

KATALOG TECHNICKÝCH ŘEŠENÍ NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ

Produkt ČEA k podpoře poradenství, vzdělávání a propagace v roce 2006

Rozhodnutí o účelovém určení prostředků státního rozpočtu: č. 222 004 6173



autoři:

Ing. Karel Srdečný, Ing. Jan Truxa, Mgr. František Macholda, Ing. Jiří Beranovský, Ph.D.

odborná spolupráce:

Mgr. Karel Murtinger

září 2006



Anotace:

Produkt obsahuje soubor technických řešení, vhodných pro použití v nízkoenergetických domech. Je zdůrazněna energetická bilance jako nástroj pro plánování energetiky domu. Pozornost je věnována jak tepelným ztrátám v konstrukcích, tak možnostem obnovitelných zdrojů pro krytí těchto ztrát: sluneční teplo, fotovoltaika, voda, vítr, biomasa. Jsou zde základní informace o možnostech použití, přírodních a technických podmínkách instalace, o vhodných způsobech aplikace. Dále je zde stručný technický popis jednotlivých aplikací. Text je ilustrován fotografiemi, tabulkami a doplněn technickými schématy.

Důležitou součástí jsou přílohy, kde jsou uvedeny příklady různých obvodových konstrukcí a jejich ceny. U některých je uvedena i cena pouze za materiál, pro stavebníky kteří staví svépomocí.

V další příloze je rozpočet čtyř variant modelového rodinného domu s různými obvodovými konstrukcemi.

Cílová skupina:

Produkt je určen zejména stavebníkům a zájemcům o úspory energií v domě.

Bude k dispozici na www.ekowatt.cz.

Identifikační údaje

Zadavatel: <i>ulice:</i> <i>psč město:</i> <i>tel.:</i> <i>fax:</i> <i>e-mail:</i> Zastupuje:	Česká energetická agentura Vinohradská 8 120 00 Praha 2 257 099 031 257 530 478 perkova@ceacr.cz Ing. Josef Bubeník, ředitel
Vypracoval: <i>ulice:</i> <i>psč město:</i> <i>tel.:</i> <i>fax:</i> <i>e-mail:</i> <i>www:</i> Statutární zástupce: Autoři:	EkoWATT, Středisko pro obnovitelné zdroje a úspory energie Bubenská 6 170 00 Praha 7 266 710 247 266 710 248 ekowatt@ekowatt.cz www.ekowatt.cz Ing. Jiří Beranovský. PhD. Ing. Karel Srdečný Ing. Jan Truxa Mgr. František Macholda Ing. Jiří Beranovský. PhD.
Spolupráce:	Mgr. Karel Murtinger
Zpracováno:	září 2006
Šíření:	Dokument lze užívat pouze ve smyslu příslušné smlouvy o dílo. Kopírování a rozšiřování pouze po předchozím souhlasu EkoWATTu.

OBSAH

1. ÚVOD	6
2. ENERGETICKÁ BILANCE	7
3. ZÁKLADNÍ PROBLÉMY STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ.....	10
3.1. Tepelné mosty	10
3.2. Dýchání domu	11
3.3. Akumulace tepla ve stavebních konstrukcích:	12
3.4. Tepelná pohoda	13
4. ZTRÁTY PROSTUPEM STŘECHOU.....	15
4.1. Izolování stropů pod půdou	15
4.2. Izolování šikmé střechy	15
4.3. Jednoplášťové ploché střechy	17
4.4. Dvoupplášťové střechy	18
5. ZTRÁTY PROSTUPEM STĚNAMI	20
5.1. Vnější zateplení – výhody a nevýhody	20
5.2. Vnitřní zateplení – výhody a nevýhody	21
5.3. Zateplování vlhkého zdiva	22
5.4. Skladba stěn – příklady:	22
6. ZTRÁTY PROSTUPEM PODLAHOU	24
7. ZTRÁTY OKNY	26
8. ZTRÁTY VĚTRÁNÍM.....	28
9. TEPLA PRO OHŘEV VODY	29
9.1. Ohřev TUV elektřinou	29
9.2. Přímotopný ohřev TUV plynem	29
9.3. Průtokové ohříváče	29
9.4. Přímotopné zásobníkové ohříváče	30
9.5. Nepřímotopné zásobníkové ohříváče	30
9.6. Další způsoby ohřevu TUV	30
10. REKUPERACE TEPLA Z ODPADNÍ VODY	31
11. ZISKY OD OSOB	32
12. ZISKY OD SPOTŘEBIČŮ	33
12.1. Stand-by spotřeba	34
12.2. Energetické štítky	35
13. OSVĚTLENÍ.....	38
14. REKUPERACE TEPLA Z ODPADNÍHO VZDUCHU	40
15. ZISK ZE ZEMNÍHO VÝMĚNÍKU TEPLA.....	42
15.1. Zimní provoz	43
15.2. Protimrazová ochrana	44
15.3. Letní provoz	44
15.4. Praktické provedení	44

16. PASIVNÍ SOLÁRNÍ ZISKY	46
17. AKTIVNÍ SOLÁRNÍ ZISKY	47
18. DŘEVO JAKO ZDROJ TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ	54
18.1. Lokální topidla na dřevo	55
18.2. Kotle na dřevo pro systémy ústředního vytápění	55
18.3. Teplovodní kotle na dřevo	56
18.4. Kogenerace ze dřeva	58
19. ELEKTŘINA Z VNĚJŠÍHO ZDROJE	60
19.1. Vodní energie	60
19.2. Větrná energie	61
19.3. Fotovoltaické panely	64
19.3.1. Systémy připojené k síti (grid-on)	65
19.3.2. Samostatné (ostrovní) systémy - grid off	65
19.3.3. Fotovoltaika v architektuře.....	67
20. TEPLA A ELEKTŘINA Z KOGENERAČNÍ JEDNOTKY	69

Seznam obrázků

Seznam tabulek

PŘÍLOHA 1.....	73
VYBRANÉ OBVODOVÉ KONSTRUKCE	
PŘÍLOHA 2.....	86
VYBRANÉ ZPŮSOBY ZATEPLENÍ	
PŘÍLOHA 3.....	89
VYBRANÉ DRUHY ZASKLENÍ	
PŘÍLOHA 3.....	91
PŘÍKLADY ROZPOČTU RODINNÉHO DOMU	

1. Úvod

Produkt navazuje na minulé úspěšné informační aktivity EkoWATTu, zejména sérii infolistů o energeticky úsporných stavbách a rekonstrukcích a dále na zkušenosti z poradenské činnosti. Mnoho těchto produktů bylo v minulosti podpořeno ČEA.

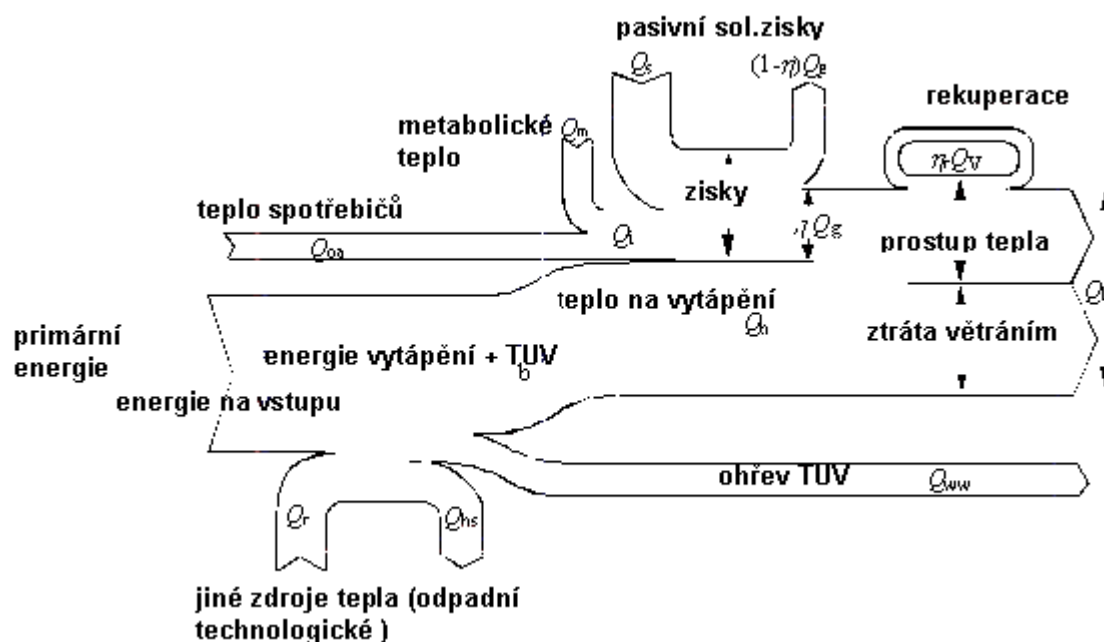
Ve stavebnictví se v současné době používá několik hlavních typů obvodových konstrukcí. Jejich rozšíření je dáno spíše obchodně – výrobními vlivy než jejich ekonomickou výhodností pro investora nebo ekologickou vhodností.

V době nástupu nízkoenergetických a pasivních domů je vhodné použití jiných materiálů. Stavební firmy však stanovují ceny s velkým rozpětím, takže se stavebník obtížně rozhoduje a obvykle rezignuje a skončí u tradičního typu budovy.

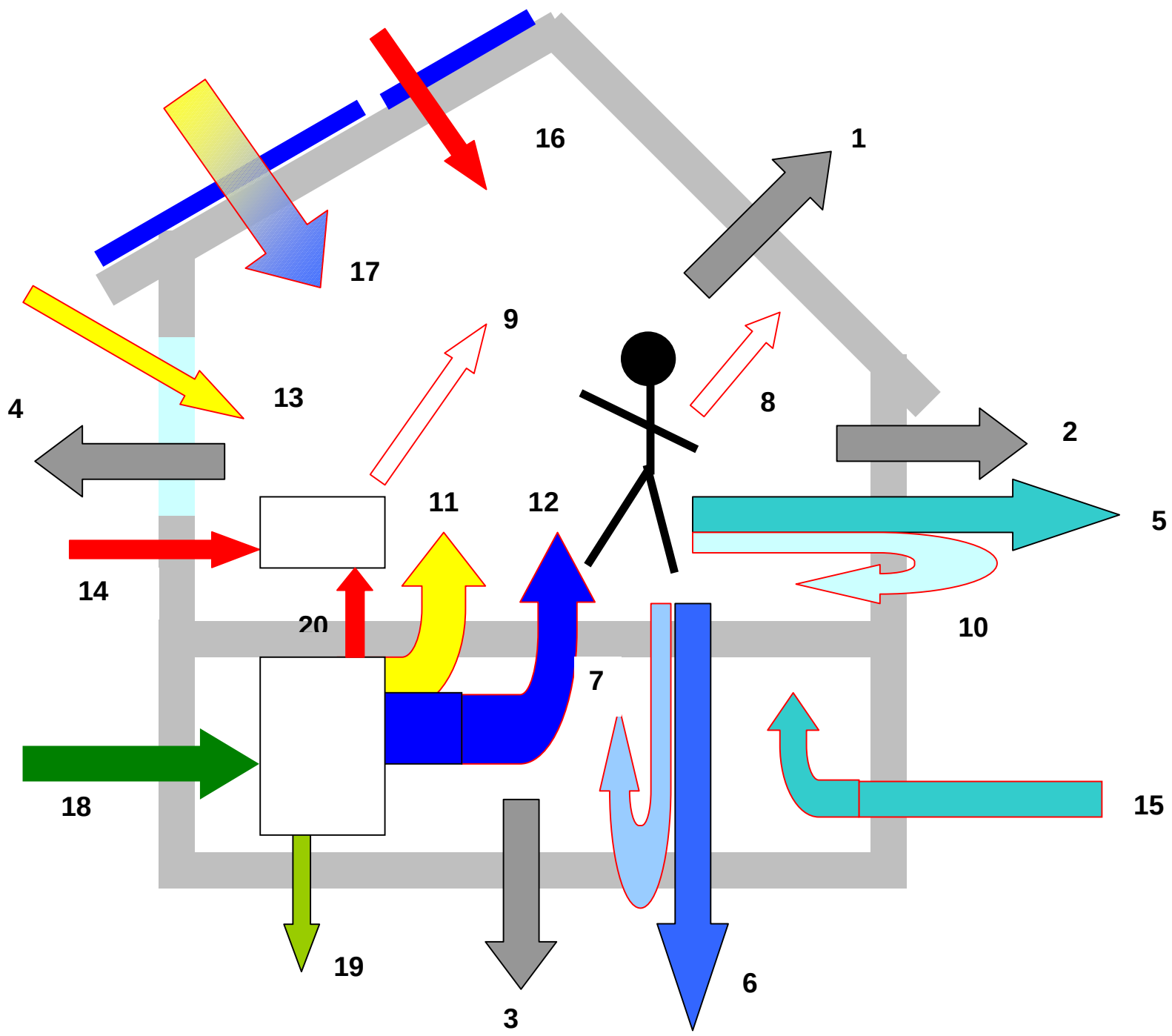
Produkt je určen široké veřejnosti. Bude k dispozici na www.ekowatt.cz.

2. Energetická bilance

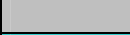
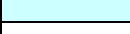
Základním nástrojem pro plánování energetické soběstačnosti je energetická bilance. Nejprve je třeba sečíst ztráty (potřeby). Potom zvážit, zda je možné ztráty snížit a kolik to bude stát. Dále je třeba zjistit zisky a míru jejich skutečného využití. Rozdíl mezi zisky a ztrátami je třeba krýt ze zdroje. Při volbě zdroje je třeba zvážit technická a další omezení, způsob provozu a požadavky na komfort a spolehlivost. Zdroje se liší investičními a provozními náklady.



Obrázek 1: Energetická bilance podle ČSN EN 832



legenda

	ztráty
	zisky
	ztráty související s konstrukcí domu
	ztráty související s větráním
	ztráty související s ohřevem vody
	zisky pro vytápění
	zisky pro ohřev vody
	zisky pro větrání
	vnitřní zisky (vytápění i větrání)
	dodávka elektřiny
	dodávka paliva

zdroje		ztráty	
7	rekuperace tepla z odpadní vody	1	ztráty prostupem střechou
8	zisky od osob	2	ztráty prostupem stěnami
9	zisky od spotřebičů	3	ztráty prostupem podlahou
10	rekuperace tepla z odpadního vzduchu	4	ztráty okny a prosklením
11	dodávka tepla pro vytápění	5	ztráty větráním
12	dodávka tepla pro ohřev vody	6	teplo pro ohřev vody
13	pasivní solární zisky (okna, prosklení)		
14	elektřina z vnějšího zdroje (vlastní elektrárna)		
14 a	vodní energie		
14 b	větrná energie		
15	zisk zemního výměníku tepla		
16	elektřina z fotovoltaických panelů		
17	aktivní solární zisky (kolektory)		
18	palivo		
19	ztráty ve vlastním zdroji		
20	dodávka elektřiny z kogenerace		

3. Základní problémy stavebních konstrukcí

3.1. Tepelné mosty

U konstrukcí s velkou vrstvou izolace mají na spotřebu tepla relativně velký vliv tepelné vazby (místa, kde se stýkají dvě konstrukce a tvoří kout) a tepelné mosty (místa, kde je konstrukce či izolace zeslabena). Tepelná ztráta těmito místy může mít velikost i několik desítek procent celkové tepelné ztráty prostupem tepla. Proto je třeba věnovat velkou pozornost konstrukčnímu řešení detailů a zejména dbát na dodržování technologických postupů při stavbě. Důležité je například správné napojení tepelné izolace a okenních ráků, izolace pásu zdi nad terénem, napojení izolace svislých stěn a střechy, izolace krokví atd.

Způsob řešení detailů	Přirážka delta U (W/m ² .K)	Výsledná hodnota U (W/m ² .K) pro konstrukci
Zanedbané	> 0,20	> 0,40
Obvyklé kvalitní řešení	0,10	0,30
Opakované použití ověřeného prvku (katalogové řešení)	0,05	0,25
Individuální optimalizace metodou 3D modelování	0,02	0,22

Tabulka 1: Vliv tepelných mostů dle ČSN 730540.



Obrázek 2: Výrazný tepelný most tvořený masivním podbetonováním okna



Obrázek 3: Tepelný most způsobený nedodržením technologie zdění

3.2. Dýchání domu

Dům není živý organismus, proto dýchat nepotřebuje. Potřebuje však větrat. To je nejjednodušší a účinný způsob, jak se zbavit vlhkosti, která nutně vzniká pobytem lidí uvnitř. Vodní páru vydechují lidé i rostliny, vzniká při vaření, sušení prádla a mnoha jinými způsoby. Vlhkost, podobně jako teplo, uniká vždy tam, kde je jí méně – v zimě tedy zevnitř ven. Studený zimní vzduch totiž obsahuje méně vlhkosti než teplý vzduch v bytě. Vlhkost se snaží pronikat i stěnami domu. Jak se jí to daří, závisí na materiálech. Některé materiály vlhkost nepropouští vůbec (mají velmi vysoký difuzní odpor) – sklo, kovy, většina plastů aj. Porézní materiály, jako cihly, dřevo, beton aj. vlhkost propouštějí snáze. Tyto materiály mohou také určitý objem vlhkosti bez problémů absorbovat a později ji opět uvolnit do interiéru. To vyrovnává klima v místnosti a přispívá k lepší pohodě obyvatel.

Proniká-li však vodní pára do konstrukce ve větším množství, může uvnitř dojít k její kondenzaci. Nadměrná vlhkost v konstrukci domu je vždy potenciálním zdrojem problémů. Při promrznutí trhá zdivo, urychluje korozi ocelových prvků, podporuje hnilobu dřevěných konstrukcí a plísňe na vnitřních omítkách. Obecně snižuje trvanlivost domu.

U starších cihelných domů se vlhkost ve stěnách během zimy hromadí a během léta opět vytěká do vnitřního i vnějšího prostoru. Čím je zeď silnější, tím více vlhkosti je schopna bez problémů pojmout. Zateplení může být pro toto „dýchání“ překážkou.

Proto je nutné, aby projekt zateplení vždy zhodnotil i riziko kondenzace, možnost vypařování vody z konstrukce a navrhl takové řešení, kdy vlhkost nebude nebezpečná. Nejjednodušší zásadou (i když ne jedinou možnou) je navrhovat skladbu konstrukce tak, aby difuzní odpor materiálů směrem zevnitř ven klesal. To znamená, že vlhkost se do konstrukce bude z interiéru špatně dostávat, ale pokud nějaké množství pronikne, snadno pak už unikne do exteriéru.

3.3. Akumulace tepla ve stavebních konstrukcích:

Akumulace tepla je významná jak pro vyrovnávání letních přebytků tepla, tak pro snížení spotřeby tepla na vytápění v zimě.

Pokud by dům byl vybaven dokonalou regulací, která by udržovala trvale konstantní teplotu, akumulace by ztratila význam. To v praxi nenastává. Význam akumulace roste tam, kde jsou přestávky ve vytápění, resp. výrazněji kolísá vnitřní teplota. Tradiční zděné domy mají velkou schopnost teplo akumulovat, takže stavebníci schopnost akumulace často chtějí ze zvyku. U dobře izolovaných a prosklených domů význam akumulace tepla roste. Okny totiž do interiéru dopadá více tepla, než je aktuální tepelná ztráta. I při odstaveném topení se teplota v místnosti zvýší nad požadovanou teplotu (20 až 22°C). V tu chvíli začnou přebytečné teplo akumulovat obvodové stěny, příčky a nábytek, takže teplota roste jen pomalu. Není-li kam teplo akumulovat, teplota roste rychleji a uživatel otevře okno a přebytečnou energii pustí bez užitku ven.

Jakmile přísun energie poklesne (třeba zajde Slunce), může se teplo z konstrukcí uvolňovat zpět do interiéru. Je zřejmé, že aby akumulace fungovala, musí se uživatel smířit s mírným kolísáním teploty v místnosti (cca od 18 do 25°C). U dostatečně masivních staveb funguje akumulace v cyklu den/noc, což umožní více omezit výkon topení přes noc.

Význam akumulace tak klesá v domech, které jsou obývány trvale (není možné snížit vnitřní teplotu dopoledne). Také v domech s centrálním větráním význam akumulace klesá, neboť větrací vzduch roznese teplo z osluněných místností do neosluněných.

Vysokou akumulační schopnost mají těžké konstrukce. Moderní děrované cihly a lehké tvárnice mají sice dobré tepelně izolační vlastnosti, ale jejich schopnost akumulovat teplo je malá. Ještě horší je situace u dřevostaveb s lehkým obvodovým pláštěm. U těchto budov je teplo možno akumulovat do hmotných příček a podlah a vnitřního zařízení. Například mohutnější knihovna může akumulovat několik kilowatthodin tepla. U obvodových stěn se k akumulaci využívá prvních 5 až 10 cm tloušťky z vnitřní strany. U lehkých stěn (např. dřevostavby) tak mohou pro akumulaci sloužit i masivnější vnitřní omítky nebo hmotnější vnitřní příčky.

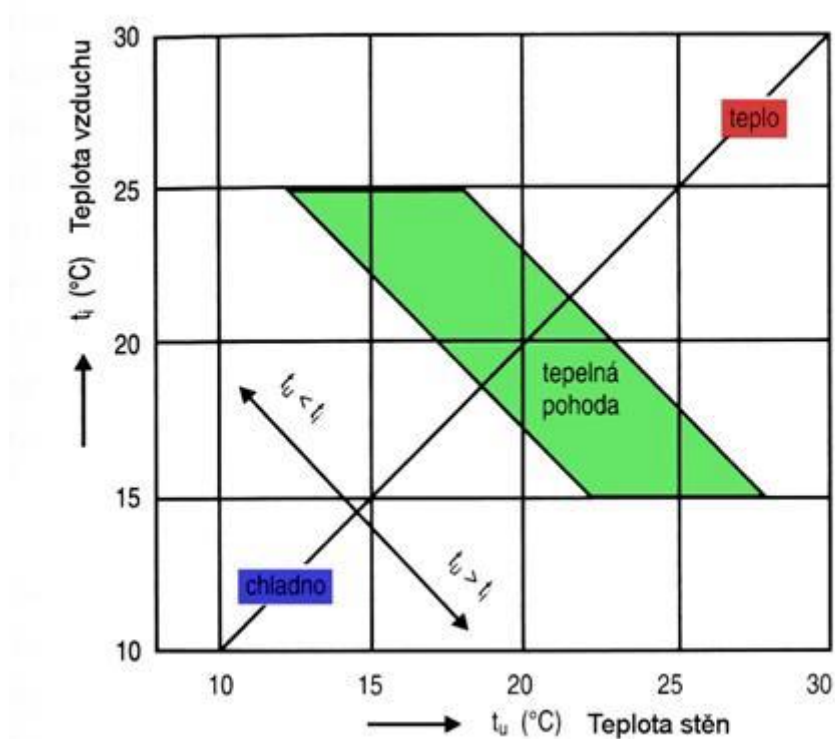
materiál	akumulační schopnost	tepelná vodivost
	kWh/m ³ .K	W/m.K
beton	cca 0,62	1,2 až 1,4
plné pálené cihly	cca 0,42	0,8
nepálené cihly, hliněné omítky	cca 0,3	0,4 až 1,2
dutinkové cihly (Porotherm a podobně)	cca 0,16	0,1 až 0,5
plynosilikát (Ytong a podobně)	cca 0,13	0,2 až 0,4
keramická dlažba	cca 0,5	1,0
dřevo měkké	cca 0,28	0,2
pěnový polystyren	cca 0,007	0,04
papír (knihy)	cca 0,6	cca 0,5
ocel	0,96	58,0

Tabulka 2: Parametry vybraných stavebních materiálů.

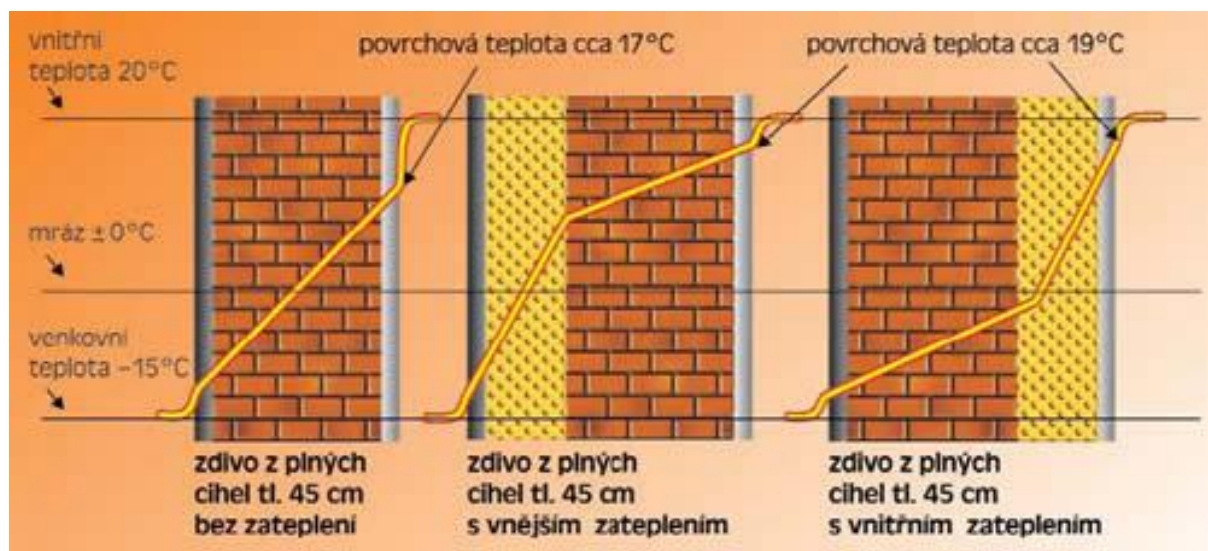
3.4. Tepelná pohoda

Zateplením stěn dojde vždy i ke zvýšení jejich povrchové teploty. To má vliv na pocity lidí uvnitř. Čím jsou stěny chladnější, tím je pobyt méně příjemný a naopak (to je také důvod, proč je teplo kachlových kamen vnímáno jako velmi příjemné). Vliv chladnějších stěn, podlahy a stropu a oken (ev. prosklených ploch) je třeba vyvážit vyšší teplotou vzduchu v místnosti. V konečném důsledku tak můžeme v dobře zateplené místnosti topit na nižší teploty, aniž bychom pociťovali chladno. To opět vede ke snížení energie. Známým pravidlem je, že snížení vnitřní teploty o 1 °C znamená úsporu přibližně 6% tepla.

Pokud bychom se však snažili šetřit teplem a snižovali teplotu v nezatepleném domě, může teplota na vnitřním povrchu stěn klesnout natolik, že se na ní začne srážet voda a stěna zplsní. Nebezpečí velmi vzroste, pokud se současně snažíme šetřit teplo důkladným utěsněním oken a omezením větrání. Kromě toho, že nám bude citelně chladno, neuděláme dobře ani domu, ani svému zdraví.



Obrázek 4: Tepelná pohoda při různé teplotě stěn.



Obrázek 5: Vnitřní povrchová teplota při různém zateplení

4. Ztráty prostupem střechou

4.1. Izolování stropů pod půdou

Má-li dům nevytápěnou půdu, lze strop poměrně snadno a efektivně izolovat položením izolace na podlahu půdy. Chceme-li mít půdu pochozí, je nutno překrýt izolaci záklopem z prken nebo desek. Toto opatření patří k nejlevnějším a nejefektivnějším. Výhodou je i to, že rozhodneme-li se v budoucnu pro zvýšení domu nebo vestavbu podkroví, dá se izolace snadno odstranit a použít jinde.

Jinou možností je zaplnit dutiny trémového stropu izolací. Pokud se použije foukaná izolace (např. z papírových vloček nebo bavlny), je zásah do konstrukce minimální a v interiéru ani na půdě se nic nezmění.



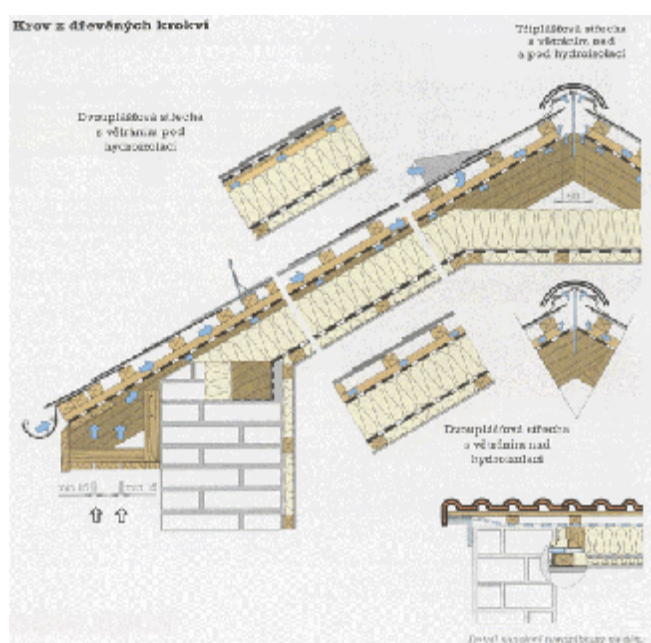
Obrázek 6: Tepelnou izolaci lze výhodně vložit do podhledu.

4.2. Izolování šikmé střechy

Stále častěji se dosud nevyužívaná půda rekonstruuje na podkroví. To je vhodná příležitost pro izolaci střechy. I zde bohužel platí, že špatným návrhem a hlavně nekvalitním provedením se dá hodně zkazit. Tepelná izolace, hydroizolační fólie a parotěsná zábrana musí být provedeny tak, aby původní konstrukce krovu trvale nevlhla. Je dobré, aby dřevo mohlo "dýchat", tedy aby voda, která se do konstrukce přes pečlivou instalaci zateplení dostane (zatékáním nebo kondenzovanou vlhkostí, která proniká z interiéru) mohla zase odejít. V opačném případě může být krov napaden hnilobou a houbami.



Obrázek 7: Tepelná izolace podkroví systémem *TERMODACH*



Obrázek 8: Tepelná izolace podkroví



Obrázek 9: Pro izolaci lze použít i ovčí vlnu.

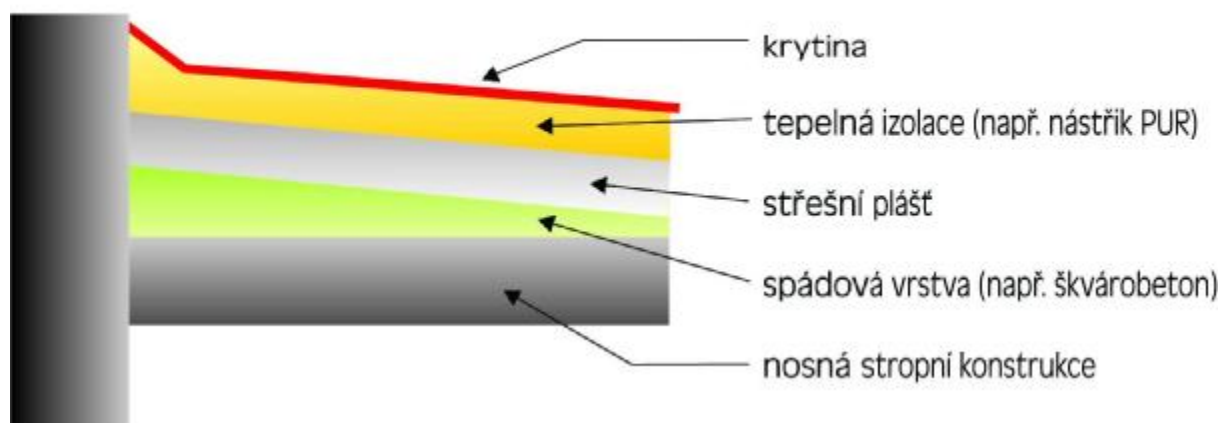
4.3. Jednoplášťové ploché střechy

Mezi stropní konstrukcí a vnější spádovou vrstvou je tepelná izolace většinou z lehčených stavebních materiálů (škvárobeton, křemelinové desky atd.). Dodatečnou tepelnou izolaci je tedy nutno dát na horní povrch. Pokud je překryta novou hydroizolací, je tu riziko prošlápnutí nebo proražení, protože tepelná izolace je většinou měkkší. Proto se s oblibou používá systém tzv. obrácené střechy. Původní krytina je opravena nebo nahrazena novou a na ní je kladena tepelná izolace, překrytá vrstvou kamínků, dlažbou kladenou nasucho nebo jiným způsobem, kterým voda může pronikat. Pokud střecha snese větší přetížení, lze uvažovat i o "zelené střechě", tj. překrytím vrstvou zeminy a osázením vhodnými (suchomilnými) rostlinami. Výhodou je, že hydroizolace není namáhána teplotními výkyvy, povětrností ani UV zářením, což zvyšuje její životnost.

Jinou možností je opatřit střechu nástřikem polyuretanové (PUR) pěny, která funguje jako izolace proti vodě i proti chladu. Nástřikem se vytvoří souvislá vrstva, která vyřeší i problematická místa, jako napojení komínků, atik, výtahových nástaveb atd.

Je také možné převést konstrukci na střechu dvouplášťovou, což je sice dražší, ale o to levnější jsou pozdější opravy a údržba.

jednoplášťová střecha



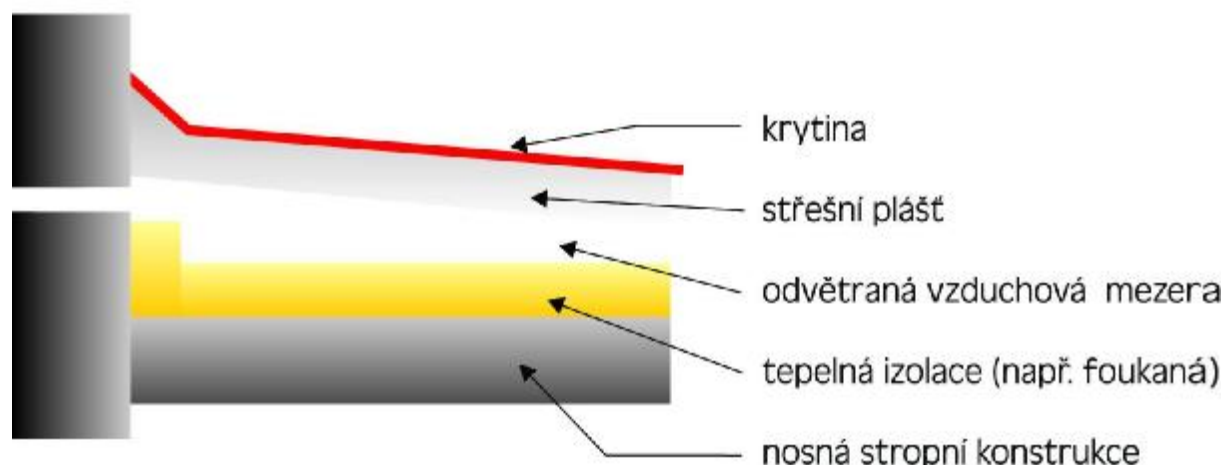
Obrázek 10: jednoplášťová střecha

4.4. Dvouplášťové střechy

V prostoru mezi stropní konstrukcí a střešním pláštěm je vzduchová mezera, většinou odvětraná (otvory v atice). Tuto mezeru je možno využít pro instalaci tepelné izolace. Někdy lze do prostoru nafoukat sypkou izolaci, např. z papírových vloček. Je-li mezera příliš malá (nevejde se dostatečná tloušťka izolantu) je možno sejmut vnější střešní plášť a zvýšit spádové klíny, na kterých ležela. Do vzduchové mezery pak vložit izolaci a střešní plášť instalovat zpět. Vždy je nutné provést izolaci tak, aby ve vzduchové mezeře zůstalo dost volného místa, aby mohla stále větrat.

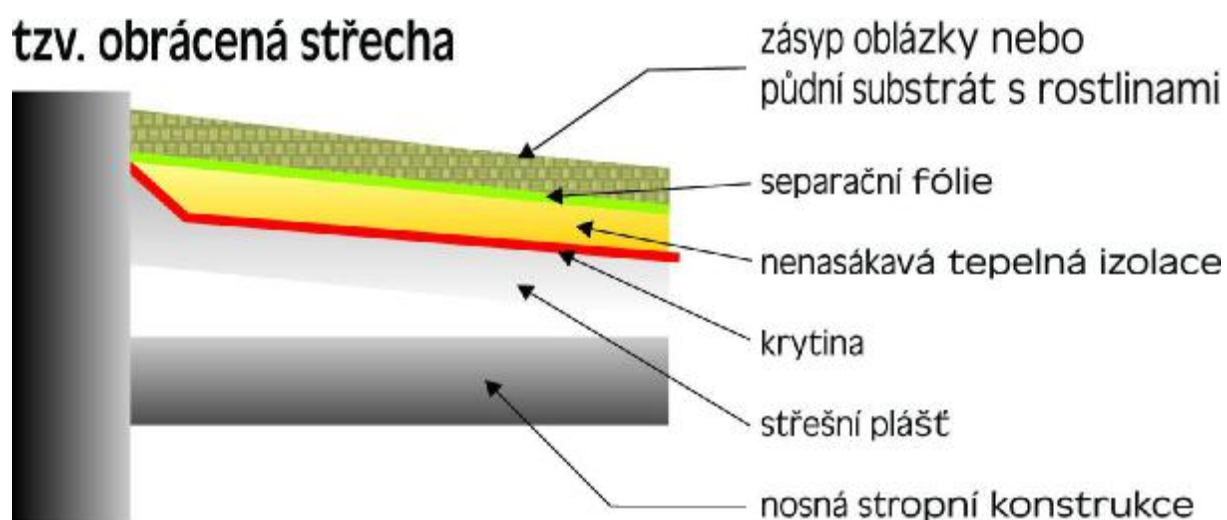
Dvouplášťové střechy je ovšem možno izolovat i shora, podobně jako jednoplášťové, ovšem za cenu značného snížení účinku vrstvy tepelné izolace.

dvouplášťová střecha s odvětranou vzduchovou mezerou



Obrázek 11: Dvouplášťová střecha

tzv. obrácená střecha



Obrázek 12: Tzv. obrácená střecha



Obrázek 13: Zelená střecha s extenzivní zelení.

5. Ztráty prostupem stěnami

5.1. Vnější zateplení – výhody a nevýhody

- + zdívo je „v teple“ a není tolik namáháno výkyvy teplot a povětrností
- + zvýší se akumulční schopnost domu
- + snáze se eliminují tepelné mosty v konstrukci (okenní překlady, věnce, stropy aj.)
- + riziko kondenzace vlhkosti ve zdivu je minimální
- + budova získá novou fasádu = úspora nákladů na údržbu
- + při instalaci se neruší pobyt osob uvnitř
- potřeba lešení a prostoru okolo domu
- izolaci je potřeba provádět naráz v celé ploše domu
- vyšší náklady



Obrázek 14: Zateplení s odvětranou mezerou



Obrázek 15: Odvětrání mezery otvory v lícovém zdivu



Obrázek 16: Nosný dřevěný rošt pro izolaci



Obrázek 17: Kontaktní zateplení lze opatřit i keramickým obkladem

5.2. Vnitřní zateplení – výhody a nevýhody

- + možnost zachovat původní fasádu
- + možnost izolovat jen jednu místnost
- + snadný přístup, bez lešení
- + možno instalovat bez ohledu na počasí
- + snáze se provádí svépomocí
- riziko kondenzace vlhkosti ve stěnách domu
- riziko promrzání vnějšího zdiva

- riziko růstu plísní, zejména v oblasti tepelných mostů
- snížení akumulční schopnosti zdiva
- zmenšení plochy místností

5.3. Zateplování vlhkého zdiva

Vždy platí, že zateplovat by se mělo jen suché zdivo. To znamená před jakýmkoli zateplováním odstranit příčiny vlhnutí (například podříznout zeď a vložit izolaci). Pokud vlhké zdivo opatříme zvenku kontaktním zateplením (s vysokým difuzním odporem), problémy s vlhkostí se zaručeně zhorší. Vlhkost, která se až dosud odpařovala z vnějšku i zevnitř, může najednou odcházet jen z vnitřní strany. To vede k objevení nebo zvětšení "map" a někdy i k plísním. Takovéto problémy se mohou objevit i u zdí, které se před zateplením jevily jako suché. Nelze-li příčiny vlhnutí zdiva odstranit, je nutné poradit se se stavebním specialistou.

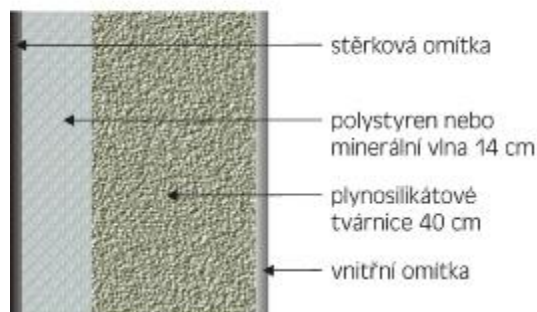


Obrázek 18: Vlhkost při zateplování

5.4. Skladba stěn – příklady:

Požadavku na dostatečnou izolační schopnost (při rozumné tloušťce) jen stěží vyhoví zeď z jakýchkoli cihel či tvárnic. Proto je rozumné dimenzovat nosné zdivo jen podle statických požadavků a doplnit izolaci podle potřeby. Izolace může být provedena jako vnější kontaktní zateplení se sěrkovou omítkou. Případně může být vložena do prostoru mezi vnitřní zdí a venkovní přízdívkou, nebo mezi lehkou vnější fasádou. U rodinných domů je často používaným řešením nosná dřevěná konstrukce, vyplňovaná izolací libovolné síly. Hmota pro akumulaci tepla je tvořena masivními podlahami a vnitřními příčkami a rovněž poměrně tenkou přízdívkou obvodových stěn z plných cihel (někdy nepálených). Venkovní fasáda je ze dřeva, omítnutých desek nebo z cihel.

Nosné stěny



Nenosné stěny



Obrázek 19: Různé skladby konstrukcí

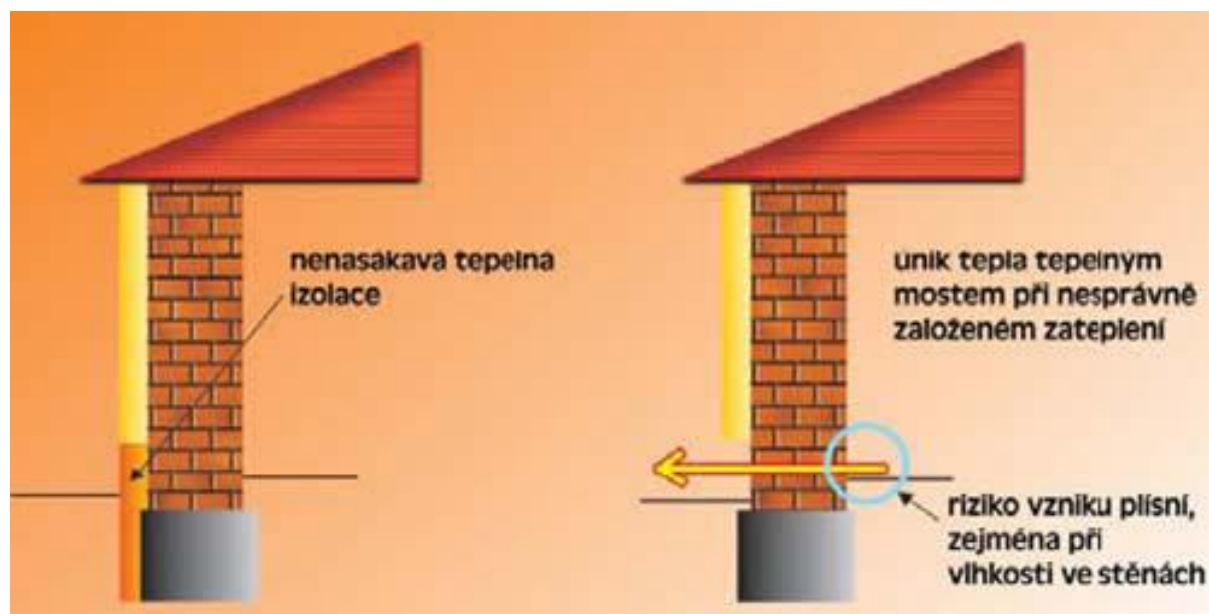
6. Ztráty prostupem podlahou

Podlaha je často podceňovanou částí obálky budovy. Nejspíš proto, že pod podlahou nemrzne. Je-li podlaha na terénu, je teplota pod podlahou uprostřed domu 5 až 10°C. To je ale stále velký rozdíl oproti vnitřnímu vzduchu. Je-li v podlaze topení s teplotou 30 až 40°C, je třeba podlahu izolovat o to důkladněji. Čím blíže obvodovým stěnám, tím více klesá teplota pod podlahou, těsně u okraje domu může být i pod nulou. Proto pro podlahy v pásu 1 m od rozhraní s venkovním vzduchem předepisuje ČSN 73 0540 stejné hodnoty jako pro obvodovou zeď. Na to bohužel projektanti často zapomínají. Viz <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=1223>.

U domů s radonovým rizikem se někdy v podlaze vytváří dutina, která je odvětrávána, aby se radon nedostal do domu. V takovém případě je nutno opět izolovat podlahu, jako by byla venkovní stěnou.

Novostavby lze také zakládat na patkách, takže podlaha je vlastně "ve vzduchu". Výhodou je to, že odpadne hydroizolace a izolace proti radonu, zanedbatelná není ani úspora za masivní základy, resp. základovou desku. Takovou podlahu je pak ovšem nutno izolovat stejně dobře jako venkovní stěnu.

Dodatečné zateplení podlah stávajících budov je problematické. Je třeba nejen vybourat starou podlahu, ale často i kanalizaci a vodovodní potrubí. Náklady spojené s takovouto rekonstrukcí obvykle silně převyšují energetickou úsporu. Částečným řešením je instalovat izolaci zvenku, pod úroveň terénu okolo základů, alespoň do hloubky 0,3 až 0,5 m. Nebo izolaci položit naplocho na terén okolo stěn, v pásu 0,5 až 1 m (např. pod okapový chodníček). Tím se sníží prochládání zeminy pod podlahou.



Obrázek 20: tepelný most u podlahy



Obrázek 21: Špatně navržené zateplení

Vinou chybějící izolace nad terénem vzniká nad podlahou bytu v přízemí tepelný most, který se projeví tvorbou plísní v koutě u podlahy.

7. Ztráty okny

Okno je nákladný prvek, při jeho výběru ale nesmíme šetřit na nesprávném místě. Tím je zasklení. Okna jsou nabízena s různými typy dvojskel, přičemž rozdíl mezi nejlevnějším a nejdražším typem je asi 20 % ceny okna. Naproti tomu rozdíl v izolační schopnosti je až dvojnásobný. Měli bychom tedy vždy dát přednost kvalitnímu dvojsklu s mezerou mezi skly plněnou argonem nebo jiným inertním plynem. Důležité je, aby vnitřní sklo dvojskla bylo opatřeno pokovením, které dokáže odrážet teplo zpět do místnosti.

Současná tzv. eurookna se vyznačují poměrně tenkým rámem, který vyžaduje správné osazení do zdi. Pokud nejsou okenní ostění, nadpraží a parapety důsledně izolovány, vzniká okolo oken výrazný tepelný most, kterým uniká velké množství tepla. Případné vnější zateplení zdi by mělo přesahovat i na rámy. Je dobré si uvědomit, že v současné době izoluje většina dřevěných a plastových rámu tzv. eurooken hůře než sklo!

Pokud chceme mít v domě špaletová okna, je vhodné nechat vyrobit nové okno obdobné konstrukce, které má ovšem vnější křídlo zasklené kvalitním izolačním dvojsklem.

Je-li dům je bohatě prosklen kvůli solárním ziskům, musí být toto zasklení kvalitní, aby ztráty nebyly vyšší než tyto zisky. Používají se okna s trojitým zasklením (resp. izolačním trojsklem). Jinou alternativou je dvojsklo, kde je mezi skly napjata průhledná fólie, která tak nahrazuje třetí sklo (případně dvě fólie jako ekvivalent čtyřnásobného zasklení). Výhodou je hmotnost stejná jako u běžného dvojskla, takže nejsou nutné masivnější rámy. Samozřejmostí je tzv. selektivní vrstva, tedy pokovení, které funguje jako polopropustné zrcadlo. Sluneční záření propustí do interiéru, kde se přemění na teplo. Tepelné záření však již sklem neprojde a odráží se zpět do místnosti.

Jsou-li mezery odděleny tabulí skla (trojskla, dvě dvojskla), klesá energetická propustnost (g). Každá tabule skla ubere cca 14 % procházející energie (a asi 9% světla).

Okna nebo alespoň některá z nich nemusí být otevíravá. To jednak sníží jejich cenu a jednak zvětší plochu prosklení. Z psychologických důvodů i pro případ výpadku vzduchotechniky se však v každé místnosti nechává nejméně jedno okno otevíravé.



Obrázek 22: Okno s otevíravou a pevně zasklenou částí

	světelná propustnost	energetická propustnost	součinitel prostupu tepla	únik energie
	tau	g	U	
	-	-	W/m ² .K	kWh/rok
jednoduché zasklení	0,89	0,86	5,8	546
dvojsklo	0,8	0,76	2,9	273
dvojsklo s pokovením	0,77	0,67	1,5	141
dvojsklo s pokovením a Ar	0,77	0,62	1,1	103
dvojsklo s pokovením a Kr	0,77	0,62	0,9	85
trojsklo	0,73	0,7	1	94
trojsklo s pokovením	0,66	0,48	0,7	66
dvojsklo + Heat Mirror	0,61	0,45 až 0,33	1,1	103
dvojsklo + Heat Mirror, Ar	0,61	0,45 až 0,34	0,8	75
dvojsklo + Heat Mirror, Kr	0,61	0,45 až 0,35	0,6	56

Tabulka 3: Parametry různých typů oken.



Obrázek 23: Okno s trojsklem a zlepšenou izolací rámu



Obrázek 24: Okenní rám ze dřeva a plastu, kde jsou komory vyplněny izolací

8. Ztráty větráním

Pro dobrý pocit osob a z hygienických důvodů je nutno větrat všude tam, kde se zdržují lidé. V rodinných domcích to znamená, že vzduch v místnosti by se měl zcela vyměnit každé dvě hodiny. Ve většině domů je toto větrání zajištěno tzv. přirozeným způsobem, tedy pronikáním studeného vzduchu netěsnostmi mezi okenním křídlem a rámem (a únikem teplého vzduchu horní částí oken). Intenzita tohoto větrání přitom se přitom mění podle venkovní teploty, síly větru a prakticky se nedá regulovat. Nejsou-li v domě lidé, je toto větrání nežádoucí; přitom ztráty větráním tvoří přibližně 1/3 spotřeby (nezatepleného) domu. Proto má na úsporu velký vliv instalace okenního těsnění, případně instalace nových, dobře těsněných oken.

Nesmíme však nikdy zapomínat na větrání, jsou-li v domě lidé. Na trhu jsou okna, jejichž kování umožní "netěsnou" polohu nebo okna s větracím otvorem v rámu, jehož velikost se dá regulovat.

Větrat je však nutno i tam, kde vzniká vlhkost (koupelny, sušárny prádla), aby vlhkost nepronikala do stěn, které tak poškozuje. U starších domů se může po zatěsnění nebo výměně oken ukázat vlhkost ve zdech. Tato vlhkost byla až doposud průběžně odvětrávána netěsným oknem, takže problém nebyl vidět. Lepší než trvale větrat je však vždy odstranit příčiny vlhnutí.

Větrání rodinných domků u nás není ošetřeno žádným předpisem. Obecně se větrání navrhuje tak, aby se buď splnil požadavek intenzity výměny vzduchu 0,3 až 0,5 h⁻¹, respektive aby přívod čerstvého vzduchu byl 30 až 50 m³/h na osobu. V době, kdy v domě nikdo není, by měla být intenzita větrání cca 0,1 h⁻¹ kvůli odvodu vlhkosti a případných škodlivin (např. těkavé látky uvolňující se z nábytku).



Obrázek 25: Test těsnosti budovy (Blower-Door Test)

9. Teplo pro ohřev vody

9.1. Ohřev TUV elektřinou

Zpravidla se používá akumulční zásobník připojený přes dálkové ovládání a vyhříváný pouze mimošpičkovou ("noční") elektřinou (např. sazba D 25). Výhodou je nízká cena za kWh a malé nároky na instalovaný elektrický příkon. V době trvání nízkého tarifu (8 hod za den) běží všechny ostatní elektrické spotřebiče na levnější elektřinu, což snižuje celkové výdaje na její nákup. Mnoho lidí třeba v této době zapíná automatickou pračku nebo žehlí. Zásobník lze také opatřit topnou vložkou připojenou na ústřední vytápění a v době topné sezóny jej nahřívat levnějším teplem z kotle (kombinovaný zásobník).

Určitou nevýhodou je limitovaný objem vody, který je k dispozici. Pokud teplou vodu spotřebujeme, musíme na její ohřátí nějakou dobu čekat (někdy až do druhého dne). Zásobník má také určité, i když velmi malé, tepelné ztráty (cca 1 kWh/100 l objemu za den) - u nových spotřebičů jsou uváděny na energetickém štítku. Další ztráty jsou v potrubí od zásobníku k výtakovým ventilům (bateriím). Je dobré umisťovat zásobník co nejbližší k nejčastěji používanému výtoku teplé vody (bývá to kuchyňský dřez nebo umyvadlo v koupelně).

V poslední době se také uplatňují průtokové ohřivače umístěné přímo pod umyvadlem, které výše uvedené nevýhody nemají. Problém je zase v tom, že potřebují dosti značný příkon a tudíž nutnost odpovídající instalace a dimenzování hlavního jističe, což zvýší stálý měsíční plat, který s tím souvisí. Určitým kompromisem jsou zásobníky s menším objemem vody, zapínající se ihned při poklesu teploty vody pod nastavenou hodnotu.

9.2. Přímotopný ohřev TUV plynem

Při ohřevu vody plynem se používaly v minulosti převážně průtokové ohřivače (není zde, na rozdíl od elektřiny, problém dosáhnout potřebného příkonu). V poslední době je zřetelný trend přechodu k zásobníkovým ohřivačům, respektive kotlům obsahujícím zásobník.

9.3. Průtokové ohřivače

Zde se TUV ohřívá v měděném výměníku plynovým hořákem, který se zažehne při poklesu tlaku vody způsobeném otevřením výtakového ventilu (vodovodní baterie). Hlavní výhodou je jednoduchost a malé rozměry, nevýhodou je malá účinnost při odběru malého množství vody a určité kolísání teploty vody v závislosti na průtoku.

Místo použití samostatného průtokového ohřivače lze průtokově ohřívat vodu i v plynovém kotli. Tam, kde je plynové ústřední vytápění a vzdálenosti k jednotlivým výtokům teplé vody nejsou velké, se tomuto způsobu dává přednost.

9.4. Přímotopné zásobníkové ohřivače

Nevýhodné vlastnosti plynových průtokových ohřivačů vody je možné eliminovat použitím zásobníku, který je nahříván plynovým hořákem. Výkon hořáku může být znatelně menší než u průtokového ohřevu, teplota odebírané vody nezávisí na průtoku a účinnost je i při odběru malého množství vody dobrá. Nevýhodou jsou větší rozměry a cena. Oproti elektrickým akumulacím ohřivačům využívajícím sazbu D 25 však mají velkou výhodu v tom, že výkon plynového hořáku může být podstatně větší než výkon elektrického topného tělesa a hořák může pracovat kdykoliv je třeba. Nemusí čekat na sepnutí dálkovým ovladačem, plynový zásobníkový ohřivač může proto mít menší objem.

9.5. Nepřímotopné zásobníkové ohřivače

Jsou určeny pro připojení k plynovému kotli a nahřívají se topnou vodou přes poměrně velký trubkový výměník umístěný uvnitř. Toto řešení je výhodné zejména tam, kde používáme kromě plynového kotle ještě další zdroj tepla (třeba kotel na dřevo nebo tepelné čerpadlo). Tento systém ohřevu lze použít i ke starším typům kotlů, které nemají možnost přímého ohřevu TUV.

9.6. Další způsoby ohřevu TUV

V předchozím odstavci zmíněný zásobník s výměníkem je univerzálním systémem pro ohřev vody jakýmkoliv jiným zdrojem energie. V poslední době se sice užívají i deskové protiproudé výměníky, nicméně ve většině případů je akumulace výhodná a v případě solární energie dokonce nevyhnutelná.

spotřeba tepla a vody při mytí nádobí		spotřeba vody na jedno mytí	spotřeba energie
Mytí nádobí ve dřezu	teplá	20 litrů	0,7 až 0,92 kWh
	studená	20 až 40 litrů	-----
Mytí pod tekoucí vodou		80 až 120 litrů (cca 15 minut)	2,6 až 5,5 kWh
Mytí v myčce		13 až 25 litrů	1,6 až 2,2 kWh

Tabulka 4: Spotřeba vody při mytí nádobí.

Spotřeba pro různá výtaková místa	objem	teplo v dávce
	l	kWh
umyvadlo	10	0,37
dřez	15	0,79
sprcha	20	1,2
vana	50	2,46

Tabulka 5: Spotřeba vody v domácnosti.

10. Rekuperace tepla z odpadní vody

V rodinných domcích se příliš nepoužívá. Důvodů může být více. Jedním z nich je obava před znečištěním přiváděné vody, pokud by výměník nebyl dokonale těsný. Jiným důvodem mohou být obavy z častého zanášení výměníku a nutnosti jeho čištění.

Množství tepla, které odtéká do kanálu, je významné. V budoucnu se možná bude této oblasti věnovat více pozornosti.



Obrázek 26: jednoduchý rekuperační výměník do sprchy

11. Zisky od osob

Člověk jako teplokrevný živočich produkuje teplo. V dobře izolovaném domě je třeba s ním počítat. Tepelná produkce závisí na fyzickém výkonu. Pokud cvičíme na rotopedu, bude náš výkon sice větší než v křesle před televizí. Budeme ale potřebovat více čerstvého vzduchu, takže teplo spíš vyvětráme.

V praxi lze počítat s tepelným výkonem dospělé osoby okolo 80 W.

	Energetická potřeba		Výkon
minimum	6–7,5 MJ	1,7 – 2,1 kWh	50 až 90 W
lehká aktivita	10 MJ	2,8 kWh	120 W
těžká práce	20 MJ	5,6 kWh	240 W

Tabulka 6: Tepelný výkon osob.

12. Zisky od spotřebičů

Velká část elektřiny se v domě přemění na teplo. Typickým zdrojem tepla je chladnička, která přemění na teplo veškerou spotřebu proudu (a navíc přidá teplo z donesených potravin). Ne vždy je vyprodukované teplo použito pro vytápění. Typicky pračka a myčka téměř všechnu spotřebovanou elektřinu vypouštějí do kanálu ve formě ohřáté vody. U sporáku závisí na typu digestoře. Má-li digestoř odtah mimo dům, veškeré teplo z provozu sporáku se odvětrá. Má-li digestoř vnitřní cirkulaci, teplo ze sporáku zůstává v domě.

	staré spotřebiče	novější spotřebiče	úsporné spotřebiče
	spotřeba	spotřeba	spotřeba
	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok
osvětlení			
Žárovky 60 W, 5ks, 2h denně	219		
Žárovky 60 W, 3ks, 2h denně		131	
úsporné žárovky 15W (60 W), 2ks, 2h denně		22	
úsporné žárovky 15W (60 W), 5ks, 2h denně			55
praní, mytí			
Pračka energ. třídy C s 4 cykly týdně	275		
Pračka energ. třídy B s 4 cykly týdně		231	
Pračka energ. třídy A s 4 cykly týdně			187
myčka 8 sad, energ. třídy B s 4 cykly týdně	170		
myčka 8 sad, energ. třídy A s 4 cykly týdně		145	
myčka 8 sad, energ. třídy A s 3 cykly týdně			109
chlazení			
chladnička 180 l, energ. třídy C	237		
mraznička 180 l, energ. třídy B	305		
kombinovaná chladnička (180 l) s mrazákem (90 l), energ. třídy A		311	
kombinovaná chladnička (180 l) s mrazákem (90 l), energ. třídy A++			230
vaření			
rychlovarná konvice	70	70	70
elektrický sporák	1460	1460	1460
zábava			
Televize s klasickou obrazovkou 400 W v provozu 5 h d.	730		
LCD televize s příkonem 250 W v provozu 5 h d.		456	456
video s příkonem 100 W v provozu 1 h d.	37	37	37

věž s příkonem 20 W v provozu 2 h d.	20	20	20
Počítač + CRT monitor s příkonem 350 W v provozu 2 h d.	256		
Počítač + LCD 280 W v provozu 2 h d.		204	
notebook s příkonem 100 W v provozu 2 h d.			73
ostatní			
vysavač, žehlička, fén	500	500	500
oběhové čerpadlo ÚT, 120 W, 5000 hod/rok	600		
oběhové čerpadlo ÚT, 40 W, 5000 hod/rok		200	200
Celkem	4879	3787	3397

Tabulka 7: Spotřeba různých domácností.

Spotřebu přístrojů v domácnosti lze zjistit pomocí jednoduchého wattmetru, který obvykle dokáže vyčíslit i náklady na elektřinu. Wattmetr si lze bezplatně vypůjčit ve vybraných energetických a ekologických poradnách, lze jej také koupit za cenu do 1 500 Kč. Wattmetr se jednoduše zapojí do el. zásuvky před spotřebič.



Obrázek 27: Wattmetr pro domácnosti.

12.1. Stand-by spotřeba

Velká část domácích a kancelářských elektrospotřebičů odebírá proud i když je vypnutá. Jde hlavně o elektroniku: televize, videa, satelitní přijímače, hi-fi věže, počítače a tiskárny, faxy, kopírky, ale i mnoho druhů lampiček. Jak je to možné? Tyto spotřebiče se vyznačují tím, že mají zabudovaný transformátor, který spotřebovává proud neustále. Vypínač je až "za" tímto transformátorem, který je připojen k síti stále. Spotřeba není příliš velká, 1 až 20 W, zejména moderní spotřebiče již mají spotřebu pouze okolo 1 W. Obvykle je ale takovýchto spotřebičů více a provoz je nepřetržitý - celý den, celý rok... Například vypnutý počítač se spotřebou 20 W spotřebuje za rok 175 kWh. Při ceně elektřiny okolo 3,50 Kč/kWh je to už 600 Kč ročně!

Spotřebiče, které nemusejí být ve stand-by režimu (elektronika bez dálkového ovládání) lze vypínat buď vytáhnutím šňůry ze zásuvky, nebo elegantněji společným vypínáním pomocí speciálního prodlužovacího kabelu.

Spotřebič	příkon	stand-by příkon
	W	W
LCD televize	260	2
Plazmová televize	460	2
televize (s klasickou obrazovkou)	400	20
PC monitor s klasickou obrazovkou	120	12
LCD monitor	30	1
PC (bez monitoru)	150	10
tiskárna inkoustová	20	1
tiskárna laserová	500	100
Kopírka	1000	20
Hi-Fi věž	200	0,5
video moderní	20	2
video straší	60	10
satelitní přijmač	40	20
Hi-Fi věž	200	10
mikrovlnná trouba	1000	20

Tabulka 8: Stand-by spotřeba.

12.2. Energetické štítky

Při nákupu nového spotřebiče je dobrým vodítkem energetický štítek.

V ČR se povinně označují štítkem:

- automatické pračky
- bubnové sušičky prádla
- pračky kombinované se sušičkou
- chladničky, mrazničky a jejich kombinace
- myčky nádobí
- elektrické trouby
- elektrické ohřívače vody
- zdroje světla
- předřadníky k zářivkám
- klimatizační jednotky

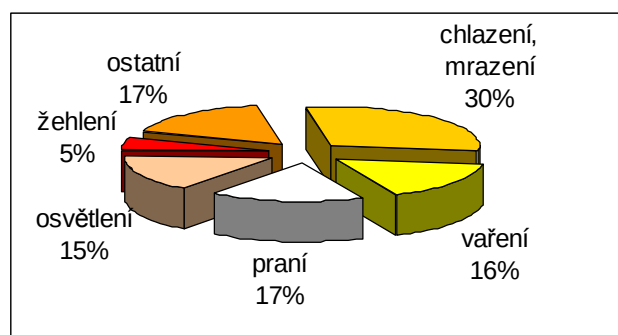
Malá chladnička, malá sušička spotřebuje méně energie než velká. Proto je na štítku vždy vyčíslena spotřeba konkrétního typu. Je třeba počítat s tím, že spotřeba se stanovovala v

laboratoři za určitých podmínek (které byly srovnatelné pro všechny spotřebiče). Jaká bude spotřeba doopravdy, záleží na tom, jak se bude přístroj používat - může být větší i menší. Označení spotřebiče písmenem slouží k porovnání s podobnými výrobky.

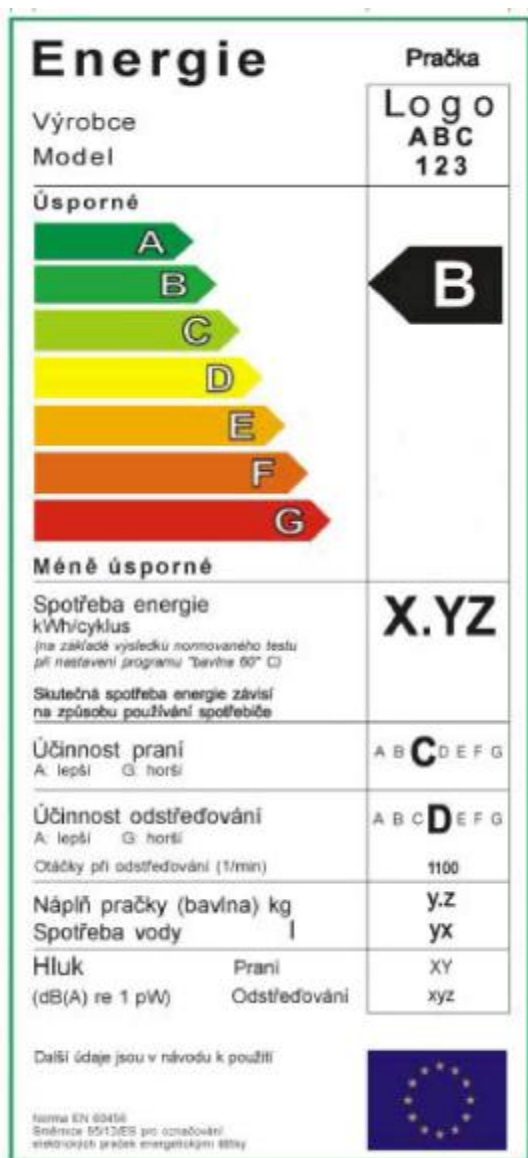
Na energetickém štítku najdeme i další důležité údaje. Například u praček a myček je důležitým údajem také spotřeba vody, hodnotí se i kvalita praní (resp. mytí) a účinnost odstřeďování (resp. účinnost sušení).

U chladniček a mrazniček důležitá i kvalita izolace - hlavně když dojde k výpadku elektrického proudu. Čím lepší izolace, tím déle vydrží potraviny nepoškozené.

U většiny výrobků je velmi důležitým údajem také hluk, který velmi významně ovlivňuje komfort užívání.



Obrázek 28: Struktura spotřeby elektřiny v domácnosti.



Obrázek 29: Příklad energetického štítku pro pračku.



Obrázek 30: Označení pro nejefektivnější kategorii chladniček a mrazniček.

U většiny výrobků platí, že kategorie C a D představují jakýsi průměr, kategorie F a G označují neekonomické spotřebiče. Díky vývoji se s výrobky těchto kategorií naštěstí setkáváme výjimečně. U chladniček je dokonce zakázáno prodávat na našem trhu výrobky horší než D, naopak zde byly zavedeny dvě kategorie pro nejúspornější výrobky, označené A+ a A++.

13. Osvětlení

Návrh osvětlovací soustavy a jejího typu (přímá, smíšená, nepřímá) je z hlediska úspor velmi důležitý a může znamenat i několikanásobné zvýšení spotřeby elektřiny při zajištění srovnatelného komfortu uživatelů. V bytě musí zásadně vycházet ze zařizovacího projektu místnosti. Z hlediska energetických úspor je rozhodující používání účinných zdrojů světla, neboť poměr mezi spotřebou elektřiny pro stejnou úroveň osvětlení je u žárovek přibližně 4x vyšší než u zářivek. Důležitým parametrem výběru světelného zdroje je měrný výkon, udávaný jako lm/W, který vyjadřuje účinnost přeměny elektřiny ve světlo.

Pro použití světelného zdroje k osvětlování interiérů s trvalým pobytem osob je však nutno dosáhnout určité „kvality světla“ zdroje, vyjádřené indexem podání barev, který by měl být větší než 80. V současné době připadají pro osvětlování interiérů v úvahu prakticky pouze žárovky a zářivky.

Standardní žárovky a reflektorové žárovky jsou nejznámější, nejrozšířenější a nejméně hospodárné zdroje světla s nejnižší hodnotou měrného výkonu – pouhých 8 až 18 lm/W. Na světlo se tak přemění jen 3 - 5 % spotřebované energie, zbytek je většinou ztrátové teplo. Střední doba života je jen 800 – 1000 hodin a navíc silně závisí na kolísání napětí sítě. Výhodou žárovek zůstává nízká pořizovací cena.

Reflektorové žárovky se používají pro místní zvýraznění, tedy jako světelný akcent. Platí pro ně to co pro standardní žárovky. Jsou označovány písmenem R a číslem, udávajícím průměr reflektoru v milimetrech (typické je např. R63). Typ volíme obvykle podle vzdálenosti osvětlovaného předmětu. Výrobci nabízejí reflektorové žárovky i s barevným světlem

S ohledem na vysoké provozní náklady (spotřebu energie) je možno doporučit instalaci žárovek v místech s krátkodobým a spíše nepravidelným svícením.

Žárovky halogenové ve srovnání se standardní žárovkou vykazují standardní trubicové halogenové žárovky v průměru dvojnásobnou životnost. Mají také vyšší měrný výkon (14-20 lm/W). Halogenové žárovky se při jejím osazování nesmíme dotýkat holou rukou. Pokud se tak stane, musíme žárovku před zapnutím omýt čistým lihem. Látky obsažené v potu dokážou porušit povrch žárovky ve velmi krátké době a může i dojít k explozivnímu prasknutí baňky. Osvětlovací systémy s halogenovými žárovkami jsou navrhovány jako doplňkové bodové osvětlení, pro optické zdůraznění detailu či osvětlení ve speciálních případech. Zcela nevhodné jsou vzhledem k nízké účinnosti pro plošné osvětlování.

Zdánlivá „neškodnost“ těchto osvětlovacích systémů a jejich rozvodů vedla často k závažným haváriím. Nejčastější důvody havárií jsou:

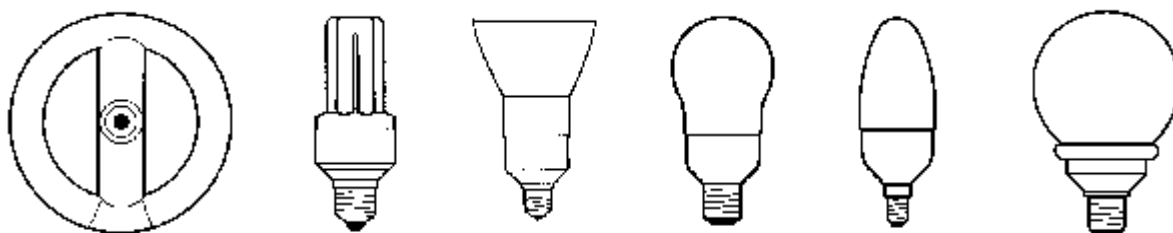
Nerespektování skutečnosti, že i miniaturizovaná svítidla pro halogenové žárovky 12 V i 230 V jsou významnými tepelnými zdroji. Montáž nevhodných typů do hořlavých materiálů. Nadměrné tepelné zatěžování vlastního zařízení nebo okolí. Teplo ze svítidel může způsobit:

- poškození vlastních zařízení;

- rušení funkcí jiných zařízení či jejich nadměrnou zátěží;
- nadměrnou tepelnou zátěž osob se stálým pobytem (například v kuchyni).

U osvětlovacích soustav na napětí 12 V nerespektování proudové zátěže u napájecích vodičů, zvláště při paralelním napájení jednotlivých svítidel z kmenového vedení;

U osvětlovacích soustav na napětí 12 V používání nevhodného zdroje proudu ať již z hlediska výkonu, či bezpečnosti.



Obrázek 31: Tvary kompaktních zářivek s integrovaným předřadníkem.

Zářivky patří k účinným zdrojům světla (měrný výkon 40 až 106 lm/W) a ve srovnání se standardní žárovkou spotřebují pro vyprodukování stejného množství světla jen asi 15-25% elektřiny. Výhodou zářivek je také jejich nízká povrchová teplota svítící části zdroje ve srovnání se žárovkami. Nevýhodou oproti klasickým žárovkám je pomalejší náběh na plný výkon.

Jsou vhodné pro osvětlování všech druhů vnitřních prostorů. Provozují se zejména s elektronickými předřadníky. Výhodou odděleného předřadníku jsou menší rozměry světelného zdroje (předřadník je zabudován ve svítidle). Kompaktní zářivky bez zabudovaného zapalovače lze používat i v obvodech s regulovaným světelným tokem (stmívače). Další výhodou je to, že při výměně postačí vyměnit pouze trubici s patičí, což je podstatně levnější než kompaktní zářivka.

Zářivky kompaktní s integrovanými předřadníky. Elektronický předřadník a zářivka tvoří jeden celek. Vyrábějí se jak se závitem E27, tak se závitem E14 a lze je přímo našroubovat do objímek stávajících svítidel. Problémem může být větší rozměr svítící části zdroje, která se do svítidla nemusí vejít. ěrný výkon a životnost je obdobná jako u zářivek.

Mezi další výhody kompaktních zářivek s integrovaným předřadníkem patří snížená citlivost vůči častému zapínání a necitlivost vůči změnám napájecího napětí. Díky vyšší pracovní frekvenci (řádově desítky kHz) nevytvářejí nebezpečný stroboskopický efekt.

Zářivky lineární – trubcové se vyrábějí v široké paletě délek, příkonů a barev světla. Pro běžné bytové účely se doporučuje se užívat třípásmové zářivky označované jako DELUXE.

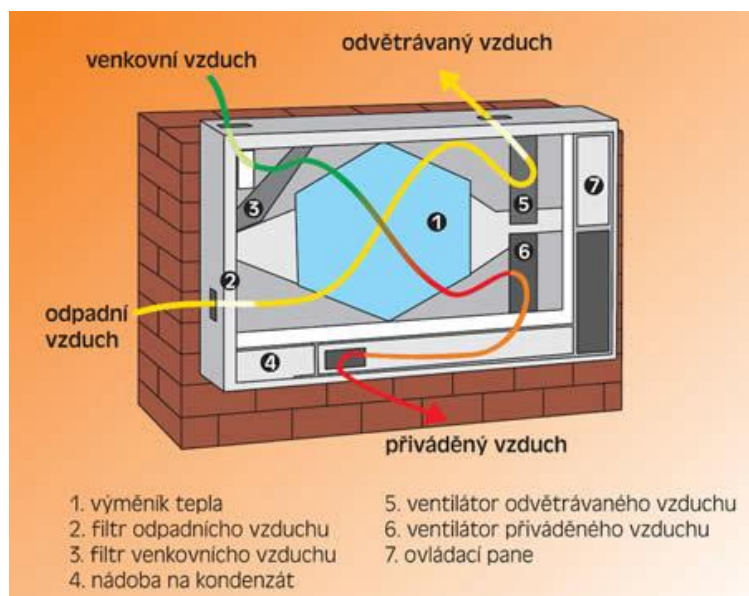
V případě osvětlení lineárními zářivkami s klasickým indukčním předřadníkem je při jeho náhradě předřadníkem elektronickým možno snížit spotřebu energie až o 30 % a současně se zbavit různých nežádoucích efektů spojených s používáním klasického předřadníku.

14. Rekuperace tepla z odpadního vzduchu

Velmi efektivním a komfortním řešením je instalovat systém nuceného větrání s rekuperací tepla. Větrací vzduch je pak přiváděn o odváděn ventilátory, takže je žádoucí mít těsná okna (mohu být i neotevírává). Centrální větrání umožní velmi efektivně využít solární zisky z osluněných místností, které rozvede po celém domě, takže nedochází k přehřívání pokojů. Vzduch je přiváděn do místností vzduchotechnickým potrubím vedeným v podhledech stropu, případně v podlaze či stěnách. Odtah vzduchu může být centrální, např. v chodbě. Strojovna vzduchotechniky se kvůli hluku umísťuje do sklepa, na půdu nebo do dostatečně odhlučněné místnosti. Srdcem systému je obvykle kompaktní jednotka s odtahovým i přívodním ventilátorem, filtry, rekuperačním výměníkem tepla a ohříváčem vzduchu (případně i chladičem). Ohříváč může být elektrický, nebo teplovodní, který se napojuje na kotel či jiný zdroj tepla (případně přes akumulční nádrž). Centrální systém větrání se totiž dá dobře spojit s vytápěním domu. Náklady ušetřené za vytápěcí systém pak vyrovnají náklady na instalaci větrání. Kvůli rozsahu stavebních prací je vhodný spíše při zásadní rekonstrukci.

Je také možné osadit v domě několik menších jednotek pro větrání jednotlivých místností. Větší jednotky jsou v podokenním provedení. Menší zařízení lze osadit i do otvoru ve zdi. Výhodou je jednodušší instalace, menší pořizovací náklady a možnost ovlivňovat větrání individuálně. Nevýhodou je to, že přiváděný vzduch obvykle nelze ohřívát, takže se nadále neobejdeme bez vytápěcího systému. Další nevýhodou je větší hluk, který se do místností přenáší z ventilátorů.

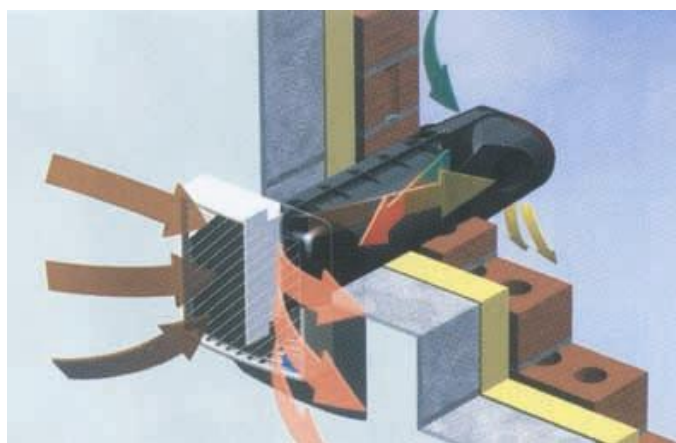
Na trhu jsou i tepelná čerpadla, která využívají teplo z odváděného větracího vzduchu. Teplo pak využijí pro vytápění nebo pro ohřev vody.



Obrázek 32: Větrací jednotka na zeď.



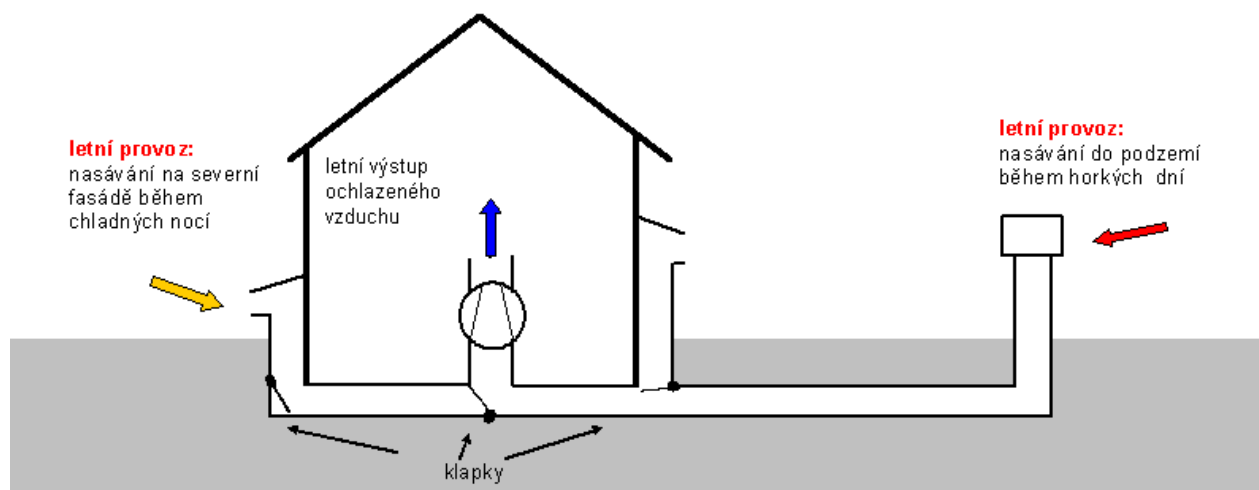
Obrázek 33: Centrální větrací jednotka s rekuperací tepla



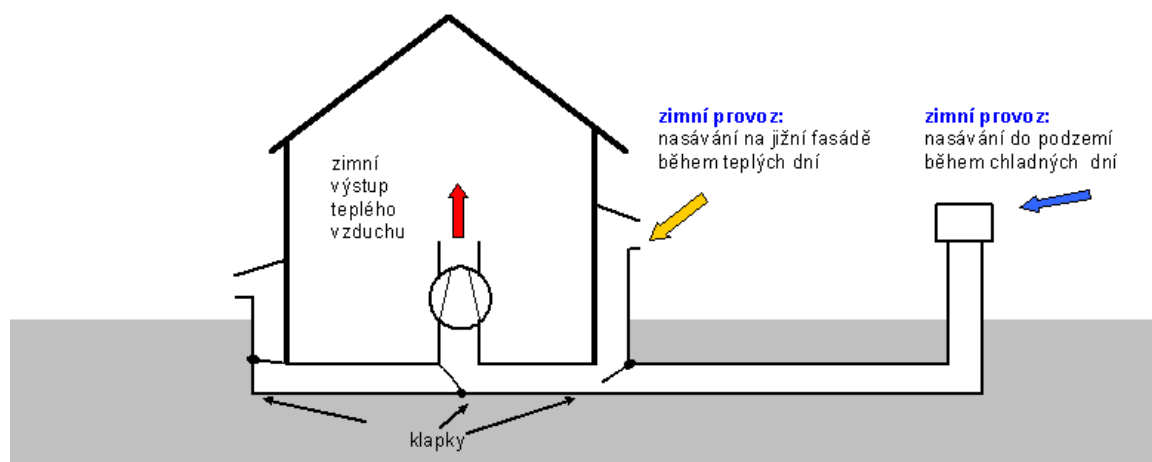
Obrázek 34: větrací jednotka pro jednu místnost.

15. Zisk ze zemního výměníku tepla

Podobně jako solární kolektory a fotovoltaické panely je **podzemní vzduchový kolektor (PVK)** Jedním z obligátních atributů nízkoenergetické budovy. Na první pohled jednoduché zařízení - roura zahrabaná v zemi. Co se od takového low-tech zařízení dá čekat?



Obrázek 35: Letní provoz zemního výměníku tepla

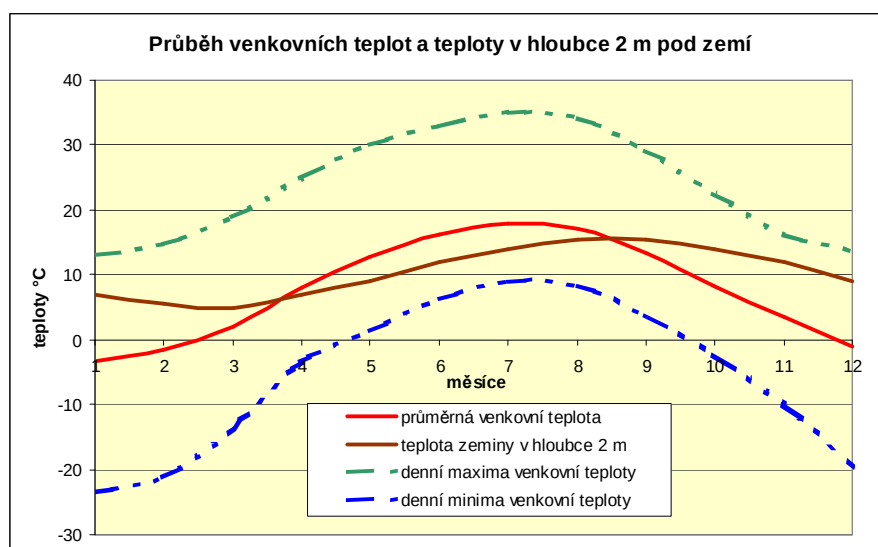


Obrázek 36: Zimní provoz zemního výměníku tepla

Myšlenka je prostá: v zimě je pod zemí tepleji než venku, v létě naopak chladněji. Tento efekt využívají nejen některé moderní domy kryté zeminou (např. <http://www.zelenedomy.cz>), ale odedávna i sklípky venkovských stavení. Proč tento teplotní rozdíl nevyužít i v dalších budovách? Jestliže je dům vybaven strojním větráním (a to nízkoenergetické domy jsou téměř bez výjimky), nabízí se řešení samo. Přiváděný vzduch se prožene podzemním potrubím, kde se v zimě ohřeje a v létě ochladí.

15.1. Zimní provoz

Potrubí se ukládá do hloubky 1,5 až 2 m, což nevyžaduje příliš mnoho zemních prací, zejména při novostavbě. I v této hloubce však teplota kolísá zhruba od 5 do 15°C. Je zřejmé, že i během topného období nastávají chvíle, kdy je teplota venkovního vzduchu vyšší, než může být teplota země. Kdyby se takovýto vzduch nasával podzemním kolektorem, ochlazoval by se namísto žádoucího ohřevu. Proto je nutné, aby větrací systém mohl nasávat vzduch také přímo, např. otvorem na fasádě. Dovoluje-li to architektura objektu, je vhodné pořídit jednoduchý vzduchový kolektor na jižní (osluněné) fasádě, přes nějž se může venkovní vzduch nasávat a současně ohřívat. Přepínání mezi těmito dvěma režimy (kolektor/přímé nasávání) může být ruční nebo automatické. Při ručním řízení je potřeba často kontrolovat, zda není vzduch vystupující z podzemí chladnější než vzduch venku. Nejjednodušší systémy prostě "vypínají" kolektor při pevně nastavené venkovní teplotě, obvykle 9°C.



Obrázek 37: Průběh teplot pod zemí

Zejména na jaře, kdy je země už poměrně vychlazená a denní teploty poměrně vysoké, nemá smysl PVK využívat. Znamená to, že i když je větrací systém v chodu skoro nepřetržitě, je podzemní vzduchový kolektor v provozu asi polovinu této doby. Nejvyšší efekt má kolektor začátkem topné sezóny, kdy je země nahřátá sluncem a teplem z ochlazeného letního vzduchu. V nízkoenergetickém domě však topná sezóna začíná později (a končí dříve), díky důkladným izolacím a využití pasivních solárních zisků. Kolektor se tak využívá kratší dobu. Energetický přínos pro rodinný domek (větrání 130 m³/h) se dá čekat 1000 až 1500 kWh za rok. Finanční úspora závisí na tom, jak se dům vytápí.

Při vytápění zemním plynem (cena tepla 0,89 Kč/kWh) je úspora okolo 1000 Kč/rok. To není v celkové bilanci nijak závratné. Životnost zařízení je však téměř neomezená; za čtyřicet roků provozu už může být úspora zajímavá.

15.2. Protimrazová ochrana

Je-li vzduchotechnické zařízení v domě vybaveno teplovodním ohříváčem, funguje podzemní kolektor i jako jeho protimrazová ochrana. Nemá-li však výstupní teplota z podzemí klesnout k nule i v největších mrazech, je nutné kolektor dostatečně dimenzovat, což zvyšuje náklady. Jde však o zařízení naprosto bezporuchové.

15.3. Letní provoz

Během léta pracuje PVK obráceně, tj. chladí přiváděný vzduch. V našem podnebí je však potřeba dům chladit jen několik týdnů; vzduchový kolektor není tedy v provozu nepřetržitě. Chladicí přínos lze čekat o něco menší, než je topný, tedy přibližně 800 až 1200 kWh. Rodinné domky nejsou standardně vybavovány chlazením, na rozdíl třeba od administrativních budov. Kdyby podzemní kolektor neexistoval, nebylo by chlazení zajišťováno jiným způsobem. Proto je výše uvedený přínos nutno chápat spíše jako zvýšení komfortu, než jako úsporu elektřiny pro chladicí (klimatizační) zařízení.

Pokud by však bylo strojní chlazení instalováno, je situace jiná. Spotřeba elektřiny je třetinová až poloviční než chladicí výkon. Chladicí přínos podzemního kolektoru 1000 kWh znamená úsporu 300 až 500 kWh elektřiny (při objemu větracího vzduchu 130 m³/h - postačí pro rodinný domek). Při ceně elektřiny okolo 3,40 Kč/kWh je roční úspora okolo 1500 Kč. Má-li však dům vytápění elektřinou nebo tepelným čerpadlem, je cena elektřiny okolo 1 Kč/kWh a úspora je tedy patřičně nižší.

15.4. Praktické provedení

Roury musí být hladké, aby je bylo možno čistit, zejména po jarní a podzimní přestávce. Nasávací otvor je standardně opatřen filtrem, který zachycuje prach; případně i jemnějším pylovým filtrem. Filtry také chrání ptáky, plchy a jiná zvířata před uvíznutím a smrtí ve zdánlivě příhodném úkrytu. Během léta dochází ke kondenzaci vlhkosti z ochlazovaného vzduchu (při objemu větracího vzduchu 130 m³/h je množství kondenzátu cca 1,5 l/h). Potrubí musí být vyspádováno a kondenzát odveden do kanalizace (přes sifon). Perforovat potrubí, aby se kondenzát mohl vsakovat, není vhodné ze dvou důvodů. Prvním z nich je to, že do potrubí se tak dostanou půdní mikroorganismy, které mohou přiváděný vzduch znečistit. Je-li v místě vyšší výskyt radonu, mohlo by v podzemním potrubí dojít k nežádoucí kontaminaci. Materiál potrubí je proto nutno volit s dostatečnou odolností (např.

vysokohustotní polyetylén) a dbát na kvalitu spojů. Protože potrubí je řešeno obvykle jako podtlakové (ventilátor je umístěn v domě), je nutné, aby bylo provedeno těsně. Jinak by roura nasávala vzduch s radonem přímo z půdy. Teoreticky je také možné provést potrubí jako přetlakové, tj. umístit ventilátor na začátek potrubí. V praxi se to nepoužívá.

Kolektor může sestávat z jediné roury, "omotané" okolo domu. Může však také sestávat z několika paralelních rour se společným vstupem a výstupem. Kvůli snížení tlakových ztrát (a tím spotřeby ventilátorů) je vhodné volit co nejjednodušší trasu. Rychlost v potrubí by neměla být vyšší než 0,2 m/s, zejména kvůli tlakovým ztrátám.

Je zřejmé, že čím větší plochu bude potrubí mít, tím více se výstupní teplota vzduchu bude blížit teplotě zeminy. Naproti tomu však bude mít takovéto potrubí i relativně malou "výtěžnost" - z jednoho m² potrubí získáme relativně méně energie. S tím, jak je vzduch v potrubí ohříván, klesá i množství energie, kterou může ještě zemině odebrat. Jako optimální se pro rodinné domky jeví plocha 20 až 60 m² (tj. 40 až 120 m potrubí DN 200) podle objemu větracího vzduchu (resp. podle velikosti domu).

Podzemní vzduchový kolektor se používá jak v rodinných a bytových domech, tak u administrativních budov. U obytných domů je obvykle důležitější funkcí předejrev studeného vzduchu v zimě. U administrativních budov, které jsou standardně vybaveny chlazením, hraje důležitou roli i letní chlazení větracího vzduchu.

Energetický přínos podzemního potrubí pokrývá jen malou část spotřeby tepla na vytápění. Je-li však spotřeba nízkoenergetického rodinného domu okolo 10 tis. kWh, může PVK pokrýt až 10%. U strašších rodinných domků se spotřebou 25 až 50 tis. kWh význam PVK klesá, ale to nemusí znamenat, že je zde zbytečný. Funkce protimrazové ochrany a zejména letní chlazení větracího vzduchu mohou být důvody k jeho instalaci.

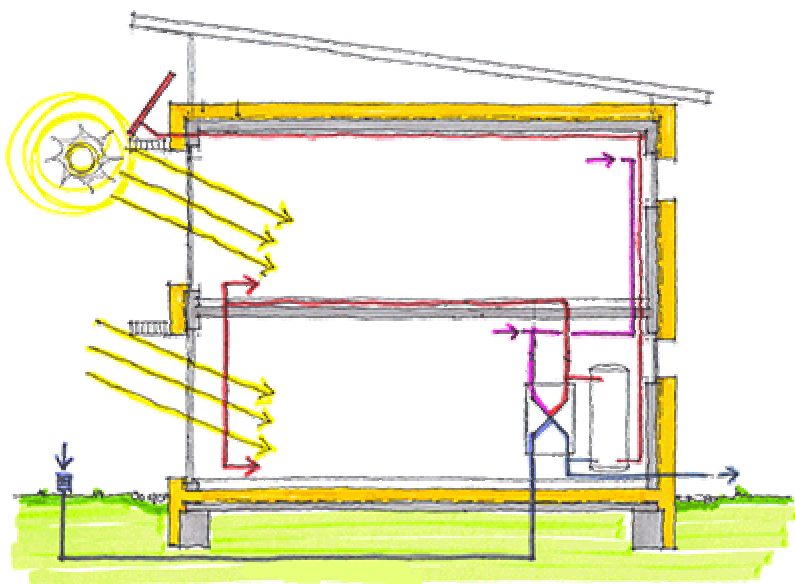
16. Pasivní solární zisky

Množství slunečního záření, které dopadne na okno, závisí na orientaci okna a jeho zastínění. Při výpočtu je dále třeba zohlednit plochu rámu okna (na výkresech se uvádí rozměry okenního otvoru, plocha zasklení je o 15 až 25 % menší). Velkou roli hraje i zastínění záclonami, žaluziemi a podobně. Ztráty v zasklení a další jsou podrobněji rozebrány na jiném místě.

Mimoto je nutno si uvědomit, že ne všechny solární zisky lze využít pro vytápění. V případě slunných dnů mohou být zisky větší, než je tepelná ztráta příslušné místnosti. Dojde tedy buď k přehřátí místnosti (tím se část zisků naakumuluje do hmoty domu), nebo jsou zisky odvětrány, aby byla v místnosti snesitelná teplota. Zejména u lehkých budov (dřevostavby, podkrovní vestavby) je stupeň využití solárních zisků relativně nízký. U těžkých budov je situace lepší. Nejlepší je z tohoto hlediska vybavit dům centrálním větráním s rekuperací tepla, které zajistí nejvyšší využití nejen solárních, ale i ostatních vnitřních tepelných zisků.

orientace	kWh/m ²
J	400
JZ, JV	360
Z, V	210
SV, SZ	160
S	150

Tabulka 9: Solární zisky oken (svislá plocha) .



Tabulka 10: Schema využití pasivních solárních zisků.

17. Aktivní solární zisky

Aktivní systémy je téměř vždy možné dodatečně instalovat na stávající budovu. Využívají se zejména k celoroční přípravě teplé užitkové vody (TUV), ohřevu bazénové vody a k přitápění budov pomocí teplovodního či teplovzdušného vytápění.

Sluneční energii je možné i dlouhodobě akumulovat v zásobnících (vodních, šterkových aj.). Čím je delší doba akumulace, tím je systém dražší a méně ekonomický. Proto se nejčastěji používá krátkodobá akumulace (několikadenní) spolu s pružnými otopnými systémy, které sníží výkon okamžitě, jsou-li v místnosti solární zisky prosklením.

Využít sluneční energii pro ohřev vody není nic těžkého. V létě k tomu stačí postavit na zápraží sud natřený načerno. Slunečního záření je dost a dost, takže nízká účinnost takového „low-tech“ zařízení není na závadu. Současné moderní technologie však umožňují ohřívat TV sluníčkem po celý rok.

Základním komponentem solárního systému je kolektor. Těch existuje na trhu celá řada. Liší se zejména účinností a cenou. V těch nejjednodušších systémech se používají kolektory přímo protékané (tj. TV prochází přímo kolektorem). Ty samozřejmě nelze použít v zimě, kdy by zamrzly. Proto se v ČR používají jen výjimečně. Většina kolektorů je plněna nemrznoucí směsí, takže mohou pracovat i v zimě. Systém je však dražší o výměník tepla (obvykle je součástí zásobníku TV). Nemrznoucí směs (na bázi roztoku vody a propylenglykolů s inhibitory koroze) je také nutno vyměňovat (jednou za 3 až 5 let), což zvyšuje i provozní náklady.

typ kolektoru	provedení
ploché deskové	bez zasklení (absorbéry)
	s jednoduchým zasklením
	s vícenásobným zasklením
	se speciální izolací (aerogely, nízké vakuum)
trubicové	přímo protékané
	tepelné trubice
	s koncentrátorem

Tabulka 11: Typy kolektorů .

Ploché deskové kolektory bez zasklení. Jde obvykle o plastové, přímo protékané absorbéry. Kvůli své nízké účinnosti se hodí pro sezónní ohřev, využívají se zejména pro ohřev bazénové vody, pro přípravu TV jen výjimečně. Výhodou je jejich nízká cena.

Ploché deskové kolektory s jednoduchým zasklením. Nejrozšířenější typ. Absorbér je obvykle měděný nebo hliníkový, protékaný nemrznoucí směsí. Kvalitnější typy snesou vyšší tlak v absorbéru. To umožní zvýšit tlak natolik, že se teplotně tekutina nezačne vařit ani při teplotách okolo 140 °C – taková situace snadno nastane, není-li odběr tepla. Absorbéry jsou opatřeny různými typy povrchů (nátěry, oxidy kovů). V poslední době prakticky všechny kvalitní typy mají povrch, který umožní zpracovat i difuzní záření (kolektor tak pracuje i při

zatažené obloze, jakkoli je energetický zisk malý). Pro kvalitu kolektoru je důležitá i spodní izolace absorberu.

Ploché deskové kolektory s vakuovou izolací. Specifický typ plochého kolektoru, který má mezi krycím sklem a kolektorovou vanou rozpěrky. Díky tomu je možno vyčerpávat z kolektoru vzduch a vytvořit tak nízké vakuum, které poměrně dobře izoluje. Jeho účinnost je oproti běžným plochým kolektorům vyšší.

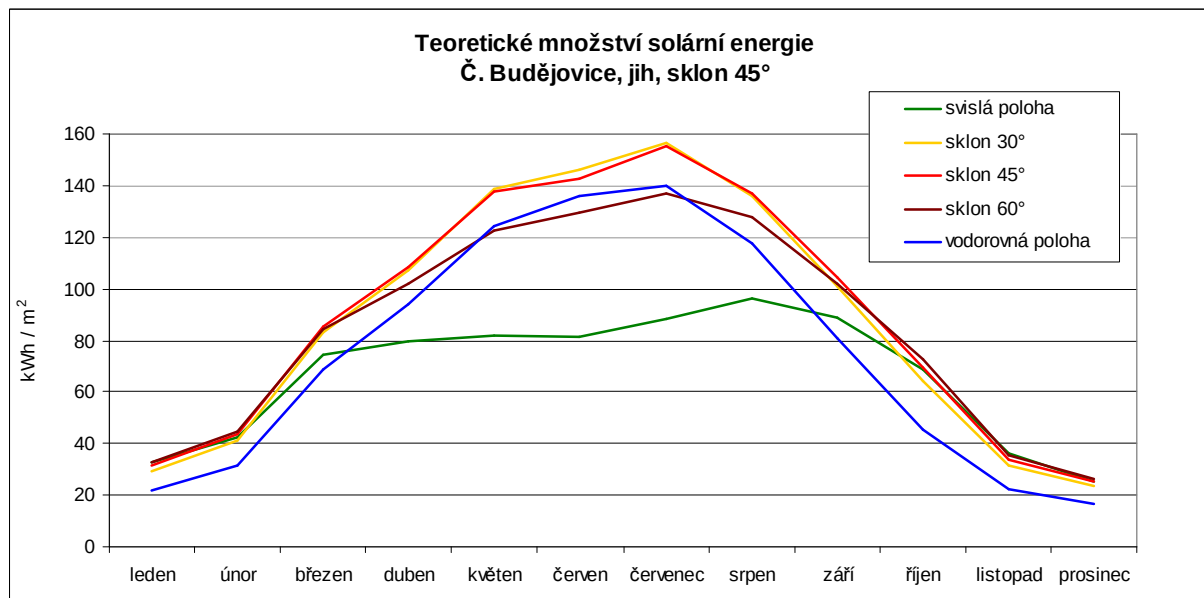
Vakuové trubicové kolektory. Absorbér je uzavřen ve skleněné trubici, z níž je odčerpán vzduch. Vakuum tak velmi výrazně snižuje tepelné ztráty (podobně jako termoska), takže vakuové kolektory velmi dobře pracují i v zimě. Absorbér může být přímo protékán nemrznoucí kapalinou. Jinou možností je použití tzv. tepelných trubic, kdy je v každé trubici kolektoru vlastní náplň. Výhodou je pak to, že v případě poruchy stačí vyměnit jednu trubici, nikoli demontovat celý kolektor. Vakuové kolektory se někdy doplňují koncentrátory (zrcadly), což zvýší jejich výkon i teplotu ohřívání vody. Zásadní výhodou je tedy vyšší účinnost oproti deskovým kolektorům, nevýhodou je vyšší cena. Vakuové kolektory také nemají samorozmarazovací schopnost – pokud na ně v zimě napadá sníh, je nutno ho mechanicky odstranit, zatímco deskové kolektory sníh roztaje samy.

Kolektory se nejčastěji umísťují na konstrukci nad střešní krytinu. Lze je také integrovat do krytiny; jsou i typy, které vyhlížejí jako střešní okno, takže na domě velmi málo ruší. Výhodou jsou i menší tepelné ztráty. V případě poruchy je však k integrovaným kolektorům horší přístup.

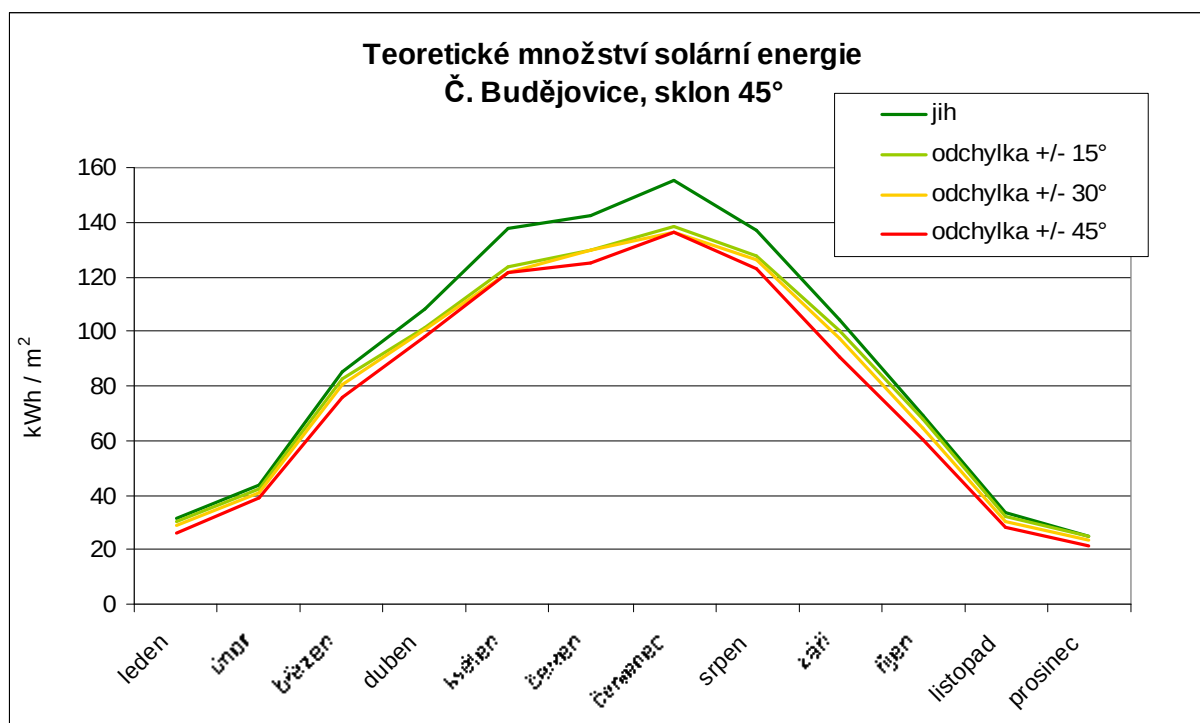
Energetický zisk závisí nejen na účinnosti kolektorů, ale také na jejich orientaci vůči světovým stranám a sklonu. Nemá-li dům střechu s orientací na jih, je nutno buď příslušně zvětšit plochu kolektorů, nebo je umístit jinde, např. na konstrukci na terén. Pro celoroční provoz je vhodný sklon kolektorů 35 – 50° (od vodorovné roviny).



Obrázek 38: Srovnání účinnosti různých typů kolektorů.



Obrázek 39: Srovnání dopadajícího slunečního záření podle sklonu kolektorů.



Obrázek 40: Srovnání dopadajícího slunečního záření podle orientace kolektorů.

Zatímco potřeba tepla na TV je během roku v podstatě konstantní, množství sluneční energie se mění. V běžné výstavbě se používá zásobník TV, který překlene několikadenní období zatažené oblohy. Pro zimní období se používá pro ohřev TV jiná energie, nejčastěji z vytápěcího systému. Prakticky vždy se zásobník doplňuje i elektrickým dohřevem, už proto, aby dům mohl získat výhodnější sazbu pro odběr elektřiny „noční proud“. V soběstačném domě může slunce pokrýt spotřebu celý rok. Plocha systému tedy musí být dimenzována na období, kdy je slunečního záření nejméně, tedy prosinec. V létě je pak nutno počítat s výraznými přebytky. Někdy je lze využít třeba pro ohřev venkovního bazénu nebo dlouhodobou akumulaci tepla. Jindy je možné snížit je zhoršením účinnosti kolektoru. Stoupne-li teplota v zásobníku TV nad určitou mez (cca 85 °C), vypne se oběhové čerpadlo a kapalina v kolektoru se zataví. Poté se zvyšuje teplota absorbéru (až na 140 °C), dokud nejsou ztráty sáláním a přestupem tak velké, že kolektor má nulový energetický zisk.

Jindy se teplotnosná kapalina prostě nechá vyvařit, což znamená nutnost neustále ji během léta doplňovat. Poslední možností je zakrývat přes léto část kolektorové plochy např. rohoží.

Ve většině solárních systémů pro ohřev vody musí být zařazen vhodný zásobník, který uchová ohřátou vodu na dobu, kdy ji budeme potřebovat.

Je třeba zdůraznit, že zásobník má na výslednou účinnost solárního systému přinejmenším stejně velký vliv jako kolektory a je proto třeba věnovat jeho výběru patřičnou pozornost.

V praxi se používá převážně zásobník naplněný vodou, která je ohřívána solárními kolektory. Součástí zásobníku je obvykle i výměník pro napojení teplotnosné kapaliny z kolektoru (nemrznoucí směs). V zásobníku se může ohřívát přímo vodovodní voda (pak musí zásobník snést tlak vodovodního řádu, tj. asi 6 atmosfér). U velkých zásobníků je někdy výhodnější použít zásobník beztlakový (v podstatě s otevřenou hladinou) který je levnější a lehčí. V beztlakovém zásobníku není vhodné používat užitkovou vodu, je tedy nutno použít další výměník pro ohřev vody z vodovodu. Na každém výměníku je nutno zajistit určitý rozdíl teplot, takže kolektor musí pracovat při vyšší teplotě, což sebou nese i určité zvýšení jeho tepelných ztrát. Zde je třeba poznamenat, že solární výměníky musí mít dostatečný výkon, respektive teplosměnnou plochu, aby spád teploty na nich byl co nejmenší. Z tohoto důvodu nelze použít pro solární systém například existující boiler s výměníkem určeným pro ohřev topnou vodou nebo párou. I kdyby byl jeho objem dostatečný, plocha výměníku je zpravidla příliš malá pro efektivní přenos tepla z kolektorů.

Příklad: Pro 4-člennou rodinu je potřeba denně 17,3 kWh tepla v TV. Minimální teplota TV na výtoku je 40°C. Maximální teplota v zásobníku TV je 85°C. Při měrném teple vody 1,163 kWh/m³. K postačí zásobník o objemu 500 l (=0,5 m³) na jeden a půl dne.

Vzhledem k tomu, že účinnost kolektorů klesá s rostoucí teplotou, je výhodné ohřívat větší množství vody na nižší teplotu, tedy použít větší zásobník. Také vzhledem k nepravidelnosti slunečního svitu je lepší mít zásobník velký; v případě potřeby umožní akumulovat teplo na více dní. Velký zásobník má ovšem i své nevýhody- s velikostí zásobníku roste jeho cena, obtížněji se hledá prostor na jeho umístění a také rostou jeho tepelné ztráty. Běžné tlakové zásobníky mají v dnešní době poměrně kvalitní tepelnou izolaci z polyuretanové pěny, u 300 litrového zásobníku je tepelná ztráta někde mezi 50 až 100 W, což není vůbec zanedbatelné. Menší zásobník je proto výhodné umístit do koupelny nebo jinam do vytápěného prostoru. Hůře se hledá místo pro zásobník větší než 500 l.

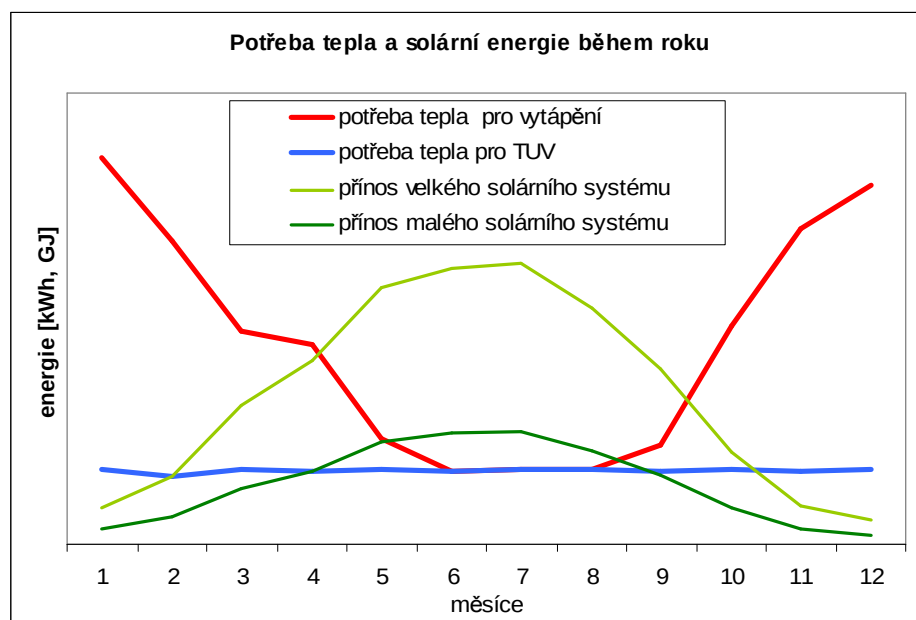
Kolik tepla dokážeme dostat ze zásobníku ovlivňuje velmi významně stratifikace teplot (rozvrstvení) v zásobníku. Teplá voda je lehčí, a proto při odběru vody přitékající studená voda vytlačuje teplou vodu, aniž by se s ní výrazněji mísila. Přesto existuje mnoho typů „solárních“ zásobníků, které různými způsoby zajišťují, aby se voda ze solárního systému přiváděla do vrstvy se stejnou teplotou. Stratifikace pochopitelně funguje lépe ve vyšších nádržích. Umístění zásobníku „naležato“ je lépe se vyhnout.

Teplá voda se obvykle odebírá z horní části zásobníku, kde je nejteplejší. Protože má během času různou teplotu, je nezbytné zařadit do systému trojcestný směšovací ventil, který zajistí, že TV poteče vždy stejně teplá (lze použít i automatické termostatické výtokové armatury). Jinak by hrozilo opaření příliš horkou vodou!

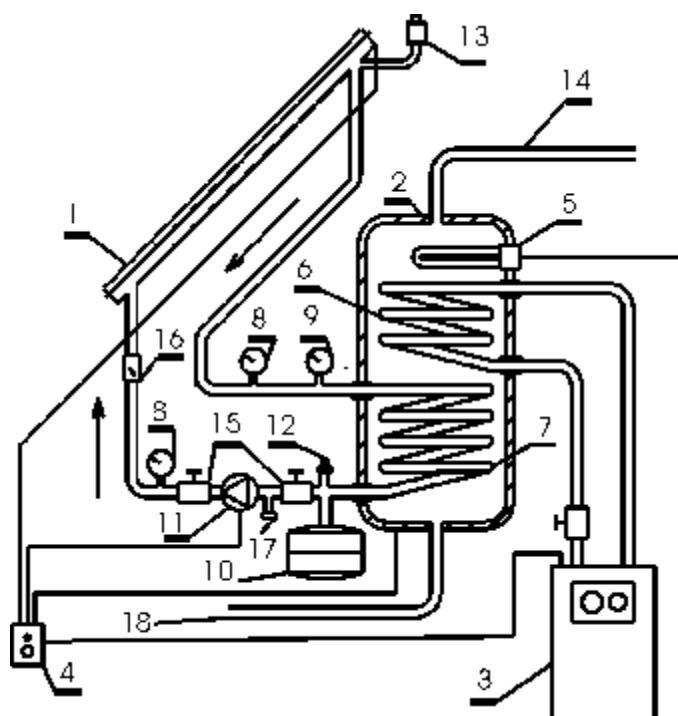
Pokud je v domě další zdroj tepla, má solární zásobník obvykle další výměník pro vodu z okruhu ústředního topení. Ten je umístěn v horní třetině zásobníku, takže dole zůstává chladnější voda. Podobně se do horní části zásobníku umísťuje případná elektrická topná patrona. Solární systém tak může i v zimě přinášet určitý energetický zisk.

Počet osob	1	2	3	4	6	8	10
Spotřeba TUV (l/den)	82	164	246	328	492	656	820
Zásobník TUV (l)	80	160	240	300	500	700	800
Plocha kolektorů (m ²)	1,6	3,2	4,8	6	10	14	16

Tabulka 12: Tabulka pro orientační dimenzování solárního systému .



Obrázek 41: Možnosti krytí potřeby tepla solárním systémem různé velikosti



Dvouokruhový solární systém s nuceným oběhem.

Popis jeho součástí: 1-solární kolektor, 2-solární zásobník (trivalentní), 3-kotel ústředního vytápění, 4-elektronická regulace solárního systému, 5-elektrické topné těleso, 6-výměník tepla okruhu ústředního vytápění, 7-výměník tepla solárního okruhu, 8-teploměr, 9-manometr, 10-expanzní nádrž, 11-oběhové čerpadlo, 12-pojišťovací ventil, 13-odvzdušňovací ventil, 14-výstup teplé vody, 15-uzavírací ventily, 16-zpětná klapka, 17-plnicí kohout, 18-vstup studené vody z vodovodního řádu. Pozice č. 8, 9, 10, 11, 12, 16 spolu s průtokoměrem jsou na solární instalační jednotce.

Obrázek 42: Schema solárního systému.

18. Dřevo jako zdroj tepla pro vytápění

Zdrojem tepla může být kotel nebo lokální topidla na dřevo nebo jinou biomasu. V domě můžeme použít i kogenerační jednotku, která bude dodávat i elektřinu.

Pod pojmem biomasa se rozumí kusové dřevo, dřevní odpad jako je kůra, štěpka, piliny, sláma a také suché části rostlin pěstovaných k účelu spalování (topol, osika, vrba, šťovík, topinambur, konopí, sloní tráva apod.). Pro účely vytápění v bytových domech přichází v úvahu prakticky jen kusové dřevo a brikety či peletky lisované z dřevního odpadu. Základní výhodou biomasy je, že jde o obnovitelný zdroj energie s minimálními negativními účinky na životní prostředí (při správném způsobu spalování). Z hlediska technického je výhodný malý obsah popela oproti třeba hnědému uhlí. To umožňuje snazší konstrukci topidel a lepší regulaci, případně automatizaci procesu spalování. Biomasa je tvořena převážně celulózou, výhřevnost většiny biomasy je v suchém stavu kolem 18 MJ/kg. Biomasa obsahující pryskyřice či oleje má výhřevnost o něco větší. Výhřevnost je silně ovlivněna obsahem vody a třeba u dřeva se doporučuje skladovat jej 2 roky pod přístřeškem, aby vyschlo. Velký obsah vlhkosti je problém u dřevní štěpky - proto se v malých zařízeních prakticky nepoužívá. Dokonale vysušené jsou naopak lisované dřevěné brikety nebo peletky. Jejich nevýhodou je ovšem vyšší cena.

JEDNOTKA	NÁZEV	PŘEPOČET	VÝZNAM
plm	plnometr = m ³		krychle o hraně 1 m vyplněná dřevem bez mezer, 1 m ³ skutečné dřevní hmoty ("bez děr")
prm	prostorový metr = m ³ p. o. ("prostorového objemu")	1 prm = 0,6 až 0,7 plm	krychle o hraně 1 m vyplněná částečně dřevem s mezerami, čili 1 m ³ složeného dřeva štípaného nebo neštípaného ("s dírami"), např. dřevo v lese složené do "metrů"
prms	prostorový metr sypaný	1 prms = cca 0,4 plm	1 m ³ volně loženého sypaného (nezhutňovaného) drobného nebo drceného dřeva

Tabulka 13: Přepočet jednotek pro měření dřeva .



Obrázek 43: Různá interiérová kamna na biomasu.

Druh paliva	Obsah vody [%]	Výhřevnost [MJ/kg]	Měrné hmotnosti		
			[kg/m ³]=[kg/plm]	[kg/prm]	[kg/prms]
Listnaté dřevo	15	14,605	678	475	278
Jehličnaté dřevo	15	15,584	486	340	199
borovice	20	18,4	517	362	212
vrba	20	16,9			
olše	20	16,7			
habr	20	16,7			
akát	20	16,3			
dub	20	15,9	685	480	281
jedle	20	15,9			
jasan	20	15,7			
buk	20	15,5	670	469	275
smrk	20	15,3	455	319	187
bříza	20	15,0			
modřín	20	15,0			
topol	20	12,9			
Dřevní štěrka	30	12,18			210
Sláma obilovin	10	15,49		120	(balíky)
Sláma kukuřice	10	14,40		100	(balíky)
Lněné stonky	10	16,90		140	(balíky)
Sláma řepky	10	16,00		100	(balíky)

Tabulka 14: Výhřevnost různých druhů biomasy.

18.1. Lokální topidla na dřevo

Všechna kamna a krby uvedené v části o spalování uhlí se zpravidla dají používat na spalování dřeva. Nelze to však doporučit jako trvalé řešení, neboť spalování dřeva v kamnech na uhlí je málo účinné. To je dáno tím, že dřevo hoří delším plamenem než uhlí a topidla jsou jinak konstruována. Existují i kamna speciálně určené pro spalování dřeva - jako příklad lze uvést kamna KD 71 z Kovodružstvo Plzeň o výkonu 7 kW (účinnost 70%).

18.2. Kotle na dřevo pro systémy ústředního vytápění

Podobně jako u kotlů na uhlí lze rozdělit na teplovzdušné a teplovodní.

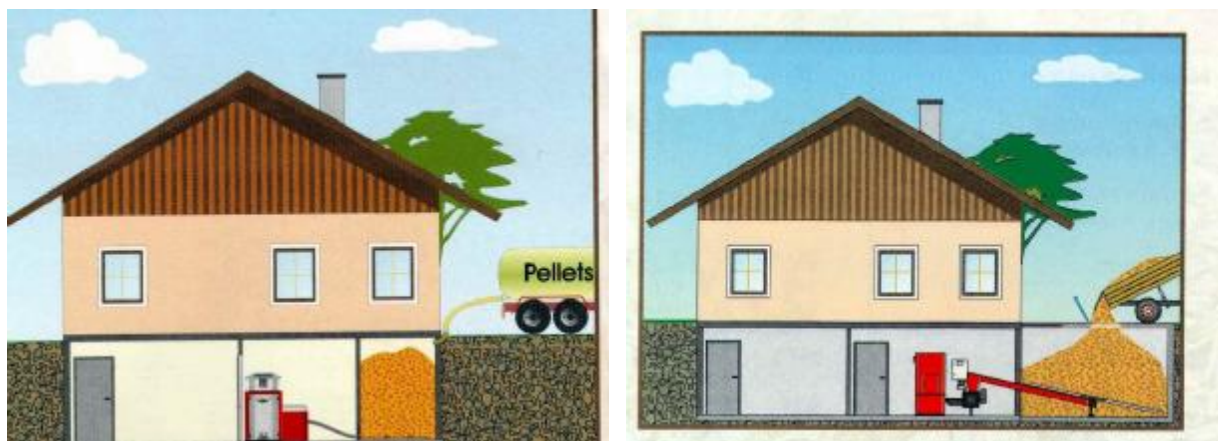
Na trhu je jen málo teplovzdušných kotlů, např. HORAL od fy. ACEJKO v Bruntále vyráběný v řadě výkonů od 16 do 50 kW (<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=5&i=21161>).

18.3. Teplovodní kotle na dřevo

Těchto kotlů existuje celá řada a vyrábějí se již poměrně dlouho, přehled výrobků lze najít např. na TZB info (<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=659>) (společně s kotli na další tuhá paliva) nebo v katalogu EkoWATT (<http://www.ekowatt.cz/katalog.php3?id=10>).

Většina kotlů používá takzvané pyrolýzní spalování, kde dřevo v tepelně izolované násypce odhořívá s omezeným množstvím primárního vzduchu, takže vzniká převážně oxid uhelnatý, a různé plynné produkty rozkladu pryskyřic ve dřevě. Horké plyny jsou vedeny do keramické spalovací trysky v dolní části kotle kam přichází předehřátý sekundární vzduch a zde při vysoké teplotě spalují. Díky tomu, že všechny produkty tepelného rozkladu dřeva prochází velmi horkým plynovým plamenem, mají tyto kotle při nominálním výkonu velmi malé emise škodlivých látek.

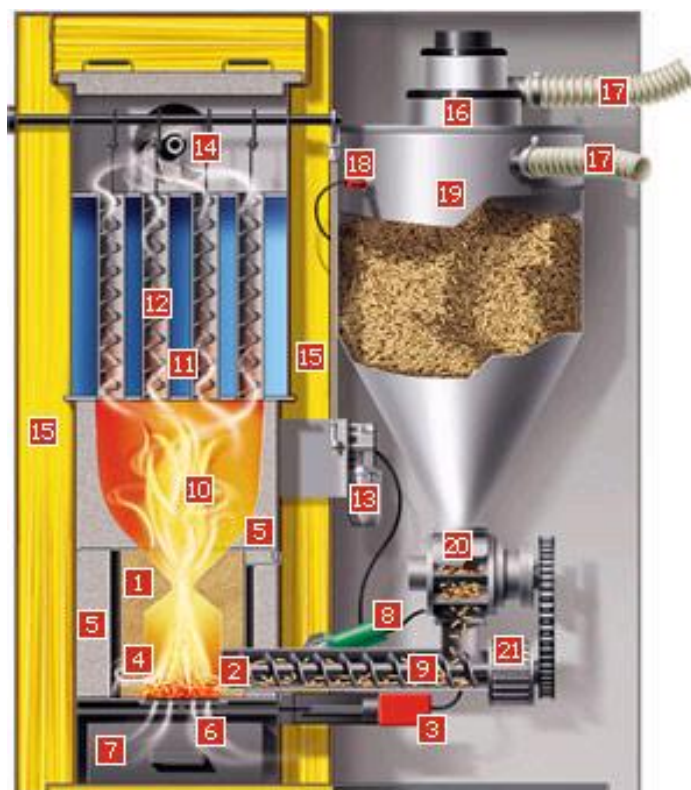
Pokud ovšem výkon kotle poklesne pod určitou mez (zhruba 40% nominálního výkonu), tento zplyňovací proces ustane, kotel začne dehtovat, škodlivé emise se dramaticky zvýší a účinnost klesne. Z tohoto důvodu se v nedávné době začaly k těmto kotlům používat přídatné akumulční nádrže, které umožní provozovat kotel při optimálním výkonu bez ohledu na momentální spotřebu tepla domu. Po nabití nádrže je možno kotel nechat vyhasnout dům vytápět z nádrže. Zkušenosti ukazují, že na jaře a na podzim postačí zatápnout v kotli třeba jen třikrát týdně.



Obrázek 44: Závoz peletek do skladu



Obrázek 45: Automatický kotel na peletky.



Obrázek 46: Schema automatického kotle na peletky s integrovaným zásobníkem.



Obrázek 47: automatický kotel na štěpku, zdroj: <http://www.kwb.at/>

relativní vlhkost	dřevařská vlhkost
hmotnost vody ve dřevu k celkové hmotnosti (dřevní hmota + voda)	hmotnost vody ke hmotnosti suché dřevní hmoty (bez vody)
0%	0%
10%	11%
20%	25%
30%	43%
40%	67%
50%	100%
60%	150%

Tabulka 15: Přepočet vlhkosti dřeva .

18.4. Kogenerace ze dřeva

Pamětníci dosvědčí, že za druhé světové války jezdilo mnoho vozidel s motorem upraveným na dřevoplyn. I dnes lze samozřejmě pohánět dřevoplynem pístový spalovací motor elektroagregátu.

Princip není složitý: Pokud se dřevo zahřívá bez přístupu vzduchu, uvolňují se z něho hořlavé složky ve formě dřevoplynu. Plynem pak lze pohánět spalovací motor. Lze upravit buď běžně používané automobilové motory (podobně jako se upravují auta na pohon propanem nebo zemním plynem), ale používají se i motory speciálně vyrobené pro dřevoplyn.

V praxi je však třeba vyřešit několik problémů: v první řadě je to vyčištění dřevoplynu od prachových částic. Jiným problémem je vodní pára, dehty a jiné nežádoucí složky dřevoplynu. Nevyčištěný dřevoplyn zkracuje životnost motoru, zvyšuje servisní náklady a snižuje spolehlivost.

Palivem pro dřevoplynový agregát může být dřevo i dřevní odpad, dřevo měkké i tvrdé. Dřevo musí být suché (vlhkost do 20 %). S použitím štěpky nebo energetických rostlin se teprve získávají zkušenosti. Kvůli vyššímu obsahu kyselin v kůře (zvyšují agresivitu plynu) se nejeví příliš perspektivně použití rychlerostoucích dřevin.

V současnosti není na trhu příliš velký výběr elektrocentrál na dřevoplyn. Od devadesátých let se jejich vývojem u nás zabývalo několik firem, ale bez komerčního úspěchu. Ani dnes není s komerčním provozem malých dřevoplynových jednotek příliš zkušeností. Výrobci navíc nabízejí jednotky s relativně velkým výkonem (od cca 30 kW elektrického výkonu a cca 50 kW tepelného výkonu). To je zhruba desetkrát více, než potřebuje moderní rodinný dům, a až dvakrát více než by bylo potřeba pro starší nezateplený rodinný domek. Běžně výrobci nabízejí jednotky s výkonem desítek až stovek kW elektrického výkonu. Ty jsou už určeny pro průmyslové podniky nebo pro samostatné podnikání v energetice (výroba a prodej elektřiny).

To, že na trhu jsou spíše větší jednotky může být způsobeno i tím, že pro tyto jednotky se používají upravené automobilové motory, jejichž výkon je málokdy menší než 20 kW. Dalším důvodem je pochopitelně cena – větší zařízení mají obecně menší měrné náklady (Kč/kW instalovaného výkonu).

Použití dřevoplynové jednotky je problematické, chceme-li ji provozovat v tzv. ostrovním provozu. Náhlou zátěž (zapnutí pračky nebo jiného spotřebiče) i odlehčení motor špatně zpracovává. Vhodnější je tedy provoz s připojením do sítě, který je v současnosti i ekonomicky výhodnější.

Dřevo lze samozřejmě použít i při výrobě elektřiny pomocí parního stroje nebo se Stirlingovým motorem. Obecně lze konstatovat, že výroba elektřiny ze dřeva není dosud komerčně dostupná; během nejbližších 10 roků se ale situace výrazně zlepší, neboť na vývoji různých technologií pracuje více firem.

19. Elektrina z vnějšího zdroje

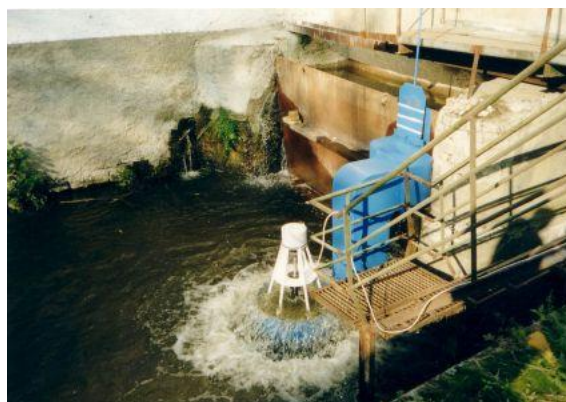
19.1. Vodní energie

Pro zásobování rodinného domu lze vodní energii využít jen zcela výjimečně. Jen málokdy má dům dostatečně vhodné přírodní podmínky. V úvahu připadá využití zejména tzv. mikroturbín. Jejich výkon je několik desítek až tisíc W. To postačí na zásobování domácnosti, ale ne třeba pro pohon cirkulárky. Lze je nasadit tam, kde jsou velmi malé průtoky, vodu lze třeba přivádět požárníckou hadicí.

Komerčně dostupná je řada mikroturbín Cink s výkony 5 až 20 kW, které jsou schopny zpracovat malé spády i průtoky a mohou fungovat i v tzv. ostrovním provozu. Nahrazují tak např. dieselagregáty na odlehlých místech. Podobně lze pro nepatrné průtoky (do 20 l/s) použít mikroturbínu Setur, s výkonem do 1 kW. Další možnosti jsou různá individuálně stavěná vodní kola.



Obrázek 48: Mikroturbína Setur.



Obrázek 49: Mikroturbína Cink.

19.2. Větrná energie

Využití energie větru pro rodinný dům je problematické. Dům pro bydlení by měl stát na místě před větry chráněném; větrná elektrárna potřebuje větru co nejvíce. Nízko nad zemí je vzduch brzděn stromy, domy, vegetací, takže je nutno umístit VE na co nejvyšší stožár. Kabel mezi domem a elektrárnou zvyšuje náklady, pokud by měl vést přes cizí pozemky, může jít o nepřekonatelnou překážku.

Pro stavbu elektrárny je potřeba stavební povolení, v jehož rámci se ke stavbě vyjadřují sousedi, ochrana přírody a další státní instituce. Největší obavy panují z hluku. Za větrného počasí je hluk elektrárny překrýván šuměním listů a jiným šumem, takže efekt elektrárny není tak výrazný. Před stavbou je však nutné znát hluk konkrétního zařízení!

Pro ostrovní systémy je větrnou elektrárnu nutno vždy kombinovat s akumulátory nebo jiným zdrojem, protože vítr pochopitelně nefouká vždy. Obecně se doporučuje doplnit (malou) větrnou elektrárnu fotovoltaickými panely, protože během léta je bezvětří častým jevem, zatímco slunečního záření je dostatek.

Dalším problémem je rychlost větru. Malé stroje začínají pracovat již při rychlostech okolo 4 m/s (= 14,4 km/h), ale jejich výkon je velmi malý. Energie větru totiž roste se třetí mocninou rychlosti, takže např. vítr o rychlosti 5 m/s má dvakrát více energie než při rychlosti 4 m/s. Problémem je však i příliš vysoká rychlost větru – obvykle při rychlosti 20 m/s je VE nutno zastavit (zabrzdit vrtuli), aby nedošlo k havárii. Je třeba počítat s tím, že elektrárna dosahuje plného (jmenovitého) výkonu při rychlostech větru 10 m/s, někdy 15 m/s - podle typu a výrobce. Takto silný vítr fouká jen zřídka, elektrárna většinu provozní doby poběží na menší výkon.

Nejmenší VE (do 5 kW) jsou obvykle vybaveny generátorem stejnosměrného proudu, který dobíjí akumulátory. Pokud by VE měla dodávat proud do sítě (kterou by využívala jako nekonečně velký akumulátor – viz semi-soběstačný dům), musí být vybavena kromě generátoru střídavého proudu i vhodnou regulací. Zatímco malou VE pro elektřinu pro vlastní potřebu lze docela dobře postavit svépomocí (viz literatura), v tomto případě je nutno sáhnout po technologii se zaručenými parametry.

Často se setkáváme s úvahou, že elektřinu z VE by bylo možno použít k vytápění domu. Pak by ji nebylo nutno akumulovat v elektroakumulátorech, ale ve formě tepla v nádrži topného systému. To by pochopitelně bylo i levnější. V tom případě je však nutno použít VE s výkonem okolo 10 kW.

příklad: Pro dům s tepelnou ztrátou 8 kW, se spotřebou 20 000 kWh/rok (vytápění, TV, elektřina) byla použita větrná elektrárna se jmenovitým výkonem 15 kW. Dům stojí v oblasti s průměrnou roční rychlostí větru 4,5 m/s. Náklady na vybudování elektrárny, připojení, akumulaci a řízení jsou cca 1,18 mil. Kč. Při životnosti 20 let je cena elektřiny z větru téměř 4 Kč/kWh. To je pro vytápění velmi vysoká cena. Pokud provozovatel uplatní platbu za tzv. zelené bonusy, klesne cena pod 2 Kč/kWh. To už je srovnatelné s náklady na elektrické vytápění (ze sítě), které ovšem má mnohem menší investiční náklady.

	krytí veškeré spotřeby
náklady	
elektrárna	550 000 Kč
základy, připojení k domu	250 000 Kč
akumulátory elektřiny	70 000 Kč
akumulační nádrže na teplo	130 000 Kč
ostatní	180 000 Kč
náklady celkem	1 180 000 Kč
instalovaný výkon	15,0 kW
produkce systému za rok	20 800 kWh
produkce celkem za 15 let	312 000 kWh
cena elektřiny	3,78 Kč/kWh
náklady na údržbu	0,15 Kč/kWh
příjem za zelené bonusy	2,02 Kč/kWh
Konečná cena elektřiny	1,91 Kč/kWh

Tabulka 16: Cena elektřiny z větru - příklad

rychlost větru	četnost výskytu rychlostí		výkon	produkce
m/s	%	hodiny	kW	kWh
< 5	26,1	2286	0	0
5	20	1752	1,0	1 752
6	22	1927	1,4	2 698
7	8,5	745	2,0	1 489
8	5,5	482	3,0	1 445
9	4,9	429	4,4	1 889
10	4,3	377	6,0	2 260
11	2,9	254	10,0	2 540
12	1,9	166	13,5	2 247
13	1,2	105	14,0	1 472
14	1,2	105	14,2	1 493
15	0,5	44	14,5	635
16	0,3	26	14,8	389
17	0,2	18	14,9	261
18	0,1	9	15,0	131
19	0,1	9	15,0	131
>20	0,3	26	0	0
celkem za rok	100 %	8760		20 833

Tabulka 17: Určení produkce podle četnosti rychlosti větru a výkonové křivky elektrárny – příklad.

Vítr samozřejmě lze využít i jinak než pro výrobu elektřiny. Na českém trhu je zajímavé vodní čerpadlo poháněné větrem od firmy Floriš.

Komerčně jsou nabízeny převážně elektrárny s třílistou vrtulí. Pustíme-li se do stavby VE svépomocí, můžeme použít i větrné kolo s větším počtem lopatek, nebo do VE se svislou

osou rotoru. Poměrně jednoduše vypadá konstrukce elektrárny s rotorem typu Savonius, sestaveným z rozpůlených plechových barelů. Výhodou elektrárny se svislou osou je to, že se nemusí natáčet podle směru větru. Nevýhodou je to, že její stožár je poměrně nízký, takže pracuje s větrem těsně nad zemí, který je silně zpomalen.



Obrázek 50: Větrná elektrárna může zohyzdit krajinu (Olomouc, replika historické elektrárny)



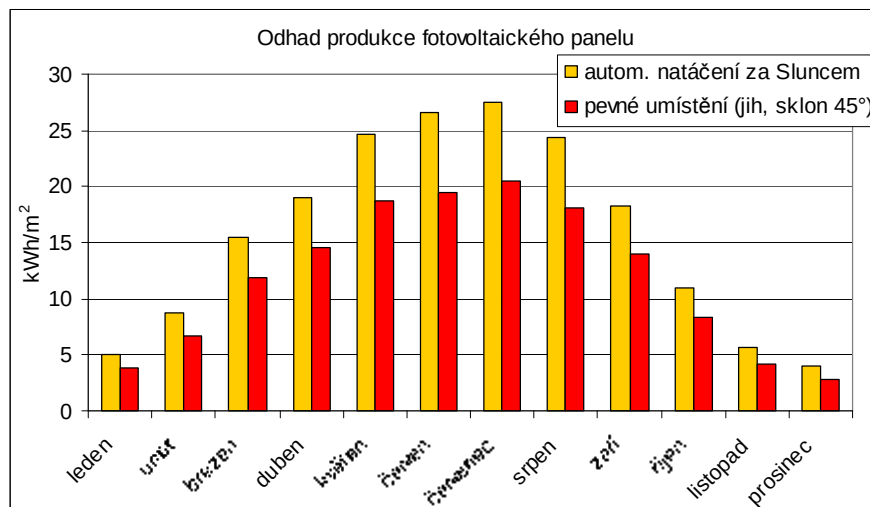
Obrázek 51: Malá větrná elektrárna svépomocné výroby

19.3. Fotovoltaické panely

Fotovoltaická zařízení představují jednoduchý a elegantní způsob, jak sluneční paprsky přeměnit na elektřinu. Pracují na principu fotoelektrického jevu: částice světla - fotony - dopadají na článek svou energií z něho "vyráží" elektrony. Polovodičová struktura článku pak uspořádává pohyb elektronů na využitelný stejnosměrný elektrický proud. Se stejnými základními stavebními prvky - solárními články - je možné realizovat aplikace s nepatrným výkonem (napájení kalkulačky) až po elektrárny s výkony v MW.

V současné době jsou nejrozšířenější solární články vyrobené z krystalického křemíku ve formě monokrystalu (účinnost 14 až 17 %) nebo polykrystalu s účinností 12 až 15 %. Levnější články na bázi amorfního křemíku (účinnost 5 až 9 %) jsou na ústupu. V laboratořích byly již vyvinuty články s účinností až 28 %, nejlepší komerční výrobky mají účinnost 20 %.

Protože výkon článků závisí pochopitelně na okamžitém slunečním záření, udává se jejich výkon jako tzv. špičkový, tedy při dopadajícím záření s intenzitou 1000 W/m^2 při definovaném spektru. Článek s účinností 17 % má při ploše 1 m^2 špičkový (peak) výkon 170 W_p .



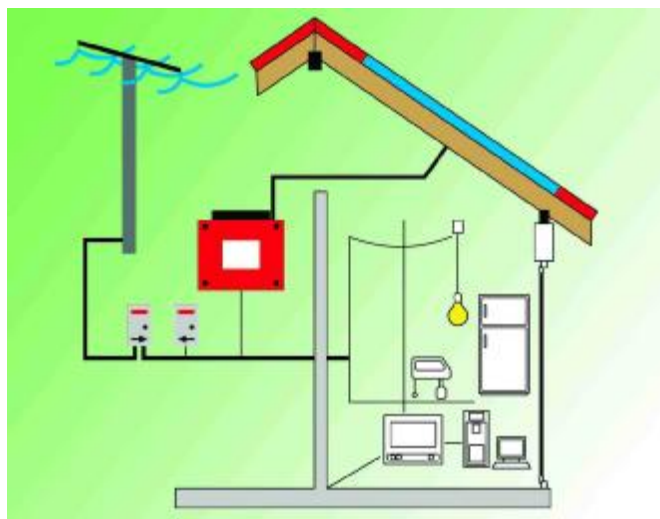
Obrázek 52: Odhad produkce fotovoltaického panelu.

Energie vložená do výroby fotovoltaických panelů je těmito panely získána zpět v našich podmínkách během 2 - 4 let, přitom předpokládaná životnost je minimálně 20 let.

Sériovým nebo i paralelním elektrickým propojením solárních článků vzniká po jejich zapouzdření **fotovoltaický panel**. Články jsou sério-paralelně elektricky spojeny tak, aby bylo dosaženo potřebného napětí a proudu. Panel musí zajistit hermetické zapouzdření solárních článků, musí zajišťovat dostatečnou mechanickou a klimatickou odolnost (např. vůči silnému větru, krupobití, mrazu apod.).

19.3.1. Systémy připojené k síti (grid-on)

Fotovoltaický zdroj elektriny lze použít pro dodávku do distribuční sítě. U nás zatím pracuje jen několik takových experimentálních zařízení. Častěji se toto zapojení využívá v budovách, kdy fotovoltaika napájí přednostně spotřebiče v domě. Není-li v domě odběr, jsou přebytky prodávány do sítě. Tyto systémy se obejdou bez poměrně nákladných akumulátorů; jako nekonečně velký akumulátor jim slouží síť. Naopak vždy potřebují střídač, který přemění stejnosměrný proud z panelů na střídavý, na který jsou spotřebiče v domácnosti konstruovány. Takto zapojené systémy má u nás již téměř 1 000 škol. Byly podpořeny dotací [Státního fondu životního prostředí](#) a slouží hlavně k výuce; jejich energetický přínos je mizivý, neboť instalovaná plocha je malá (nejčastěji do 2 m², výkon cca 200 W_p).



Obrázek 53: Schéma zapojení systému dodávajícího energii do rozvodné sítě.

Systémy grid-on fungují zcela automaticky díky mikroprocesorovému řízení síťového střídače. Připojení k síti podléhá schvalovacímu řízení u rozvodných závodů; je nutné dodržet dané technické parametry. Investiční náklady jsou v rozmezí 23 - 35 000 Kč/m², což zhruba představuje 200 - 350 Kč/W_p.

19.3.2. Samostatné (ostrovní) systémy - grid off

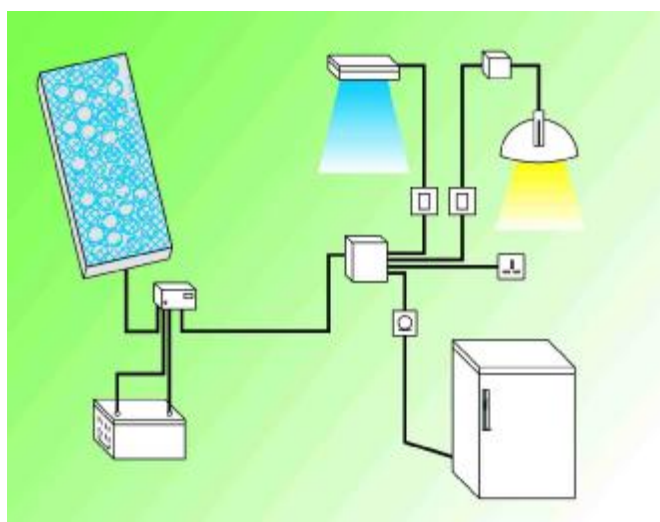
Ve středoevropských podmínkách se častěji využívá fotovoltaika v místech, kde není k dispozici elektrina ze sítě. Tedy v případech, kdy jsou náklady na vybudování a provoz přípojky vyšší než náklady na fotovoltaický systém (cca od vzdálenosti k rozvodné síti více než 500 - 1 000 m, vždy nutno potvrdit individuálně). Může to být chata, ale třeba i obytný automobilový přívěs, kde je díky slunečnímu záření komfort elektrického osvětlení, chladničky i dalších spotřebičů. Fotovoltaika také pohání nouzové telefonní budky u dálnic nebo výstražnou dopravní signalizaci. Můžeme narazit i na fotovoltaikou napájené parkovací automaty. Takové zařízení lze kdykoli snadno přemístit, bez nutnosti rozkopávat chodník pro napojení k síti.

U připojených spotřebičů se pak klade důraz na nízkou spotřebu energie - čím menší spotřeba, tím menší a levnější pak je i fotovoltaický systém. Trh nabízí nejrozličnější spotřebiče

konstruované na stejnosměrný proud, od zářivek, přes chladničky, televize až třeba po vodní čerpadla.

Výkony se pohybují v od 100 W_p do 10 kW_p špičkového výkonu. Investiční náklady na ostrovní systémy jsou v rozmezí 30 - 45 000 Kč/m², což zhruba představuje 270 - 400 Kč/W_p.

Systémy s přímým napájením se používají tam, kde nevadí, že připojené elektrické zařízení je funkční jenom po dobu dostatečné intenzity slunečního záření. Jedná se pouze o propojení solárního modulu a spotřebiče. Příklad aplikace: čerpání vody pro závlahu, napájení oběhového čerpadla solárního systému pro přípravu teplé užitkové vody, pohon protislunečních clon nebo nabíjení akumulátorů malých přístrojů - mobilní telefon, svítidla atd.



Obrázek 54: Schéma zapojení ostrovního systému.

Systémy s akumulací elektrické energie se používají tam, kde potřeba elektřiny nastává i v době bez slunečního záření. Z tohoto důvodu mají tyto ostrovní systémy speciální akumulátorové baterie, konstruované pro pomalé nabíjení i vybíjení; automobilové akumulátory se zde příliš nehodí. Optimální nabíjení a vybíjení akumulátorů je zajištěno regulátorem dobíjení. K ostrovnímu systému lze připojit spotřebiče napájené stejnosměrným proudem (napětí systému bývá zpravidla 12 nebo 24 V) a běžné síťové spotřebiče 230 V/50 Hz napájené přes napěťový střídač.

Hybridní ostrovní systémy se používají tam, kde je nutný celoroční provoz a kde je občas používáno zařízení s vysokým příkonem. V zimních měsících je možné získat z fotovoltaického zdroje podstatně méně elektrické energie než v letních měsících. Proto je nutné tyto systémy navrhovat na zimní provoz, což má za následek zvýšení instalovaného výkonu systému a podstatné zvýšení pořizovacích nákladů. Výhodnější alternativou proto je rozšíření systému **doplňkovým zdrojem elektřiny**, který pokryje potřebu elektrické energie v obdobích s nedostatečným slunečním svitem a při provozu zařízení s vysokým příkonem. Takovým zdrojem může být větrná elektrárna, elektrocentrála, kogenerační jednotka apod.

19.3.3. Fotovoltaika v architektuře

Solární panely se nejčastěji umísťují tak, aby byly orientovány na jih, se sklonem 30 až 60°. Tak získávají nejvíce energie. Zařízení, která panely automaticky naklápí a natáčí za Sluncem, se příliš nepoužívají, protože jsou nákladné. V posledních letech se začínají stále častěji uplatňovat díky novým technologiím.

U větších systémů jsou solární panely z estetických důvodů často integrovány do fasády domu, i když to z energetického hlediska není nejvýhodnější. Architekt může při návrhu využít i to, že křemíkové články lze různě zabarvit.



Obrázek 55: Fotovoltaický systém ve škole



Obrázek 56: Budova s fotovoltaickou fasádou (Wels, Rakousko).

Při návrhu větších prosklených ploch lze využít fotovoltaické články integrované do skla, takže fungují jako žaluzie. Důvody pro jejich použití však mohou být pouze architektonické, z energetického hlediska jde o nesmysl.

Pevně umístěné panely

roční produkce cca 110 kWh/m²
(100%)



Panely s natáčením ve dvou osách

roční produkce cca 150 kWh/m²
(136%)



Panely s natáčením kolem jedné osy se zrcadlem

roční produkce cca 170 kWh/m²
(156%)

pozn. produkce závisí na ploše zrcadla, je-li zrcadlo příliš velké, hrozí "spálení" článků



Pevně umístěné panely na fasádě

roční produkce cca 75 kWh/m²
(68 %)



Tabulka 18: Srovnání produkce elektřiny z fotovoltaického systému podle umístění.

20. Teplo a elektřina z kogenerační jednotky

Kombinovaná výroba tepla a elektrické energie (neboli "**kogenerace**"), je účinným způsobem využívání energie. Principem kogenerace je využít teplo, které jinak při výrobě elektřiny odchází bez užitku.

Myšlenka použít kogeneraci pro vytápění rodinného domu je velmi lákavá. Naráží však na to, že na trhu nejsou jednotky s dostatečně malým výkonem. Relativně největší výběr je u jednotek s pístovým motorem na zemní plyn. Dále jsou k dispozici jednotky na rostlinný olej, případně lze na pohon olejem upravit i běžné dieselagregáty. Jednotky poháněné benzinem nebo naftou mají velmi vysoké náklady na palivo.

Kogenerační jednotky na dřevo jsou doposud velmi nákladné (cca 1 mil Kč pro jednotku pro rodinný dům).

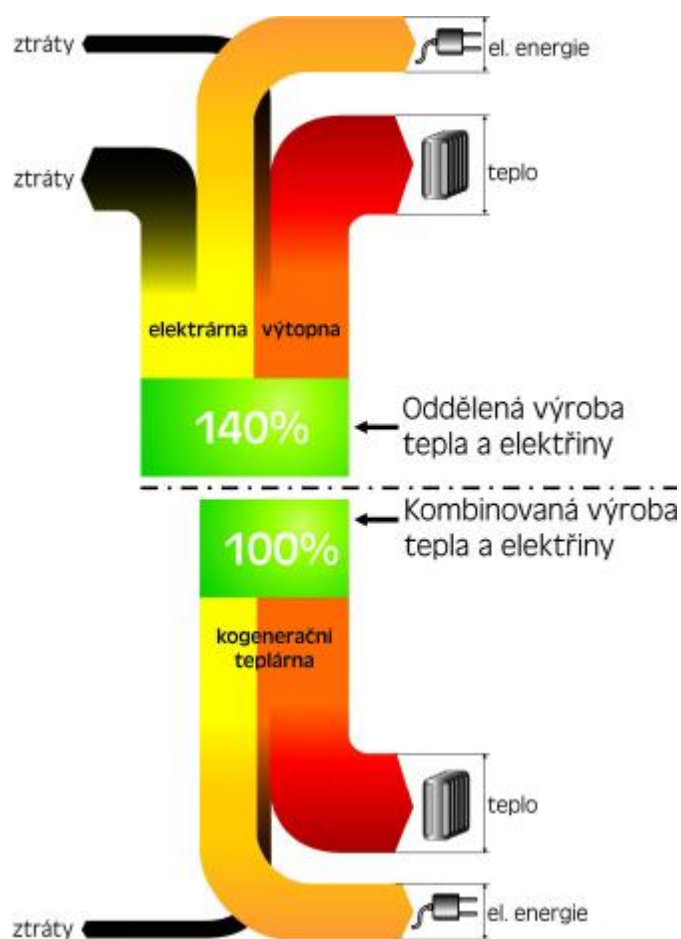
U jednotek se spalovacím motorem je poměr výroby elektřiny a tepla přibližně 1:2 (tedy na 1 kWh elektřiny vyrobí jednotka 2 kWh tepla). Některé jednotky mají tento poměr až 1:1,2, ale za cenu horší účinnosti.

Účinnost kogenerace závisí na konstrukci stroje a použitém palivu, špičková účinnost se blíží 30% při výrobě elektřiny a 60% při výrobě tepla. Celková účinnost je tedy až 90%. U jednotek se spalovacím motorem je poměr výroby elektřiny a tepla přibližně 1:2 (tedy na 1 kWh elektřiny vyrobí jednotka 2 kWh tepla). Některé jednotky mají tento poměr až 1:1,2, ale za cenu horší účinnosti.

Běžné kogenerační jednotky mají obvykle relativně malý výkon, desítky až stovky kW elektrického výkonu. Jejich základní částí je obvykle pístový spalovací motor, který pohání generátor proudu. Palivem je nejčastěji zemní plyn, někdy bioplyn nebo skládkový plyn. Palivem může být i dřevoplyn, získávaný v generátoru dřevoplynu.

Kogenerační jednotka se **spalovacím motorem** se skládá ze zážehového spalovacího motoru pohánějícího přímo alternátor vyrábějící elektřinu a výměníků pro využití odpadního tepla z motoru. Odpadní teplo z motoru je odváděno pomocí dvou výměníků na dvou teplotních úrovních. První výměník odvádí teplo z bloku motoru a z oleje na úrovni cca 80 - 90 °C. Druhý výměník odvádí teplo z odcházejících výfukových spalín o teplotě cca 400 - 500 °C. Výměníky jsou z hlediska průtoku teplotního média zapojeny do série. Obvykle jsou kogenerační jednotky koncipovány pro dodávku tepla do teplovodního systému 90/70 °C, méně již do systému 110/85 °C resp. 130/90 °C.

Abychom rozlišili tepelný a elektrický výkon, používáme jednotku kW_e (kilowatt elektrického výkonu) a kW_t (pro tepelný výkon). Nejde o žádné speciální jednotky (poslední písmenko je dolní index), můžeme se s nimi setkat i u jiných zařízení.



Obrázek 57: Porovnání účinnosti výroby energie (Sankeyův diagram).

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Energetická bilance podle ČSN EN 832.....	7
Obrázek 2: Výrazný tepelný most tvořený masivním podbetonováním okna.....	10
Obrázek 3: Tepelný most způsobený nedodržením technologie zdění	11
Obrázek 4: Tepelná pohoda při různé teplotě stěn.....	14
Obrázek 5: Vnitřní povrchová teplota při různém zateplení	14
Obrázek 6: Tepelnou izolaci lze výhodně vložit do podhledu.....	15
Obrázek 7: Tepelná izolace podkroví systémem TERMODACH.....	16
Obrázek 8: Tepelná izolace podkroví.....	16
Obrázek 9: Pro izolaci lze použít i ovčí vlnu.....	16
Obrázek 10: jednoplášťová střecha	17
Obrázek 11: Dvoupášťová střecha.....	18
Obrázek 12: Tzv. obrácená střecha.....	18
Obrázek 13: Zelená střecha s extenzivní zelení.....	19
Obrázek 14: Zateplení s odvětranou mezerou	20
Obrázek 15: Odvětrání mezery otvory v lícovém zdivu.....	20
Obrázek 16: Nosný dřevěný rošt pro izolaci.....	21
Obrázek 17: Kontaktní zateplení lze opatřit i keramickým obkladem	21
Obrázek 18: Vlhkost při zateplování	22
Obrázek 19: Různé skladby konstrukcí.....	23
Obrázek 20: tepelný most u podlahy.....	24
Obrázek 21: Špatně navržené zateplení.....	25
Obrázek 22: Okno s otevíravou a pevně zasklenou částí.....	26
Obrázek 23: Okno s trojsklem a zlepšenou izolací rámu	27
Obrázek 24: Okenní rám ze dřeva a plastu, kde jsou komory vyplněny izolací	27
Obrázek 25: Test těsnosti budovy (Blower-Door Test)	28
Obrázek 26: jednoduchý rekuperační výměník do sprchy	31
Obrázek 27: Wattmetr pro domácnosti.....	34
Obrázek 28: Struktura spotřeby elektřiny v domácnosti.....	36
Obrázek 29: Příklad energetického štítku pro pračku.....	37
Obrázek 30: Označení pro nejefektivnější kategorii chladniček a mrazniček.....	37
Obrázek 31: Tvary kompaktních zářivek s integrovaným předřadníkem.....	39
Obrázek 32: Větrací jednotka na zeď.....	40
Obrázek 33: Centrální větrací jednotka s rekuperací tepla	41
Obrázek 34: větrací jednotka pro jednu místnost.....	41
Obrázek 35: Letní provoz zemního výměníku tepla.....	42
Obrázek 36: Zimní provoz zemního výměníku tepla.....	42
Obrázek 37: Průběh teplot pod zemí	43
Obrázek 38: Srovnání účinnosti různých typů kolektorů.....	49
Obrázek 39: Srovnání dopadajícího slunečního záření podle sklonu kolektorů.....	49
Obrázek 40: Srovnání dopadajícího slunečního záření podle orientace kolektorů.....	50
Obrázek 41: Možnosti krytí potřeby tepla solárním systémem různé velikosti.....	52
Obrázek 42: Schema solárního systému.....	53
Obrázek 43: Různá interiérová kamna na biomasu.....	54
Obrázek 44: Závoz peletek do skladu.....	56
Obrázek 45: Automatický kotel na peletky.....	57

Obrázek 46: Schema automatického kotle na peletky s integrovaným zásobníkem.....	57
Obrázek 47: automatický kotel na štěpku, zdroj: http://www.kwb.at/	58
Obrázek 48: Mikroturbína Setur.....	60
Obrázek 49: Mikroturbína Cink.....	60
Obrázek 50: Větrná elektrárna může zohydat krajinu (Olomouc, replika historické elektrárny).....	63
Obrázek 51: Malá větrná elektrárna svépomocné výroby.....	63
Obrázek 52: Odhad produkce fotovoltaického panelu.....	64
Obrázek 53: Schéma zapojení systému dodávajícího energii do rozvodné sítě.....	65
Obrázek 54: Schéma zapojení ostrovního systému.....	66
Obrázek 55: Fotovoltaický systém ve škole.....	67
Obrázek 56: Budova s fotovoltaickou fasádou (Wels, Rakousko).....	67
Obrázek 57: Porovnání účinnosti výroby energie (Sankeyův diagram).....	70

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vliv tepelných mostů dle ČSN 730540.....	10
Tabulka 2: Parametry vybraných stavebních materiálů.....	13
Tabulka 3: Parametry různých typů oken.....	27
Tabulka 4: Spotřeba vody při mytí nádobí.....	30
Tabulka 5: Spotřeba vody v domácnosti.....	30
Tabulka 6: Tepelný výkon osob.....	32
Tabulka 7: Spotřeba různých domácností.....	34
Tabulka 8: Stand-by spotřeba.....	35
Tabulka 9: Solární zisky oken (svislá plocha).....	46
Tabulka 10: Schema využití pasivních solárních zisků.....	46
Tabulka 11: Typy kolektorů.....	47
Tabulka 12: Tabulka pro orientační dimenzování solárního systému.....	52
Tabulka 13: Přepočet jednotek pro měření dřeva.....	54
Tabulka 14: Výhřevnost různých druhů biomasy.....	55
Tabulka 15: Přepočet vlhkosti dřeva.....	58
Tabulka 16: Cena elektřiny z větru - příklad.....	62
Tabulka 17: Určení produkce podle četnosti rychlosti větru a výkonové křivky elektrárny – příklad.....	62
Tabulka 18: Srovnání produkce elektřiny z fotovoltaického systému podle umístění.....	68

Příloha 1

Vybrané obvodové konstrukce

Stěny domu (tzv. obvodové konstrukce) jsou jen jednou částí domu, kterou uniká teplo. Přesto se jim (spolu s okny) věnuje největší pozornost.

Z hlediska celkových nákladů na stavbu představují obvodové stěny jen několik procent nákladů na tzv. hrubou stavbu. Někdy lze za srovnatelných nákladů pořídit konstrukci, která izoluje významně lépe. V ostatních případech jsou vícenáklady na stěnu s lepší izolační schopností zanedbatelné vzhledem k ceně celého domu.

V následující tabulce jsou srovnány tepelně-izolační parametry a cena různých typů konstrukcí. Seznam není vyčerpávající, technologií pro stavbu je na trhu nepřeberné množství, navíc lze různě modifikovat a vzájemně kombinovat. Proto by každá jednotlivá konkrétní konstrukce na stavbě měla být ověřena tepelně-technickým výpočtem, zejména z hlediska součinitele prostupu tepla, kondenzace vlhkosti a případně i minimální povrchové teploty.

Ceny uvedené v tabulce vycházejí z ceníků stavebních prací a z běžných cen na trhu v roce 2006. V praxi jsou někdy stavební firmy schopny dodat konstrukci levněji, jindy lze získat výraznou příležitostnou slevu na konkrétní materiál. Vzhledem k tomu, že cenové rozdíly jednotlivých konstrukcí jsou relativně malé, může mít nabídka od konkrétního dodavatele velký význam. U některých konstrukcí jsou uvedeny ceny jen za materiál, pro stavebníky kteří chtějí stavět svépomocí.

Hodnoty součinitele prostupu tepla U jsou vesměs ověřeny nezávislým výpočtem, v několika případech jsou převzaty od dodavatele.

Záměrně je pominuta otázka „je lepší stavět ze dřeva nebo z cihel?“. Každá technologie má své klady a zápory a kromě toho existuje i mnoho dalších technologií, např. beton litý do ztraceného bednění z polystyrenových tvarovek. Očekávání a požadavky jsou velice individuální a dobrý projektant by měl stavebníka informovat tak, aby svého rozhodnutí později nelitoval.

Ceny jsou uvedeny bez DPH.

č.	Skladba	tloušť ka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
	konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
1	nosná cihlová stěna se zateplením	370	0,370	vyhovuje požadavku ČSN	2 263	1 556	Obchodní název Sendwix
	vnitřní omítka	15			218	68	Jako nosnou
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	konstrukci lze použít
	lepidlo	5			60	30	i plně pálené cihly, zateplení je vč.
	izolace skelná/kamenná vata	100			733	628	armovací sítě a
	vnější stěrková omítka	10			267	158	nátěru
2	nosná cihlová stěna se zateplením	470	0,200	vyhovuje doporučení ČSN	1 940	1 240	Obchodní název Sendwix
	vnitřní omítka	15			218	68	Jako nosnou
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	konstrukci lze použít
	lepidlo	5			60	30	i plně pálené cihly, zateplení je vč.
	izolace skelná/kamenná vata	200			410	312	armovací sítě a
	vnější stěrková omítka	10			267	158	nátěru
3	nosná cihlová stěna se zateplením	670	0,110	lze použít pro pasivní dům	2 950	2 244	Jako nosnou
	vnitřní omítka	15			218	68	konstrukci lze použít
	vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	i plně pálené cihly, zateplení je vč.
	lepidlo	5			60	30	armovací sítě a
	izolace skelná/kamenná vata	400			1 420	1 316	nátěru, je nutno použít speciální
	vnější stěrková omítka	10			267	158	kovky

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
	4	Porotherm 240 P+D se zateplením	420	0,240	vyhovuje doporučení ČSN	1 993	962	Lze použít i jiné cihly typu therm, tj. keramické cihly se svislými dutinami
		vnitřní omítka	15			218	68	
		Porotherm 24 P+D	240			850	326	
		lepidlo	5			60	30	Zateplení je vč. armovací síťky a nátěru
		izolace polystyren 20	150			598	380	
		vnější stěrková omítka	10			267	158	
	5	Porotherm 240 P+D se zateplením	470	0,170	vyhovuje doporučení ČSN	2 190	1 042	Lze použít i jiné cihly typu therm, tj. keramické cihly se svislými dutinami
		vnitřní omítka	15			218	68	
		Porotherm 24 P+D	240			850	326	
		lepidlo	5			60	30	Zateplení je vč. armovací síťky a nátěru
		izolace polystyren 20	200			795	460	
		vnější stěrková omítka	10			267	158	
	6	Porotherm 240 P+D se zateplením	670	0,162	lze použít pro nízkoenergeti cký dům	2 190	1 042	Lze použít i jiné cihly typu therm, tj. keramické cihly se svislými dutinami
		vnitřní omítka	15			218	68	
		Porotherm 24 P+D	240			850	326	
		lepidlo	5			60	30	Zateplení je vč. armovací síťky a nátěru, je nutno použít speciální kotvy
		izolace polystyren 20	400			795	460	
		vnější stěrková omítka	10			267	158	

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
					vyhovuje doporučení ČSN			Obchodní název Sendwix
	7	sendvičové zdivo	550	0,180		4 083	1 450	
		vnitřní omítka	10			218	68	
		vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	Jako nosnou konstrukci lze použít i plně pálené cihly, zateplení je vč.
		izolace skelná/kamenná vata	200			350	250	armovací sítě a nátěru
		odvětraná vzd. mezera	35					
		lícové zdivo (VPC / klinker)	65			2 530	460	
					vyhovuje požadavku ČSN			Obchodní název Sendwix
	8	sendvičové zdivo	450	0,330		3 988	1 355	
		vnitřní omítka	10			218	68	
		vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	Jako nosnou konstrukci lze použít i plně pálené cihly, zateplení je vč.
		izolace Rockwool Airrock	100			255	155	armovací sítě a nátěru
		odvětraná vzd. mezera	35					
		lícové zdivo (VPC / klinker)	65			2 530	460	
					lze použít pro pasivní dům			
	9	sendvičové zdivo	750	0,100		4 413	1 780	
		vnitřní omítka	10			218	68	Jako nosnou konstrukci lze použít i plně pálené cihly, zateplení je vč.
		vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	armovací sítě a nátěru, je nutno použít speciální kotvy
		izolace skelná/kamenná vata	400			680	580	
		odvětraná vzd. mezera	35					
		lícové zdivo (VPC / klinker)	65			2 530	460	

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
	10	stěna se zateplením a plastovým obkladem	510	0,180	vyhovuje doporučení ČSN	2 361	1 430	Jako nosnou konstrukci lze použít i plné pálené cihly, obklad je upevněn na dřevěném roštu o rozteči max. 40 cm
		vnitřní omítka	10			218	68	
		vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	
		izolace skelná/kamenná vata	200			350	250	
		odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35			500	230	
		obklad z tvarovek Vinyl Siding	25			308	210	
	11	stěna se zateplením a plastovým obkladem	410	0,330	vyhovuje požadavku ČSN	2 266	1 335	Jako nosnou konstrukci lze použít i plné pálené cihly, obklad je upevněn na dřevěném roštu o rozteči max. 40 cm
		vnitřní omítka	10			218	68	
		vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	
		izolace skelná/kamenná vata	100			255	155	
		odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35			500	230	
		obklad z tvarovek Vinyl Siding	25			308	210	
	12	stěna se zateplením a plastovým obkladem	710	0,100	lze použít pro pasivní dům	2 691	1 760	Jako nosnou konstrukci lze použít i plné pálené cihly, obklad je upevněn na dřevěném roštu o rozteči max. 40 cm
		vnitřní omítka	10			218	68	
		vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	
		izolace skelná/kamenná vata	400			680	580	
		odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35			500	230	

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
	13	stěna se zateplením a dřevěným obkladem	510	0,180	vyhovuje doporučení ČSN	2 518	1 570	Jako nosnou konstrukci lze použít i plně pálené cihly, obklad je upevněn na dřevěném roštu o rozteči max. 40 cm
		vnitřní omítka	10			218	68	
		vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	
		izolace skelná/kamenná vata	200			350	250	
		odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35			500	230	
		obklad ze dřeva	25			465	350	
	14	stěna se zateplením a dřevěným obkladem	410	0,330	vyhovuje požadavku ČSN	2 423	1 475	Jako nosnou konstrukci lze použít i plně pálené cihly, obklad je upevněn na dřevěném roštu o rozteči max. 40 cm
		vnitřní omítka	10			218	68	
		vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	
		izolace skelná/kamenná vata	100			255	155	
		odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35			500	230	
		obklad ze dřeva	25			465	350	
	15	stěna se zateplením a dřevěným obkladem	710	0,100	lze použít pro pasivní dům	2 848	1 900	Jako nosnou konstrukci lze použít i plně pálené cihly, obklad je upevněn na dřevěném roštu o rozteči max. 40 cm
		vnitřní omítka	10			218	68	
		vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	
		izolace skelná/kamenná vata	400			680	580	
		odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35			500	230	

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
16		stěna s fotovoltaickou fasádou	720	0,100	Ize použít pro pasivní dům	22 153	21 120	Cena fotovoltaických panelů se výrazně liší podle dodavatele, panely jsou upevněny na hliníkové nebo ocelové nosné konstrukci
		vnitřní omítka	10			218	68	
		vápenopískové cihly (nosná konstrukce)	240			985	672	
		izolace skelná/kamenná vata	400			680	580	
		odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35			1 450	1 200	
		fotovoltaické panely	35			18 820	18 600	
17		dřevěná konstrukce výplňová	340	0,140	Ize použít pro nízkoenergetický dům	4 615	19	Nezbytně nutno prověřit na kondenzaci vlhkosti!
		sádrokarton	20			2 530		
		parotěsná fólie				75		
		izolace skelná/kamenná vata mezi svislými nosníky	120			370		
		nosníky				500		
		CETRIS desky ve dvou vrstvách	30			228		
		izolace polystyren 20	160			645		
		vnější stěrková omítka	10			267		

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
		dřevěná konstrukce			Ize použít pro			
	18	výplňová	450	0,130	cký dům	4 840		
		lícové zdivo vnitřní	10			2 530		
		(klinker/nepálená cihla)						
		izolace skelná/kamenná						
		vata mezi vodorovným						
		laťováním	60			65		
		laťování				150		
		parotěsná fólie				75		
		izolace skelná/kamenná						
		vata mezi svislými nosníky	340			370		
		nosníky				500		
		OSB desky ve dvou vrstvách	20			228		
		vnější omítka na rabc.						
		pletivu	20			422		
		montážní práce				500		
		dřevěná konstrukce			vyhovuje			
	19	výplňová	240	0,220	ČSN	4 310		
		sádrokarton	20			2 530		
		parotěsná fólie				75		
		izolace skelná/kamenná						
		vata mezi svislými nosníky	120			370		
		nosníky				500		
		CETRIS desky ve dvou						
		vrstvách	30			228		
		izolace polystyren 20	60			340		
		vnější stěrková omítka	10			267		

Nezbytně nutno
prověřit na
kondenzaci
vlhkosti!

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
	20	stěna z polystyrenových tvarovek	455	0,100	Ize použít pro pasivní dům	3 696		
		vnitřní omítka stěrková	10			172		
		PPS tvárnice ISORAST	435			3 000		
		beton pro výplň tvárnic				257		
		vnější omítka stěrková	10			267		
								Třída betonu se volí podle zatížení zateplení je vč. armovací sítě a nátěru
	21	stěna z polystyrenových tvarovek	515	0,140	Ize použít pro nízkoenergetický dům	3 296		
		vnitřní omítka stěrková	10			172		
		PPS tvárnice ISORAST	375			2 600		
		beton pro výplň tvárnic	120			257		
		vnější omítka stěrková	10			267		
								Třída betonu podle zatížení zateplení je vč. armovací sítě a nátěru

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
	22	stěna z polystyrenových tvarovek	470	0,100	Ize použit pro pasivní dům	2 289		
		vnitřní omítka stěrková	10			172		
		PPS tvárnice MEDMAX	450			1 593		
		beton pro výplň tvárnic				257		
		vnější omítka stěrková	10			267		
	23	stěna z polystyrenových tvarovek	270	0,280	vyhovuje požadavku ČSN	1 622		
		vnitřní omítka stěrková	10			172		
		PPS tvárnice MEDMAX	250			926		
		beton pro výplň tvárnic				257		
		vnější omítka stěrková	10			267		

Třída betonu se volí podle zatížení.
Zateplení je vč.
armovací sítě a nátěru

Třída betonu se volí podle zatížení.
Zateplení je vč.
armovací sítě a nátěru

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
					vyhovuje požadavku ČSN			
	24	Ytong 375	389	0,320		1 770	1 121	
		vnitřní omítka	4			218	68	
		tvárnice z porobetonu						
		YTONG	375			1 320	955	
		vnější stěrková omítka	10			232	98	
					lze použít pro nízkoenergeti cký dům			
	25	Ytong 375 se zateplením	596	0,130		2 807	1 739	
		vnitřní omítka	4			218	68	
		tvárnice z porobetonu						
		YTONG	375			1 320	955	
		lepidlo	5			207	98	
		izolace polystyren PPS 20	200			795	460	
		vnější stěrková omítka	12			267	158	
								Zateplení je vč. armovací sítěky a nátěru

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
					vyhovuje požadavku ČSN			
	26	stěna systému Velox	320	0,318		2 054		
		vnitřní omítka	10			218		
		ztracené bednění Velox 35 + 115	150			1 156		
		beton	150			423		
		vnější omítka	10			257		
					Ize použít pro nízkoenergeti cký dům			
	27	stěna systému Velox	440	0,154		2 512		
		vnitřní omítka	10			218		
		ztracené bednění Velox 35 + 235	270			1 614		
		beton	150			423		
		vnější omítka	10			257		

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
	29	stěna z tvárnic LIATHERM	425	0,270	vyhovuje požadavku ČSN	2 326		
		vnitřní omítka	10			218		
		stěna z tvarovek LIATHERM	365			1 328		
		vnější omítka						
		tepelněizolační	50			780		
	30	stěna z tvárnic LIAPOR S	425	0,210	vyhovuje doporučení ČSN	2 503		
		vnitřní omítka	10			218		
		stěna z tvarovek LIAPOR	365			1 505		
		vnější omítka						
		tepelněizolační	50			780		
	31	stěna z tvárnic LIAPOR S	485	0,240	vyhovuje doporučení ČSN	2 454		
		vnitřní omítka	10			218		
		stěna z tvarovek LIATHERM	425			1 456		
		vnější omítka						
		tepelněizolační	50			780		

Příloha 2

Vybrané způsoby zateplení

U stávajících staveb je zateplení stěn (spolu se zateplením stropů a výměnou oken) důležitou cestou ke snížení tepelné ztráty.

Od ceny zateplení lze podle okolností odečíst náklady na nutnou údržbu. Například v případě, že dům tak jako tak potřebuje novou fasádu, lze místo prosté obnovy původní konstrukce (obvykle vápenopískové omítky) použít zateplení.

V následující tabulce jsou srovnány tepelně-izolační parametry a cena různých typů zateplení. Hodnoty součinitele prostupu tepla U jsou uvedeny pouze pro zateplovací systém. celková hodnota bude o něco nižší (lepší), podle typu původní konstrukce. U zateplení s tloušťkou izolantu přes 100 mm se tepelně-izolační vlastnosti původní stěny (např. plné cihlové stěny tl. 500 mm) projeví poměrně málo, obvykle původní stěna tvoří méně než 20% izolační schopnosti zateplené stěny.

U zateplení by každá jednotlivá konkrétní konstrukce na stavbě měla být ověřena tepelně-technickým výpočtem, zejména z hlediska součinitele prostupu tepla, kondenzace vlhkosti a případně i minimální povrchové teploty.

Ceny uvedené v tabulce vycházejí z ceníků stavebních prací a z běžných cen na trhu v roce 2006. V praxi jsou někdy stavební firmy schopny dodat konstrukci levněji, jindy lze získat výraznou příležitostnou slevu na konkrétní materiál. Vzhledem k tomu, že cenové rozdíly jednotlivých konstrukcí jsou relativně malé, může mít nabídka od konkrétního dodavatele velký význam. U některých konstrukcí jsou uvedeny ceny jen za materiál, pro stavebníky kteří chtějí stavět svépomocí.

Při nákupu zateplení je vhodné nekupovat jednotlivé komponenty (lepidlo, síťku, tmely, barvy atd.) od jednoho dodavatele tak, aby tvořily systém. Za jeho parametry pak dodavatel ručí. Při kombinaci prvků různých výrobců je obtížné určit zodpovědnost za případné poruchy, např. praskání omítek.

Ceny jsou uvedeny bez DPH.

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostupu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
	1	kontaktní zateplovací systém miner. vata	175	0,240	vyhovuje doporučení ČSN	1060	846	Desky izolace musí být určeny pro kontaktní stěrkovou omítku. Lze použít i tzv. desky s kolmým vlákem, zateplení je vč. armovací sítě a nátěru. Před zateplením je někdy nutno sanovat původní omítku
		lepidlo	5			60	30	
		izolace skelná/kamenná vata	160			733	658	
		vnější stěrková omítk	10			267	158	
	2	kontaktní zateplovací systém polystyren	175	0,240	vyhovuje doporučení ČSN	925	568	Zateplení je vč. armovací sítě a nátěru. . Před zateplením je někdy nutno sanovat původní omítku. Nelze použít na vlhké zdivo!
		lepidlo	5			60	30	
		izolace polystyren PPS 20	160			598	380	
		vnější stěrková omítk	10			267	158	

	č.	Skladba	tloušťka	Součinitel prostu tepla U	Hodnocení	Cena celkem	Náklady na materiál	Poznámka
		konstrukce/vrstva	mm	W/m2.K		Kč/m2	Kč/m2	
	3	odvětraný systém s plastovým obkladem	260	0,190	vyhovuje doporučení ČSN	1158	690	Obklad se upevní na nosníky systému Vinyl Aidiny.
		izolace skelná/kamenná vata	200			350	250	Lze použít na stěnu s nekvalitní vnější omítkou a stěny s mírnou vlhkostí.
		odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35			500	230	
		obklad z tvarovek Vinyl Siding	25			308	210	
	4	odvětraný systém s dřevěným obkladem	260	0,180	vyhovuje doporučení ČSN	1315	830	Obklad se upevní na dřevěný rošt o maximální rozteči 40 cm Lze použít na stěnu s nekvalitní vnější omítkou a stěny s mírnou vlhkostí.
		izolace skelná/kamenná vata	200			350	250	
		odvětraná vzd. mezera s nosným roštem	35			500	230	
		obklad ze dřeva	25			465	350	
	5	odvětraný systém s vnější přízdívkou	300	0,190	vyhovuje doporučení ČSN	2930	760	Lze použít na stěnu s nekvalitní vnější omítkou a stěny s mírnou vlhkostí. Nejsou započteny náklady na základ pro přízdívku.
		izolace skelná/kamenná vata kotvená hmoždinkami	200			400	300	
		odvětraná vzd. mezera	35					
		lícové zdivo (VPC / klinker)	65			2530	460	

Příloha 3

Vybrané druhy zasklení

Na trhu existuje velké množství výrobců oken. Při nákupu okna je třeba sledovat nejen kvalitu zasklení, ale i izolační schopnosti rámu, hloubku zasazení skla do rámu a případně i systém osazení okna do stěny. Většina jich však používá zasklení od několika málo dodavatelů.

Výsledný součinitel prostupu tepla závisí na parametrech rámu, vlastního zasklení, typu distančního rámečku mezi skly a hloubce osazení skla do rámu. Roli hraje i členitost okna, obecně platí, že rámy izolují hůře než sklo, takže členitější okno bude mít horší izolační schopnost než okno tvořené jedním křídlem. Se členitostí okna roste i jeho cena.

U oken zejména platí, že kritické detaily (osazení okna do stěny v parapetní části) je potřeba prověřit výpočtem z hlediska minimální povrchové teploty. I při použití kvalitního okna se může vinou nevhodné geometrie detailů nebo nevhodného projekčního řešení stát, že dojde ke kondenzaci vlhkosti a růstu plísní.

Samozřejmě na stavbě je nutno pečlivě kontrolovat vlastní kvalitu provedení.

Ceny uvedené v tabulce vycházejí z běžných cen na trhu v roce 2006.

typ	obchodní název	světelná propustnost	energetická propustnost	součinitel prostupu tepla	cena bez DPH
		tau	g	U	Kč/m ²
		-	-	W/m ² .K	Kč/m ²
jednoduché zasklení		0,89	0,86	5,8	
dvojsklo		0,8	0,76	2,9	
	Standard suchý vzduch			2,82	1728
	Standard Argon			2,6	1814
dvojsklo s pokovením		0,77	0,67	1,5	
	Planitherm Futur			1,6	2224
dvojsklo s pokovením a Ar		0,77	0,62	1,1	
	Planitherm Futur Argon			1,3	2299
	Climaplust Ultra N (Ar)			1,1	1300
dvojsklo s pokovením a Kr		0,77	0,62	0,9	
	HM 66 Krypton			0,74	4066
	Climaplust Ultra N (Kr)			1,0	2100
trojsklo		0,73	0,7	1	
	Climalit trojsklo			2,0 až 1,8	1000
	Climatop Ultra N (Ar)			0,8 až 0,6	1800
	Climatop Ultra N (Kr)			0,7 až 0,5	3500
trojsklo s pokovením		0,66	0,48	0,7	
dvojsklo + Heat Mirror		0,61	0,45 až 0,33	1,1	
dvojsklo + Heat Mirror, Ar		0,61	0,45 až 0,34	0,8	
	INTERM TF pasiv	0,703	0,629	0,88	2080
	INTERM TF sporo	0,687	0,481	0,6	2330
	INTERM TF sporo extra	0,595	0,265	0,44	3142
	INTERM TF select	0,617	0,302	0,6	2530
dvojsklo + Heat Mirror, Kr		0,61	0,45 až 0,35	0,6	
	INTERM TF pasiv	0,703	0,629	0,88	2380
	INTERM TF sporo	0,687	0,481	0,6	2630
	INTERM TF sporo extra	0,595	0,265	0,44	3342
	INTERM TF select	0,617	0,302	0,5	2830
rámeček plastový					
	Swisspacer				240
	Swisspacer V				360
rámeček nerez					
	Nirotec				240

Příloha

Příklady rozpočtu rodinného domu

Rodinný dům, jednopodlažní, se sedlovou střechou bez podkroví, zastavěná plocha 180 m².

Varianta 1: Obvodové stěny ze systému Velox YL 34 (betonová stěna ve ztraceném bednění z heraklitu a polystyrenu, tl. polystyrenu 120 mm.

Součinitel prostupu tepla $U = 0,318 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Varianta 2: Obvodové stěny z porobetonových tvárnic Ytong P2-400, tl. 375 mm.

Součinitel prostupu tepla $U = 0,320 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Varianta 3: Obvodové stěny z dutinkových cihel Porootherm SI 44, tl. 440 mm.

Součinitel prostupu tepla $U = 0,260 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Varianta 4: Obvodové stěny z dutinkových cihel Porootherm CB 24, tl. 240 mm, s kontaktním zateplením z polystyrenu tl. 200 mm se stěrkovou omítkou.

Součinitel prostupu tepla $U = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Varianta		Náklady [Kč]			
		HSV	PSV	ostatní	celkem
1	VELOX YL 34 vč.120mm EPS	1 811 222	1 734 051	148 901	3 694 174
2	YTONG P2-400 tl.375mm	1 740 101	1 730 618	145 770	3 616 489
3	Porootherm 44	1 838 710	1 724 277	149 645	3 712 632
4	Porootherm 24 + 200 PPS	1 786 055	1 743 937	148 260	3 678 252

Varianta 1: Obvodové stěny ze systému Velox YL 34 (betonová stěna ve ztraceném bednění z heraklitu a polystyrenu, tl. polystyrenu 120 mm.
Součinitel prostupu tepla $U = 0,318 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Rozpočtové náklady				
Základní rozpočtové náklady			Ostatní rozpočtové náklady	
Z R N	HSV celkem	1 811 222,00	Zřízení výrobní podmínky	0,00
	PSV celkem	1 734 051,00	Oborová přírážka	0,00
	M práce celkem	0,00	Přesun stavebních kapacit	0,00
	M dodávky celkem	0,00	Mimostaveništní doprava	85 087,00
ZRN celkem		3 545 273,00	Zařízení staveniště	63 815,00
			Provoz investora	0,00
			Kompletační činnost (IČD)	0,00
HZS		0,00	Ostatní náklady neuvedené:	0,00
ZRN + ostatní náklady + HZS		3 694 175,00	Ostatní náklady celkem:	148 901,00

Rekapitulace stavebních dílů

Stavební díl	HSV	PSV	Dodávka	Montáž	HZS
31 Zdi podpěrné a volné	411 867,00	0,00	0,00	0,00	0,00
311 Sádrokartonové konstrukce	29 471,00	0,00	0,00	0,00	0,00
314 Komin	47 909,00	0,00	0,00	0,00	0,00
317 Překlady a římsy	29 707,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34 Stěny a příčky	33 949,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41 Stropy a stropní konstrukce	385 092,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43 Schodiště	37 001,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61 Úpravy povrchů vnitřní	214 718,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62 Úpravy povrchů vnější	133 146,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63 Podlahy a podlahové konstrukce	173 924,00	0,00	0,00	0,00	0,00
641 Výplně otvorů - vnější	96 111,00	0,00	0,00	0,00	0,00
642 Výplně otvorů - vnitřní	66 325,00	0,00	0,00	0,00	0,00
94 Lešení a stavební výtahy	69 674,00	0,00	0,00	0,00	0,00
95 Dokončovací konstrukce na pozemních stavbách	25 466,00	0,00	0,00	0,00	0,00
99 Staveništní přesun hmot	56 862,00	0,00	0,00	0,00	0,00
711 Izolace proti vodě	0,00	53 591,00	0,00	0,00	0,00
713 Izolace tepelné	0,00	133 973,00	0,00	0,00	0,00
762 Konstrukce tesařské	0,00	68 853,00	0,00	0,00	0,00
7621 Konstrukce tesařské - střechy	0,00	420 256,00	0,00	0,00	0,00
764 Konstrukce klempířské	0,00	30 493,00	0,00	0,00	0,00
765 Krytiny tvrdé	0,00	339 344,00	0,00	0,00	0,00
766 Konstrukce truhlářské	0,00	194 240,00	0,00	0,00	0,00
7661 Konstrukce plastové a hliníkové	0,00	173 976,00	0,00	0,00	0,00
771 Podlahy z dlaždic a obklady	0,00	70 634,00	0,00	0,00	0,00
776 Podlahy povlakové	0,00	16 263,00	0,00	0,00	0,00
777 Podlahy ze syntetických hmot	0,00	15 950,00	0,00	0,00	0,00
778 Podlahy plovoucí	0,00	75 583,00	0,00	0,00	0,00
781 Obklady keramické	0,00	42 853,00	0,00	0,00	0,00
783 Natěry	0,00	67 892,00	0,00	0,00	0,00
784 Malby	0,00	30 150,00	0,00	0,00	0,00
Celkem objekt:	1 811 222,00	1 734 051,00	0,00	0,00	0,00

VRN, rezerva a kompletace

Přirážka	Sazba	Základna	Kč
Ztížené výrobní podmínky	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Oborová přirážka	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Přesun stavebních kapacit	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Mimostaveništní doprava	2,40 %	3 545 273,00	85 087,00
Zařízení staveniště	1,80 %	3 545 273,00	63 815,00
Provoz investora	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Kompletační činnost (IČD)	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Rezerva rozpočtu	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Celkem:			148 901,00 Kč

Varianta 2: Obvodové stěny z porobetonových tvárnic Ytong P2-400, tl. 375 mm.
Součinitel prostupu tepla $U = 0,320 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Rozpočtové náklady				
Základní rozpočtové náklady			Ostatní rozpočtové náklady	
Z R N	HSV celkem	1 740 101,00	Ztížené výrobní podmínky	0,00
	PSV celkem	1 730 618,00	Oborová přírážka	0,00
	M práce celkem	0,00	Přesun stavebních kapacit	0,00
	M dodávky celkem	0,00	Mimostaveništní doprava	83 297,00
	ZRN celkem	3 470 719,00	Zařízení staveniště	62 473,00
			Provoz investora	0,00
			Kompletační činnost (IČD)	0,00
	HZS	0,00	Ostatní náklady neuvedené:	0,00
	ZRN + ostatní náklady + HZS	3 616 489,00	Ostatní náklady celkem:	145 770,00

Rekapitulace stavebních dílů

Stavební díl	HSV	PSV	Dodávka	Montáž	HZS
31 Zdi podpěrné a volné	331 059,00	0,00	0,00	0,00	0,00
311 Sádkartónové konstrukce	29 181,00	0,00	0,00	0,00	0,00
314 Komín	47 909,00	0,00	0,00	0,00	0,00
317 Překlady a římsy	45 643,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34 Stěny a příčky	33 740,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41 Stropy a stropní konstrukce	391 450,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43 Schodiště	37 001,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61 Úpravy povrchů vnitřní	226 201,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62 Úpravy povrchů vnější	117 494,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63 Podlahy a podlahové konstrukce	172 408,00	0,00	0,00	0,00	0,00
641 Výplně otvorů - vnější	96 111,00	0,00	0,00	0,00	0,00
642 Výplně otvorů - vnitřní	66 325,00	0,00	0,00	0,00	0,00
94 Lešení a stavební výtahy	69 393,00	0,00	0,00	0,00	0,00
95 Dokončovací konstrukce na pozemních stavbách	25 295,00	0,00	0,00	0,00	0,00
99 Staveništní přesun hmot	50 893,00	0,00	0,00	0,00	0,00
711 Izolace proti vodě	0,00	53 591,00	0,00	0,00	0,00
713 Izolace tepelné	0,00	132 823,00	0,00	0,00	0,00
762 Konstrukce tesařské	0,00	68 546,00	0,00	0,00	0,00
7621 Konstrukce tesařské - střechy	0,00	420 256,00	0,00	0,00	0,00
764 Konstrukce klempířské	0,00	30 493,00	0,00	0,00	0,00
765 Krytiny tvrdé	0,00	339 344,00	0,00	0,00	0,00
766 Konstrukce truhlářské	0,00	194 240,00	0,00	0,00	0,00
7661 Konstrukce plastové a hliníkové	0,00	173 976,00	0,00	0,00	0,00
771 Podlahy z dlaždic a obklady	0,00	70 111,00	0,00	0,00	0,00
776 Podlahy povlakové	0,00	16 034,00	0,00	0,00	0,00
777 Podlahy ze syntetických hmot	0,00	15 950,00	0,00	0,00	0,00
778 Podlahy plovoucí	0,00	74 842,00	0,00	0,00	0,00
781 Obklady keramické	0,00	42 625,00	0,00	0,00	0,00
783 Nátěry	0,00	67 814,00	0,00	0,00	0,00
784 Malby	0,00	29 972,00	0,00	0,00	0,00
Celkem objekt:	1 740 101,00	1 730 618,00	0,00	0,00	0,00

VRN, rezerva a kompletace

Přirážka	Sazba	Základna	Kč
Ztižené výrobní podmínky	0,00 %	3 470 719,00	0,00
Oborová přirážka	0,00 %	3 470 719,00	0,00
Přesun stavebních kapacit	0,00 %	3 470 719,00	0,00
Mimostaveništní doprava	2,40 %	3 470 719,00	83 297,00
Zařízení staveniště	1,80 %	3 470 719,00	62 473,00
Provoz investora	0,00 %	3 470 719,00	0,00
Kompletační činnost (IČD)	0,00 %	3 470 719,00	0,00
Rezerva rozpočtu	0,00 %	3 470 719,00	0,00
Celkem:			145 770,00 Kč

Varianta 3: Obvodové stěny z dutinkových cihel Porotherm SI 44, tl. 440 mm.
Součinitel prostupu tepla $U = 0,260 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Rozpočtové náklady			
Základní rozpočtové náklady		Ostatní rozpočtové náklady	
HSV celkem	1 838 710,00	Ztížené výrobní podmínky	0,00
Z PSV celkem	1 724 277,00	Oborová přírážka	0,00
R M práce celkem	0,00	Přesun stavebních kapacit	0,00
N M dodávky celkem	0,00	Mimostaveništní doprava	85 512,00
ZRN celkem	3 562 987,00	Zařízení staveniště	64 134,00
		Provoz investora	0,00
		Kompletační činnost (IČD)	0,00
HZS	0,00	Ostatní náklady neuvedené:	0,00
ZRN + ostatní náklady + HZS	3 712 632,00	Ostatní náklady celkem:	149 645,00

Rekapitulace stavebních dílů

Stavební díl	HSV	PSV	Dodávka	Montáž	HZS
31 Zdi podpěrné a volné	406 810,00	0,00	0,00	0,00	0,00
311 Sádkartonové konstrukce	28 646,00	0,00	0,00	0,00	0,00
314 Komin	47 909,00	0,00	0,00	0,00	0,00
317 Překlady a římsy	62 210,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34 Stěny a příčky	33 352,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41 Stropy a stropní konstrukce	397 731,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43 Schodiště	37 001,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61 Úpravy povrchů vnitřní	211 308,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62 Úpravy povrchů vnější	132 335,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63 Podlahy a podlahové konstrukce	169 614,00	0,00	0,00	0,00	0,00
641 Výplně otvorů - vnější	96 111,00	0,00	0,00	0,00	0,00
642 Výplně otvorů - vnitřní	66 325,00	0,00	0,00	0,00	0,00
94 Lešení a stavební výtahy	68 874,00	0,00	0,00	0,00	0,00
95 Dokončovací konstrukce na pozemních stavbách	24 978,00	0,00	0,00	0,00	0,00
99 Staveništní přesun hmot	55 507,00	0,00	0,00	0,00	0,00
711 Izolace proti vodě	0,00	53 590,00	0,00	0,00	0,00
713 Izolace tepelné	0,00	130 701,00	0,00	0,00	0,00
762 Konstrukce tesařské	0,00	67 978,00	0,00	0,00	0,00
7621 Konstrukce tesařské - střechy	0,00	420 256,00	0,00	0,00	0,00
764 Konstrukce klempířské	0,00	30 493,00	0,00	0,00	0,00
765 Krytiny tvrdé	0,00	339 344,00	0,00	0,00	0,00
766 Konstrukce truhlářské	0,00	194 240,00	0,00	0,00	0,00
7661 Konstrukce plastové a hliníkové	0,00	173 976,00	0,00	0,00	0,00
771 Podlahy z dlaždic a obklady	0,00	69 146,00	0,00	0,00	0,00
776 Podlahy povlakové	0,00	15 611,00	0,00	0,00	0,00
777 Podlahy ze syntetických hmot	0,00	15 950,00	0,00	0,00	0,00
778 Podlahy plovoucí	0,00	73 476,00	0,00	0,00	0,00
781 Obklady keramické	0,00	42 203,00	0,00	0,00	0,00
783 Nátěry	0,00	67 669,00	0,00	0,00	0,00
784 Malby	0,00	29 644,00	0,00	0,00	0,00
Celkem objekt:	1 838 710,00	1 724 277,00	0,00	0,00	0,00

VRN, rezerva a kompletace

Přirážka	Sazba	Základna	Kč
Ztižené výrobní podmínky	0,00 %	3 562 987,00	0,00
Oborová přirážka	0,00 %	3 562 987,00	0,00
Přesun stavebních kapacit	0,00 %	3 562 987,00	0,00
Mimostaveništní doprava	2,40 %	3 562 987,00	85 512,00
Zařízení staveniště	1,80 %	3 562 987,00	64 134,00
Provoz investora	0,00 %	3 562 987,00	0,00
Kompletační činnost (IČD)	0,00 %	3 562 987,00	0,00
Rezerva rozpočtu	0,00 %	3 562 987,00	0,00
Celkem:			149 645,00 Kč

Varianta 4: Obvodové stěny z dutinkových cihel Porotherm CB 24, tl. 240 mm, s kontaktním zateplením z polystyrenu tl. 200 mm se stěrkovou omítkou.
Součinitel prostupu tepla $U = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Základní rozpočtové náklady		Ostatní rozpočtové náklady	
HSV celkem	1 811 222,00	Ztížené výrobní podmínky	0,00
Z PSV celkem	1 734 051,00	Oborová přírážka	0,00
R M práce celkem	0,00	Přesun stavebních kapacit	0,00
N M dodávky celkem	0,00	Mimostaveništní doprava	85 087,00
ZRN celkem	3 545 273,00	Zařízení staveniště	63 815,00
		Provoz investora	0,00
		Kompletační činnost (IČD)	0,00
HZS	0,00	Ostatní náklady neuvedené:	0,00
ZRN + ostatní náklady + HZS	3 694 175,00	Ostatní náklady celkem:	148 901,00

Rekapitulace stavebních dílů

Stavební díl	HSV	PSV	Dodávka	Montáž	HZS
31 Zdi podpěrné a volné	411 867,00	0,00	0,00	0,00	0,00
311 Sádkartonové konstrukce	29 471,00	0,00	0,00	0,00	0,00
314 Komin	47 909,00	0,00	0,00	0,00	0,00
317 Překlady a římsy	29 707,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34 Stěny a příčky	33 949,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41 Stropy a stropní konstrukce	385 092,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43 Schodiště	37 001,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61 Úpravy povrchů vnitřní	214 718,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62 Úpravy povrchů vnější	133 146,00	0,00	0,00	0,00	0,00
63 Podlahy a podlahové konstrukce	173 924,00	0,00	0,00	0,00	0,00
641 Výplně otvorů - vnější	96 111,00	0,00	0,00	0,00	0,00
642 Výplně otvorů - vnitřní	66 325,00	0,00	0,00	0,00	0,00
94 Lešení a stavební výtahy	69 674,00	0,00	0,00	0,00	0,00
95 Dokončovací konstrukce na pozemních stavbách	25 466,00	0,00	0,00	0,00	0,00
99 Staveništní přesun hmot	56 862,00	0,00	0,00	0,00	0,00
711 Izolace proti vodě	0,00	53 591,00	0,00	0,00	0,00
713 Izolace tepelné	0,00	133 973,00	0,00	0,00	0,00
762 Konstrukce tesařské	0,00	68 853,00	0,00	0,00	0,00
7621 Konstrukce tesařské - střechy	0,00	420 256,00	0,00	0,00	0,00
764 Konstrukce klempířské	0,00	30 493,00	0,00	0,00	0,00
765 Krytiny tvrdé	0,00	339 344,00	0,00	0,00	0,00
766 Konstrukce truhlářské	0,00	194 240,00	0,00	0,00	0,00
7661 Konstrukce plastové a hliníkové	0,00	173 976,00	0,00	0,00	0,00
771 Podlahy z dlaždic a obklady	0,00	70 634,00	0,00	0,00	0,00
776 Podlahy povlakové	0,00	16 263,00	0,00	0,00	0,00
777 Podlahy ze syntetických hmot	0,00	15 950,00	0,00	0,00	0,00
778 Podlahy plovoucí	0,00	75 583,00	0,00	0,00	0,00
781 Obklady keramické	0,00	42 853,00	0,00	0,00	0,00
783 Nátěry	0,00	67 892,00	0,00	0,00	0,00
784 Malby	0,00	30 150,00	0,00	0,00	0,00
Celkem objekt:	1 811 222,00	1 734 051,00	0,00	0,00	0,00

VRN, rezerva a kompletace

Přirážka	Sazba	Základna	Kč
Ztížené výrobní podmínky	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Oborová přirážka	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Přesun stavebních kapacit	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Mimostaveništní doprava	2,40 %	3 545 273,00	85 087,00
Zařízení staveniště	1,80 %	3 545 273,00	63 815,00
Provoz investora	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Kompletační činnost (IČD)	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Rezerva rozpočtu	0,00 %	3 545 273,00	0,00
Celkem:			148 901,00 Kč