekologické, difúzne otvorené, môžu sa priamo omietať a umožňujú čisto suchú montáž vo všetkých materiálových systémoch.

Dosky Hofatex[®] vďaka nízkej tepelnej vodivosti ($\lambda_D = 0,039$ W/m.K - porovnateľná s ostatnými bežne používanými tepelnými izoláciami) minimalizujú tepelné úniky stavebných konštrukcií a znižujú náklady na vykurovanie v zime. Použitie dosiek Hofatex[®] v konštrukčnej skladbe steny zabezpečuje dodržanie štandardov pre pasívne domy.

Vďaka vysokej akumulačnej schopnosti ($C = 2100$ J/kg.K – dvoj- až trojnásobne vyššia v porovnaní s ostatnými bežne používanými tepelnými izoláciami) zabraňujú drevovláknité dosky Hofatex[®] prehrievaniu interiérov a tým znižujú náklady na chladenie stavieb v lete.



Platí, že spotreba energie potrebnej na chladenie objektu je približne 2,5- až 3-krát vyššia, ako spotreba energie na jeho vykurovanie.

Tepelno-akumulačné vlastnosti drevovláknitých dosiek Hofatex[®] sú 20- až 30-krát vyššie v porovnaní s inými izolačnými materiálmi pri použití rovnakej hrúbky materiálu. Vďaka tomu zabraňujú nárazovému prehrievaniu interiérov v letných mesiacoch, predlžujú fázový prechod tepla a z klimatizácie robia takmer bezvýznamnú súčasť objektov.

Vysoké hodnoty tepelno-akumulačných vlastností dosahujú drevovláknité dosky vďaka vysokej tepelnej kapacite a relatívne vysokej objemovej hmotnosti dosiek 150-250 kg/m³.

viac na: www.hofatex.eu



ForDom 
www.fordom.sk

VÝROBCA PASÍVNYCH A NÍZKOENERGETICKÝCH DOMOV

ForDom s.r.o., Družstevná 1664/14, 960 01, Zvolen, Tel.: 00421 915 263 065

fordom@fordom.sk

Viac ako 30 vlastných
typových projektov


www.mojpasivnydom.sk

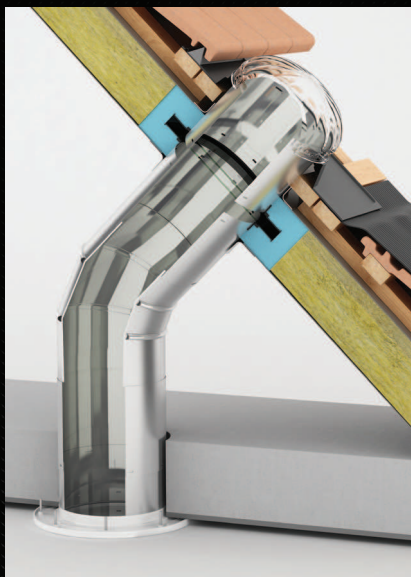
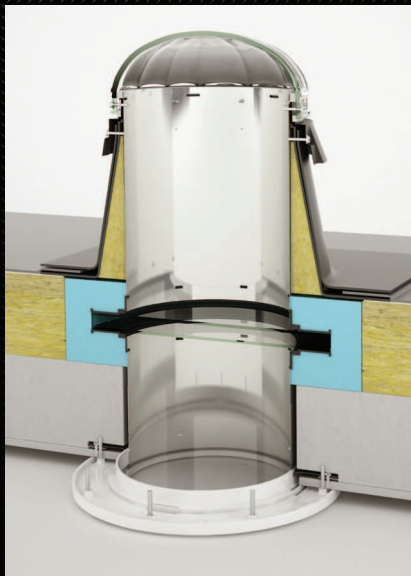
Od projektu po realizáciu
Architektonické štúdie, projekty pre územné
rozhodnutie, projekty pre stavebné povolenie,
vykonávacie projekty, realizácia spodných sta-
vieb, realizácia domov na kľúč, návrhy interie-
rov, vypracovanie energetických auditov

**Bývanie už od 30 EUR
mesačne za energiu**

Doba výstavby 4 mesiace



JAK ZABRÁNIT VYTÉKÁNÍ VODY ZE SVĚTLOVODŮ A ZAMEZIT TEPELNÝM ZTRÁTÁM ?



Lightway světlovody pro pasivní domy

U = 0,6 W / (m².K)

WWW.LIGHTWAY.CZ

 **lightway**[®]



ČLEN SDRUŽENÍ



CENTRUM
PASIVNÍHO
DOMU

www.pasivnidomy.cz

Alternativní Stavební Technologie a Inženýring nejen pro pasivní domy

KOMPLETNÍ SERVIS PRO PASIVNÍ A NÍZKOENERGETICKÉ DOMY

■ projekční kancelář

- projekty "Zelená úsporám"
- architektonické studie
- 3D vizualizace
kompletní projektová
dokumentace



■ dodávky materiálů

- stavební systém MAXPLUS, MEDMAX, MED
- tepelná izolace z expandovaného polystyrenu
- tepelně izolační systém pro zakládání staveb
- okna pro pasivní domy



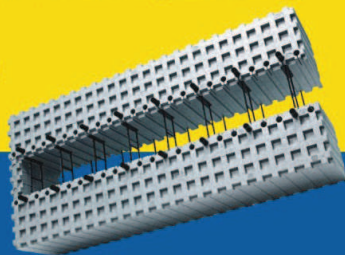
■ poradenská a školicí činnost

- problematika pasivních domů
- dotační fond Zelená úsporám
- přednášky a konzultace nejen v sídle firmy



■ realizace staveb v různých fázích výstavby

- hrubé stavby
- stavby do fáze blowerdoor testu
- stavby na klíč



www.asting.cz

tel.: 469 622 448 ■ nepivoda@nepivoda.cz

Atrea®

SPECIALISTA NA VĚTRÁNÍ A REKUPERACI TEPLA

VĚTRACÍ JEDNOTKY

občanské a průmyslové STAVBY

DUPLEX-S



DUPLEX-N



SYSTÉMY PRO

RODINNÉ DOMY, BYTY + BAZÉNY

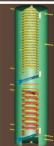
DUPLEX R



TEPELNÉ
ČERPADLO



IZT



Větrání • Teplovzdušné vytápění

ŘEŠENÍ PRO

(velko) KUCHYŇĚ

TPV



SKV



Větrací stropy • Digestoře

NÁVRH A VÝSTAVBA

DOMY ATREA

INDIVIDUÁLNÍ
NÁVRH



REALIZACE



www.atrea.cz

ATREA s. r. o.

V Aleji 20, 466 01 Jablonec n. Nisou
tel.: (+420) 483 368 111, e-mail: atrea@atrea.cz

www.atrea.sk

ATREA SK s. r. o.

Družstevná 2, 945 01 Komárno
tel.: (+421) 35 / 774 28 15, e-mail: atrea@atrea.sk

CLIMATIZER PLUS

Celulózová tepelná izolácia aj pre nízkoenergetické a pasívne stavby.

IZOLÁCIA BUDÚCNOSTI...



... s viac ako dvadsať ročnou tradíciou pre vás...

Výrobca:



CIUR a.s.

Dovozca pre SR:



VUNO HREUS, s.r.o.

Kvačalova 1207/47, 010 04 Žilina, 041/5626 799

e-mail: vuno@vuno.sk, www.climatizer.sk

Tehly pre budúcnosť



R až 8,96 m²K/W

HELUZ FAMILY 2in1

brúsené tehlové bloky s integrovanou tepelnou izoláciou

- pre jednovrstvové obvodové murivo šírky 50, 44 a 38 cm s najvyššími tepelnoizolačnými parametrami
- pre nulové, pasívne a nízkoenergetické domy
- murivo z tehál HELUZ Family 50 2in1 má rovnaké tepelnoizolačné vlastnosti ako 36 cm polystyrénu alebo múr z plných tehál hrúbky 7 m
- zaistí optimálnu mikroklimu pre zdravé bývanie
- tradičný materiál – nadčasové riešenie

Vývoj produktu HELUZ Family 50 2in1 bol realizovaný za finančnej podpory z prostriedkov štátneho rozpočtu prostredníctvom Ministerstva priemyslu a obchodu ČR.

HELUZ cihlářský průmysl v. o. s., 373 65 Dolní Bukovsko 295,
tel.: +421 2 43 421 062, +420 602 451 399, e-mail: info@heluz.sk,
www.heluz.sk, zákaznická linka: 0800 106 206

 **HELUZ**[®]
Skvelé tehly pre Váš dom

architektonické štúdio špecializované na pasívne domy

createrra

zodpovedná architektúra

- ✓ Už 6 hotových pasívnych domov, 10 vo výstavbe a 14 v projektovej príprave
- ✓ Bohaté skúsenosti a overené technické riešenia
- ✓ Pasívne domy z dreva, tehly aj slamy
- ✓ Nákladovo úsporné riešenia



EPD Jasenová, Orava

“Zdravo a úsporne bývať pri vysokom komforte – to je sila energeticky pasívneho domu.”



EPD EcoCube - Nižná Kamenica, KE

“Sme malý odborný tím, ktorý sleduje najnovšie ekologické trendy vo svete a pritom vyvíja aj vlastné riešenia v rámci architektúry a dizajnu.”



EPD Brodno, Žilina

Pre nás je prvoradý spokojný zákazník – od projektu po úspešnú realizáciu.

createrra

Hrubý Šúr 15_90301 Senec_Tel: 0905 313 078_www.createrra.sk



Stojíme pri vás, keď zateplujete

s najširším portfóliom zateplovacích materiálov

SKLENÁ VLNA, KAMENNÁ VLNA, POLYSTYRÉN EPS, STYRODUR C



www.isover.sk

ISOVER
SAINT-GOBAIN

Štrk z penového skla
REFAGLASS®

REFAGLASS
pénové sklo

Tepelná izolácia základových dosiek

iepd

ČLEN SDRUŽENÍ



CENTRUM
PASIVNÍHO
DOMU

www.pasivnidomy.cz



TECHNICKÉ ÚDAJE

Váha voľne sypaná: 150 - 180 kg/m³
Výpočtová hodnota tepelnej vodivosti: 0,075 W/m²/K

Únosnosť materiálu po zžutnení: 0,64 - 1,3 MPa
Koefficient zžutnenia: 1,1 - 1,3



TEPELNÁ IZOLÁCIA



NÍZKA OBJEMOVÁ HMOTNOSŤ



NEHORĽAVOSŤ



PEVNOSŤ V TLAKU



RECYKLÁCIA/
OPAKOVANÉ POUŽITIE



ZDRAVOTNÁ
NEZÁVADNOSŤ



ZAMEDZENIE TVORBY KAPILARITY
A MRAZUVZDORNOSŤ



ODOLNOSŤ VOČI
VONKAJŠÍM VPLYVOM



TRVANLIVOSŤ

RECIFA a. s., UNikolajky 382, 150 00 Praha 5, Česká Republika

tel: +420 318 474 777 | fax: +420 318 635 162 | email: info@refaglass.cz
www.refaglass.cz



DOM, KTORÝ VYHREJETE VLASTNÝM TELOM

DOMY ZO SYSTÉMU YTONG MAJÚ VÝNIMOČNÉ VLASTNOSTI

Ytong Lambda pre úsporné domy, Ytong Theta pre nízkoenergetické domy bez zateplenia, alebo bezkonkurenčné riešenie Ytong Multipor pre pasívne domy, ktoré vyhrejete vlastným telom.

www.ytong.sk

TEPLO JE ŽIVOT

YTONG®

PROJECTHOUSE
pasivní a nízkoenergetické stavby

eco²

moderní, ekologické a ekonomické bydlení

Již více než 6 let se zaměřujeme se na projekci nízkoenergetických a pasivních domů, které se stávají aktuálním trendem v českém, ale i zahraničním stavebním průmyslu. Věříme totiž, že energeticky úsporný dům, postavený z kvalitních materiálů je tou nejlepší investicí do budoucna.



Palackého tř. 45, 612 00 Brno
mob. 733 535 821, info @projecthouse.cz
www.projecthouse.cz

Lupotherm 3cm

Výrobek
roku 2008

izoluje lepšie ako **25cm** minerálnej vlny

Izolácia striech, podláh, podkrovia, pivníc i fasády
difúzne otvorené zateplenie fasády získalo cenu:

Výrobek
roku 2011

Xnergie s.r.o., Stánok 8, Tel: +421 908 968 543



tzbinfo
www.tzb-info.cz

Pasivní domy
na TZB-info



Energeticky úsporný dům od SENUB – důvěřujte profesionálům

18.8.2011 | Dvůr Králové
Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.
SENUB = Systémy energeticky úsporných budov přichází s nabídkou kvalitního provedení stavby nejen pasivních domů za účasti a odborného vedení profesionálních firem z oboru. Navíc můžete získat minimálně 3 roky výstěpění ve Vašem novém domě ZDARMA.



Pasivní dům v Plzni Božkově

4.9.2011 | Ing. arch. Martin Spáčiluk
V projektu o **pasivních domech** podrobně představujeme další z realizací pasivních domů, a to vilu od Ing. arch. Martina Spáčiluka. Objekt vyrostl v Plzni - Božkově. Jeho měrná potřeba tepla na vytápění je 15 kWh/m².rok. Uvidět dílnku naleznete i film o této realizaci pasivního domu.



Pasivní dům - rozvoj ve všech směrech

25.7.2011 | Prof. Dr. Wolfgang Feist, Universität Innsbruck, Institut, Darmstadt a Innsbruck | Konference Passivhaus 2011
Téměř stejně dlouho jako se vyvíjí vědomí o nutnosti ochrany životního prostředí, tak se rozvíjí i požadavky na vyšší úroveň bydlení. Na úkor toho podstatně je tato diskuse řízena k zamyšlení předního evropského propagátora pasivních domů Wolfganga Feista.
diskuze: [5.nřísovětko](#), poslední 23.08.2011 09:26

- projekty
- reportáže
- rozhovory
- filmy

Recenzovaný odborný internetový portál

www.tzb-info.cz



EFEKTÍVNE BÝVANIE

Publikácia ponúka zamyslenie sa nad doteraz bežne zaužívanými postupmi pri navrhovaní a výstavbe bývania a nad hľadaním efektívnejších riešení do budúcnosti. Komplexne rozoberá problematiku výstavby energeticky efektívnych domov, ktorá je v dnešnej dobe veľmi aktuálna a predstavuje reálnu cestu rozvoja stavebníctva. Autori sa sústredili na osvetlenie postupov a prístupov k navrhovaniu efektívneho bývania, hľadajú efektívne riešenia ako pomer úžitku a nákladov, prinášajú konkrétne návrhy a opatrenia a uvádzajú ukážky a príklady z výstavby energeticky efektívnych domov. V publikácii nájdú inšpiráciu nielen budúci stavebníci, ale aj architekti a projektanti.

Knihu si môžete objednať na tel. č.: 02/326 62 827 alebo: predaj.knih@eurostav.sk

Viac informácií na:

www.eurostav.sk



INŠTITÚT PRE
ENERGETICKY
PASÍVNE DOMY



- je občianske združenie, ktorého hlavným cieľom je všestranne podporovať výstavbu pasívnych domov. Zameriava sa najmä na šírenie informácií o energeticky pasívnych domoch medzi odbornou a laickou verejnosťou a vytvára platformu spolupráce medzi odborníkmi, spoločnosťami a ďalšími záujemcami, ktorí sú aktívni v energeticky efektívnej výstavbe.



- sa zaoberá zvyšovaním kvality energeticky efektívnej výstavby, realizáciou v čo najlepšom štandarde, znižovaním energetickej náročnosti existujúcich objektov, prihliada na zabudovanú energiu materiálov, aktívne sa podieľa na šírení technicko-odborných poznatkov medzi členmi inštitútu a smerom k odbornej a laickej verejnosti vystupuje s cieľom zvýšiť informovanosť a povedomie o problematike.

aktivity

- medzinárodné konferencie "Pasívne domy"
- medzinárodné podujatia "Dni pasívnych domov"
- exkurzie do pasívnych domov
- informačná internetová stránka www.iepd.sk
- publikovanie brožúr o pasívnych domoch
- organizovanie výstav
- účasť na stavebných veľtrhoch

odborná činnosť

- odborné semináre pre architektov a projektantov
- vykonanie skúšky a získanie certifikátu PHI Darmstadt
- certifikácia pasívnych domov metódou PHI Darmstadt
- poradenstvo, energetická optimalizácia projektov
- distribúcia a podpora výpočtového programu PHPP SK

medzinárodná spolupráca

- s českým Centrum pasívneho domu
- s nemeckým Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feista, Darmstadt
- s rakúskym združením IG Passivhaus
- účasť na rôznych medzinárodných projektoch

www.iepd.sk

je výborným zdrojom informácií v oblasti pasívnych domov pre odbornú i laickú verejnosť.



CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

Je nejvýznamnější poradenskou organizací v oblasti osvěty a poskytování informací o pasivních domech v České republice sdružující fyzické a právnické osoby, které mají zájem podporovat a propagovat standard pasivního domu. Členy sdružení jsou architekti, projektanti, stavební firmy, výrobci stavebních materiálů a přívků, a všichni ostatní odborníci, kteří prokázali praktické zkušenosti s pasivními domy.

**Naši vizi je, aby byl každý dům postaven
nebo zrekonstruován v pasivním standardu.**

Cíl Centra pasivního domu

- ochrana životního prostředí, klimatu, přírody a krajiny
- podpora udržitelného rozvoje ve stavebnictví
- zvyšování kvality bydlení
- podpora stavění v pasivním standardu

Aktivity Centra pasivního domu

- propagace pasivních domů
- vzdělávání přednáškami, semináři a odborné kurzy
- poradenství
- vydávání publikací
- mezinárodní konference a výstava PASIVNÍ DOMY
- exkurze do pasivních domů v ČR i v zahraničí
- provoz informačního portálu PASIVNÍ DOMY
- správa databáze pasivních domů a databáze detailů
- spolupráce se zahraničím a účast na zahraničních projektech

Nabídka služeb Centra pasivního domu

- poradenství pro laickou veřejnost i odborníky
- pořádání seminářů pro laickou i odbornou veřejnost
- školení zaměstnanců
- zapůjčení exkurzi do pasivních domů
- vydávání a prodej publikací
- spracování studií
- distribuce a podpora programu PHPP



www.pasivnidomy.cz

Rozsáhlý informační portál, který je zdrojem informací a inspirace jak pro laiky zájemající se o principy energeticky šetrného stavění, tak pro odborníky působící na poli pasivních domů.

Součástí webu je podrobná databáze výstavů a služeb pro pasivní domy a příklady realizovaných staveb v nás i v zahraničí.