

1. Možnosti úspor energie - nejen při vytápění

1.1. Úspory energie v domě

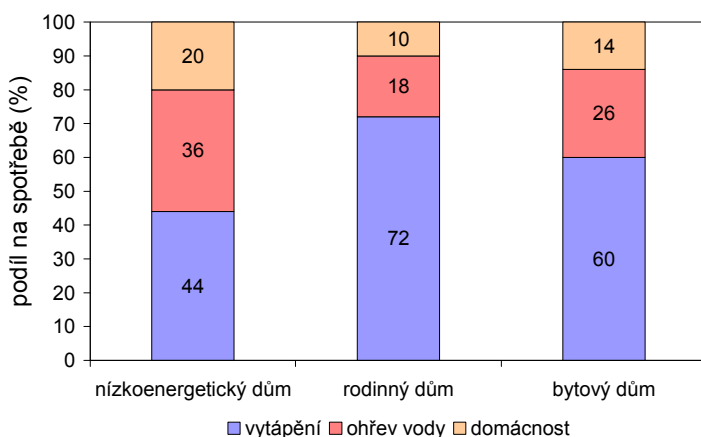
Úspory energie jsou dost často spojeny s rekonstrukcí domu, takže mohou přinést i zvýšení komfortu nebo úrovně bydlení. Téměř vždy se také sníží zátěž životního prostředí. Protože však energie nikdy není zadarmo, čekáme od úspor energie i úspory finanční. Je třeba si ujasnit, co všechno úspory energie obnášejí a přinášejí.

Velká, ne-li největší část energie, kterou za celý život spotřebujeme, souvisí s bydlením. Energii, kterou spotřebováváme při bydlení, využíváme pro tyto tři hlavní účely:

- na vytápění,
- ohřev vody,
- provoz spotřebičů v domácnosti.

Do poslední kategorie patří zejména osvětlení, vaření, praní, chlazení, žehlení a provoz elektroniky.

Každý dům má jinou spotřebu energie na vytápění, která je dána hlavně jeho konstrukcí. Záleží jak na izolačních schopnostech obvodového pláště, tak na tvaru a velikosti budovy. Dobře je to vidět na panelovém domě, kde většina bytů ztrácí teplo jen jednou venkovní stěnou, zatímco ostatními stěnami sousedí s jinými byty či chodbou. Naproti tomu u rodinného domku dochází ke ztrátám tepla všemi stěnami, podlahou i střechem. Jiným příkladem může být velmi dobře izolovaný nízko-energetický dům, kde obvodovým pláštěm uniká v porovnání se stejně velkým starším rodinným domem i méně než polovina energie (Obr. 1.1).



Obr. 1.1: Přibližná struktura spotřeby v různých domech [7]

Spotřebu energie na provoz domácích spotřebičů ovlivňuje hlavně jejich technická vyspělost a úspornost daná konstrukcí.

Rozdělení spotřeb energie podle účelů je důležité hlavně proto, že každou část spotřeby můžeme krýt jinou energií, s jinou cenou i jiným vlivem na životní prostředí. Pro chod domácnosti potřebujeme hlavně elektřinu, i když třeba pro vaření můžeme použít plyn nebo dřevo. Vodu můžeme ohřívat buď elektřinou (s oblibou se využívá tzv. noční proud, který je cenově výhodnější), nebo stejným palivem, jakým se topí. V praxi může jít o tzv. kombinovaný kotel na zemní plyn (nebo propan), který funguje celoročně jako karma a během zimy navíc ještě topí. Chceme-li topit uhlím či dřevem, můžeme použít tzv. kombinovaný bojler, který je během topné sezóny ohříván vodou z ústředního topení a v létě elektřinou (ev. solárním systémem).

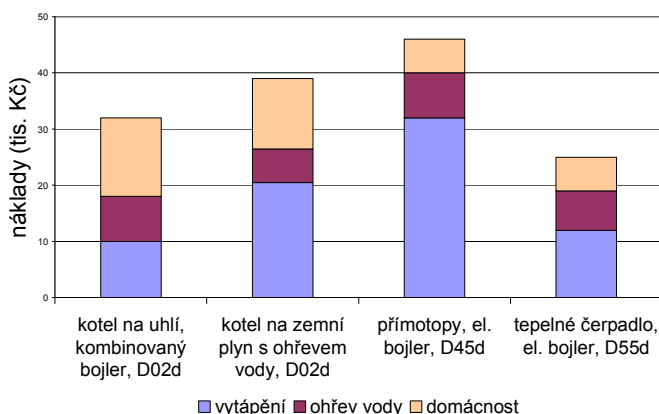
Cena energie

Stanovit skutečnou cenu energie, která by zahrnovala i vliv na životní prostředí, na zdraví obyvatel, snížení zásob paliv pro budoucí generace nebo náklady na likvidaci vyhořelého jaderného paliva, je velice složité. Zabývají se tím odborníci po celém světě a jejich výsledky nejsou vždy srovnatelné. Je však zřejmé, že při započítání těchto faktorů by byla cena energie několikanásobně vyšší. V současnosti si můžeme vybrat z mnoha paliv v různé kvalitě a ceně. Existují samozřejmě některá omezení. V některých místech není zaveden zemní plyn, jinde není k dispozici dostatečně silná elektrická přípojka.

Současné ceny průběžně aktualizované lze nalézt v [8]. Při srovnání roku 2011 např. s rokem 2004 nám vyjde, že ceny uhlí, elektřiny a plynu stouply 2x, dřeva 3x, nezměnila se cena propanu a lehkých topných olejů.

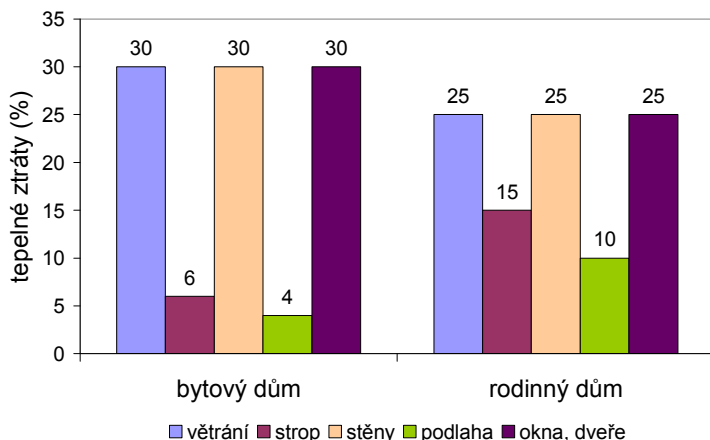
Jak ušetřit na vytápění

Před rozhodnutím, kde začít šetřit, je tedy nutné uvědomit si nejen toky energií, ale i peněz. Na Obr. 1.2 je uveden příklad rodinného domku s různými kombinacemi energií pro vytápění, ohřev vody a produktové řady elektrické energie.



Obr. 1.2: Srovnání nákladů na energie v rodinném domě [7]

Každou ze ztrát, které jsou znázorněny v grafech na Obr. 1.3, lze různými způsoby snížit. Je zřejmé, že obvodovým pláštěm uniká tepla nejvíc. Současně je ale jasné, že sebelepší izolace stěn nám nesníží účet za teplo na polovinu. Zateplení je tedy vhodné provádět komplexně a přitom brát v úvahu nejen vliv zateplení různých konstrukcí, ale i jeho cenu.



Obr. 1.3: Podíl různých konstrukcí na tepelné ztrátě domu [7]

Lákavé je hledat úspory ve snížení tepelných ztrát větráním. Utěsnění oken je levné, avšak je spojeno s velkými riziky. Při snížení infiltrace pod určitou hodnotu může vzrůst vnitřní vlhkost natolik, že může vést k poškození budovy. Omezování větrání může mít také vliv na zdraví obyvatel domu či bytu. Po každém snížení tepelné ztráty je třeba upravit vytápěcí systém, výkony otopných těles, ale především regulaci. Jinou možností je použít levnější palivo, např. dřevo. Náklady na výměnu kotle a úpravu otopné soustavy jsou řádově nižší než náklady na zateplení a výměnu oken. Obě možnosti můžeme kombinovat tak, aby úspora energie i nákladů odpovídala našim představám.

1.2. Zateplování

Dodatečná izolace domu bývá spojená s novou fasádou, střechou, vestavbou podkrovní nebo jinou rekonstrukcí domu. Při úvahách, zda se zateplení vyplatí nebo ne, je třeba zvážit také náklady na tyto stavební úpravy.

Kromě mnoha jiných důvodů nás k zateplování nutí i současné předpisy. Dříve platná vyhláška č.291/2001 Sb. stanovovala maximální měrnou spotřebu, kterou nesměly překročit stavby a rekonstrukce financované z veřejných prostředků. Tyto požadavky se vztahovaly i na soukromé domy, pokud na ně byla poskytnuta nějaká dotace. Dále se požadavky vyhlášky vztahovaly i na zcela soukromé stavby a rekonstrukce větších objektů se spotřebou více než 700 GJ ročně, což se týká především panelových domů. Na rodinné domky a jiné soukromé stavby se spotřebou nižší než 700 GJ ročně se vyhláška nevztahovala.

Od roku 2007 platí vyhláška č.148/2007 Sb., která stanovuje:

- požadavky na energetickou náročnost budov, porovnávací ukazatele a výpočtovou metodu stanovení energetické náročnosti budov,
- obsah průkazu energetické náročnosti budov a způsob jeho zpracování včetně využití již zpracovaných energetických auditů,
- rozsah přezkušování osob z podrobností vypracování energetického průkazu budov.

Rekonstrukce staršího domu, která bude respektovat požadavky normy, by sama o sobě měla přinést úsporu okolo 40 %. Je však dobré si uvědomit, že spotřeba domu stanovená podle vyhlášky slouží hlavně pro porovnání konkrétního domu s určitým standardem, a to ještě jen pokud jde o obvodový plášť. Skutečná spotřeba se od takto stanovené může velmi výrazně lišit, už proto, že dům bude stát v teplejší klimatické oblasti, bude mít účinné vytápění nebo bude využívat teplo z odpadního vzduchu.

Vlhkost v domě

Vhodně prováděné větrání je nejjednodušší a účinný způsob, jak se zbavit vlhkosti, která nutně vzniká pobytem lidí uvnitř. Vlhkost, podobně jako teplo, uniká vždy z místa, kde je jí více, tam, kde je jí méně - v zimě tedy zevnitř ven. Studený zimní vzduch totiž obsahuje méně vlhkosti než teplý vzduch v bytě. To, jak bude vlhkost prostupovat stěnami, závisí na tom, jaké materiály byly použity při stavbě. Některé materiály jako sklo, kovy, většina plastů a jiné vlhkost nepropouští vůbec (mají velmi vysoký difúzní odpor). 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 zdívo, urychluje korozi ocelových prvků, podporuje hnilobu dřevěných konstrukcí a plísňe na vnitřních omítkách. Obecně snižuje trvanlivost domu.

U starších cihlových domů se vlhkost ve stěnách během zimy hromadí a během léta se opět vypařuje 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 je navrhovat skladbu konstrukce tak, aby difúzní 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.

Snížení ztrát stěnami

Existují dva základní typy zateplení:

- kontaktní,
- zateplení s odvětranou mezerou.

Každý z těchto způsobů může být proveden jako vnitřní a vnější zateplení. Vždy je nutno ošetřit konstrukci tak, aby nevznikaly tepelné mosty: stěny musí být zateplený nejen tam, kde je vytápěný prostor, ale ještě pod úroveň podlah a nad úroveň stropů, stejně tak musí být zateplený parapety, ostění a nadpraží.

Vnější zateplení

Pro většinu budov je vhodnější použít venkovní zateplení. Zejména u panelových domů je to i účinná cesta k prodloužení jejich životnosti. Zateplení chrání v zimě před mrazem a v létě před slunečním žářem, takže klesne namáhání dilatací. Ocelové spojovací prvky jsou více chráněny před povětrností a tedy i korozí. Zateplením se řeší i tepelné mosty ve spárách mezi panely a při správném návrhu i u okenních otvorů.

Výhody:

- zdívo je „v teple“ a není tolik namáháno výkyvy teplot a povětrností,
- zvýší se akumulační schopnost domu,
- snáze se eliminují tepelné mosty v konstrukci (okenní překlady, věnce, stropy aj.),
- riziko kondenzace vlhkosti v konstrukci je minimální,
- budova získá novou fasádu, což vede k úsporám nákladů na údržbu,
- při instalaci se příliš neruší pobyt osob uvnitř.

Nevýhody:

- potřeba lešení a prostoru okolo domu,
- izolaci je potřeba provádět naráz v celé ploše stěny,
- rozšíří se vnější obrys domu (může dojít k přesahu na cizí pozemek),
- vyšší náklady.

Vnitřní zateplení

V některých případech (např. je-li fasáda domu historicky cenná) lze uvažovat o vnitřním zateplení. Pro vnější zateplení se běžně používá izolace v tloušťce 15 až 20 cm. Je zřejmé, že vnitřní zateplení bude vždy kompromisem mezi požadavkem na úsporu tepla a velikostí obytného prostoru. Protože však nemůžeme izolovat také vodorovné konstrukce, vznikají velké tepelné mosty. Původní obvodová stěna je po zateplení oddělena od teplého vnitřního prostředí vrstvou izolace, a proto je po zateplení mnohem chladnější. V místech, kde se napojuje na příčky, stropy a podlahy, ochlazuje tyto přilehlé konstrukce tak intenzivně, že se v místech styku může objevit plíseň. Mezi původní stěnou a izolací také vzniká chladná zóna, kde se s velkou pravděpodobností objeví zkondenzovaná voda uvnitř konstrukce. Důsledkem může být narušení nejen obvodových stěn, ale také nosných prvků, stropů a podlah.

Výhody:

- možnost izolovat jen jednu místnost,
- snadný přístup, bez lešení,
- možno instalovat bez ohledu na počasí,
- snáze se provádí svépomocí.

Nevýhody:

- riziko kondenzace vlhkosti ve stěnách domu,
- riziko promrzání vnějšího zdiva,
- riziko růstu plísní, zejména v oblasti tepelných mostů,
- snížení akumulační schopnosti zdiva,
- zmenšení plochy místností.

Kontaktní zateplení

Jde o nejvíce rozšířený a dobře vyzkoušený způsob zateplení, kdy je izolant přilepen k podkladu a ukotven hmoždinkami (jak kvůli gravitaci, tak kvůli větru, který by ho mohl odtrhnout). Na izolant se pak nanáší štěrková omítka se ztužující sítkou. Jako izolant se používá nejčastěji polystyren, někdy tuhé desky z minerálních vláken (zejména ve vyšších patrech budov, kvůli požární bezpečnosti). V zahraničí se používají i korkové desky, jako přírodní materiál.

Největší výhodou je poměrně nízká cena a bohatý výběr dodavatelských firem. Další výhodou je to, že se v izolaci nevyskytují tepelné mosty. Na izolaci je možné přilepit i drobnější tvarové prvky (pilastry, římsy aj.) z polystyrenu, polyuretanu nebo sádry. Díky tomu může mít dům i po renovaci stejný výraz jako před ní. Nevýhodou je to, že systém vyžaduje pevný a únosný podklad. Na starou opadávající omítku jej budeme moci použít jen s těžší. Kontaktní zateplení nikdy nepoužíváme na vlhké zdivo! Některé technologické operace se dají provádět jen za příznivého počasí, což může stavbu prodloužit.

1.3. Velikost tepelných ztrát

Stavební materiály mají různou schopnost propouštět teplo. Tepelně izolační materiál (polystyren) o tloušťce 1 cm propustí stejné množství tepla jako dřevo o tloušťce 4 cm, děrovaná cihla o tloušťce 9 atd. (Tab. 1.1).

Druh materiálu	Tepelná vodivost λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Porovnání tloušťky materiálu (cm)
izolační materiál	0,02 – 0,05	1
dřevo	0,12 – 0,16	4
děrovaná cihla	0,33 – 0,36	9
plná cihla	0,78 – 0,82	20
železobeton	1,35 – 1,45	36

Tab. 1.1: Tepelná vodivost stavebních materiálů [6]

Tepelně izolační vlastnosti nejpoužívanějších materiálů jsou v Tab. 1.2. Obecně platí, že čím je materiál lehčí, tím lépe izoluje. Za dobré izolanty se považují materiály, jejichž součinitel tepelné vodivosti $\lambda < 0,20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Druh materiálu	Tepelná vodivost λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Vhodnost použití
pěnový polyuretan	0,018 – 0,035	mezi okno a zeď
pěnový polystyrén	0,026 – 0,051	venkovní stěny
pěnový polyetylén	0,038 – 0,042	Izolace trubek
skelná a čedičová vlna	0,035 – 0,076	pro vyšší teploty
perlit	0,058 – 0,062	do malty a betonu
keramzit	0,090 – 0,110	do malty a betonu

Tab. 1.2: Tepelná vodivost tepelně izolačních materiálů [6]

1.4. Ekonomika zateplení

Kvalitně provedené zateplení by mělo mít životnost 40 i více let. U stěn je potřeba po několika letech obnovit nátěr, stejně jako u domu nezatepleného. Zateplení střechy, stropů a podlah vydrží obvykle až do doby, kdy budova získá nového vlastníka s jinými představami o jejím vzhledu a využití.

Při rozhodování o správné tloušťce izolace si musíme uvědomit, že náklady obvykle nerostou úměrně s tloušťkou izolantu. Například u kontaktního zateplení musíme platit projekt, lešení, lepicí a omítkové hmoty a povrchové úpravy bez ohledu na to, zda použijeme 5 nebo 25 cm izolantu. S tloušťkou zateplení rostou pouze náklady na izolant a kotvicí prvky, mírně se může zvýšit cena prací. V konkrétních případech mohou nezanedbatelně narůst třeba náklady na oplechování parapetů a podobně.

cena zateplení ($\text{Kč}\cdot\text{m}^{-2}$)	5 cm polystyrenu	10 cm polystyrenu	20 cm polystyrenu
příprava (vyspravení) podkladu	60	60	60
lešení	350	350	350
izolant, hmoždinky a lišty	180	280	510
lepicí a omítkové hmoty	80	80	80
montáž	330	330	350
celkem	1000	1100	1350
součinitel prostupu tepla ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)	0,85	0,43	0,21
izolační efekt	100 %	200 %	400 %

Tab. 1.3: Srovnání nákladů při zateplování dvojnásobnou tloušťkou izolantu [7]

Cena izolantu tvoří v celkové ceně zateplení malou část, na druhé straně z hlediska úspor je izolant jediným funkčním prvkem skladby. Už proto se nevyplatí na množství izolace šetřit. Vzhledem k vývoji cen energií se v dnešní době běžně používají vrstvy izolantu o tloušťce 15, 20 i více cm.

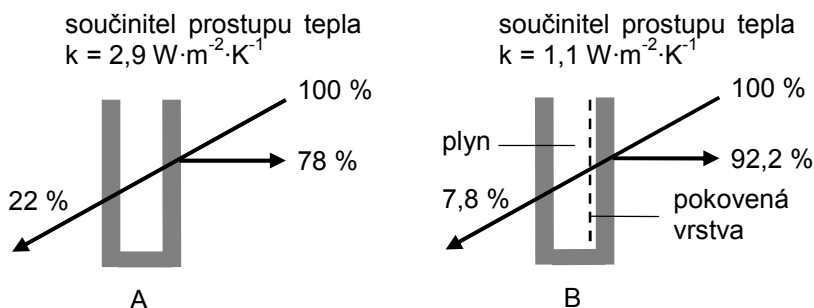
1.5. Snížení ztrát okny a prosklením

Okna jsou velkým zdrojem tepelných ztrát. Teplo uniká jednak prostupem a sáláním sklem a rámem, jednak spolu se vzduchem infiltrací ve spárách mezi křídlem a rámem. Infiltrace přispívají k nezbytnému větrání. Vývoj v konstrukci oken zaznamenal velký pokrok, takže nová moderní okna jsou dvakrát lepší, než ta, na která jsme u starších budov zvyklí.

Výměna oken

Výměna starých oken za nová je vždy natolik nákladná, že se čistě z hlediska energetických úspor téměř nikdy nevyplatí. Rozhodneme-li se však už okna vyměnit (třeba kvůli špatnému stavu původních), neměli bychom šetřit na zasklení. Okna jsou nabízena s různými typy dvojskel, přičemž rozdíl mezi nejlevnějším a nejdražším typem je 10 až 20 % ceny okna. Naproti tomu rozdíl v izolační schopnosti je až dvojnásobný.

Kvalitní izolační dvojsklo se vyznačuje tím, že mezera mezi skly je plněna argonem nebo jiným plynem, který izoluje lépe než obyčejný vzduch. Tzv. vakuovaná dvojskla, kde byl vzduch mezi skly zředěný (šlo tedy o velmi husté „vakuum“) jsou již překonána. Dalším atributem je mikroskopická vrstva kovu (ev. oxidů kovů) na vnější straně vnitřního skla. Tato vrstva propouští denní světlo dovnitř, ale teplo ven nikoli. Můžeme si ji představit jako síto, jehož oky snadno projde krátkovlnné záření - světlo, ale kterým neprojde dlouhovlnné záření – teplo (Obr. 1.4).



Obr. 1.4 Rozdíl mezi obyčejným (A) a kvalitním (B) dvojsklem [7]

Ještě lepších izolačních parametrů dosahuje zasklení se třemi skly (trojsklo). Před několika lety byla montáž oken s trojskly jedním z oblíbených úsporných opatření. Postupem času se však od trojitého zasklení začalo upouštět, a to jednak k vysoké ceně, jednak k velké hmotnosti oken, která kladla vyšší nároky na upevnění okenního kování. Mimoto se na trhu začala objevovat okna s dvojsklem využívající odrazivé vrstvy a náplň inertních plynů, která se svými parametry blížila oknům s trojsklem a byla výrazně levnější. V dnešní době, kdy se hledají řešení

pro dosažení mnohem nižších hodnot součinitele prostupu tepla, nastává opět renesance oken s vícenásobným zasklením. Kromě toho se objevují další řešení, jako například náhrada prostředního skla průhlednou fólií s pokovením. Hmotnost je stejná jako u dvojskla a odpadají problémy s rozdílnou dilatací tří tabulí skla.

1.6. Větrání

Větrání významným zdrojem tepelných ztrát. Nelze ho však jen tak snadno omezit. Nedostatek čerstvého vzduchu vede k únavě a nepohodě lidí v budově, v extrémním případě i ke zdravotním problémům. Větrání nepředstavuje jen přísun kyslíku, ale i odstranění odérů a škodlivin (kouře, prachu, formaldehydů, případně radonu atd.), které se v místnosti uvolňují. I samotnému domu větrání prospívá, protože snižuje vlhkost vznikající pobytem a činností osob. Dostatečné větrání je také prevencí vzniku plísní. Omezením zbytečného větrání lze ušetřit cca 10 až 15 % energie na vytápění.

Intenzita výměny vzduchu

Normy doporučují, aby v místnosti, kde pobývají lidé, byla intenzita výměny vzduchu 0,3 až 0,6 h⁻¹ nejčastěji se uvažuje hodnota 0,5 h⁻¹. To znamená, že za hodinu se vymění polovina objemu vzduchu v místnosti. Je zřejmé, že vycházet z objemu místnosti není ideální. Zdá se tedy lepší vycházet z množství vzduchu na osobu, které je 15 až 25 m³·h⁻¹. Pokud v místnosti lidé nejsou, doporučuje se větrat alespoň s intenzitou 0,1 h⁻¹ s ohledem na odvod vlhkosti a škodlivin. Je-li v domě radon, je třeba větrat velmi intenzivně. V tom případě je vhodné použít strojní větrání, pokud možno s rekuperací tepla. Omezení větrání by mohlo mít v tomto případě tragické následky.

Přirozené větrání

Drtivá většina domů je větrána okny. To je ostatně jedna z jejich zásadních funkcí. Větrání by mělo být nárazové, tj. okny otevřenými dokořán, alespoň jednou za dvě hodiny, aby vzduch mohl proudit rychle. V zimě postačí okna otevřít na 3 až 5 minut, na jaře a na podzim na 10 až 15 minut. Krátké větrání je důležité proto, aby se zbytečně neochlazovaly stěny a podlaha. Větrání trvale pootevřeným oknem je velmi nevhodné. Mnoho tepla tak utíká bez užítu přímo ven a odlehlější části místností jsou přitom větrány málo.

Infiltrace

Část přirozeného větrání funguje i bez ohledu na uživatele. Netěsnostmi mezi rámem a křídlem okna proniká dovnitř studený vzduch. Teplý vzduch uniká za bezvětrí spárami v horní části oken, za větru odchází okny na závětrné straně. Množství větracího vzduchu závisí na těsnosti oken, rozdílu teplot uvnitř a venku a na rychlosti větru. Důsledkem je to, že větrání infiltrací nikdy není takové, jaké potřebujeme. Není-li místnost obývána, je infiltrace většinou zbytečně vysoká, což zvyšuje spotřebu tepla. Jsou-li v místnosti lidé, je infiltrace obvykle nedostatečná, takže je stejně nutno občas vyvětrat otevřeným oknem.

Řešením je okna utěsnit, případně použít nová těsněná okna. Moderní okna jsou až desetkrát těsnější než obyčejná starší dřevěná okna. Dodatečné těsnění

starších oken zvýší jejich těsnost několikanásobně. Následkem však je ale zvýšení vlhkosti v místnosti při nedostatečném větrání. Pak se mohou vyskytnout plísňe v koutech a místech tepelných mostů. Ve starších domech s vlhkými zdmi by zatěsnění oken problém s vlhkostí výrazně zhoršilo; správné je nejprve odstranit příčiny vlhnutí. Úspory utěsněním oken závisí na tom, jak netěsná byla okna původní, obvykle je to až 10 %.

Nucené větrání

Větrání pomocí ventilátorů se dnes běžně uplatňuje zatím jen u kuchyňských digestoří a v koupelnách, kde je třeba odvést větší množství vlhkosti. Předpokládá se jen nárazový provoz, který nemá trvalý vliv na prostředí v domě.

Systematické větrání prostor však již není výsadou průmyslových a kancelářských budov. Větráme-li dům pomocí ventilátorů, větráme jen tehdy a jen tolik, kolik potřebujeme, což má velký vliv na spotřebu energie. Ještě větší úspory však lze dosáhnout rekuperací tepla z odpadního vzduchu. Jestliže už dům vybavíme vzduchotechnikou, tato možnost se sama nabízí. Další výhodou může být možnost chladit dům během léta. To sice nepřinese úsporu energie, ale může významně zvýšit komfort. Instalaci vzduchotechnického zařízení pro rekuperaci tepla k dosažení úspor je ovšem třeba pečlivě zvážit, protože efektivita tohoto opatření závisí na ceně tepla, které používáme k vytápění, na účinnosti zařízení a na množství a ceně hnací energie spotřebovávané rekuperačním zařízením.

Centrální systémy větrání

Větrací vzduch je přiváděn do místností vzduchotechnickým potrubím vedeným v podhledech stropu, případně v podlaze či stěnách. Odtah vzduchu může být umístěn buď v každé místnosti, nebo centrálně, např. v chodbě. Dveře z místností pak nesmějí být těsné. Srdcem systému je obvykle kompaktní jednotka s odtahovým i přívodním ventilátorem, filtry, rekuperačním výměníkem tepla a ohřívacem vzduchu (případně i chladičem). Ohříváč může být elektrický nebo teplovodní, který se napojí na kotel či jiný zdroj tepla (případně přes akumulaci nádrž). Centrální systém větrání se totiž dá dobře spojit s vytápěním domu. Náklady ušetřené za vytápěcí systém pak vyrovnají náklady na instalaci větrání. Vzhledem k rozsahu stavebních prací je vhodný pro novostavby nebo při zásadní rekonstrukci. Pokud chceme mít v domě krb nebo jiné topidlo s komínem, je třeba navrhnout větrání jako mírně přetlakové, protože u podtlakového systému by byl nasáván vzduch komínem. To znamená přivádět o něco více vzduchu, než se odsává. Pokud je vzduch pouze přiváděn a odpadní vzduch uniká okny, není samozřejmě možno využít rekuperaci tepla. Obecně je lepší používat podtlakové systémy, aby se snížil tok vlhkosti z interiéru do konstrukcí. Obvykle je obtížné zajistit různou intenzitu větrání v jednotlivých místnostech. Řeší se to tak, že část vzduchu v domě cirkuluje, takže dům je z hlediska větrání jedna velká místnost, kam se přivádí čerstvý vzduch podle počtu osob. Větrací systém musí umožňovat měnit objem větracího vzduchu podle potřeby, nejčastěji plynulou nebo stupňovitou změnou otáček ventilátorů. Centrální větrání umožní velmi efektivně využít solární zisky z osluněných místností, které rozvede po celém domě, takže nedochází k přehřívání osluněných místností. Díky strojnímu větrání a rekuperaci tepla lze uspořit až 80 % energie pro větrání, tj. cca čtvrtinu celkové spotřeby domu. Velkým přínosem je vyšší komfort bydlení a dostatek čerstvého vzduchu.

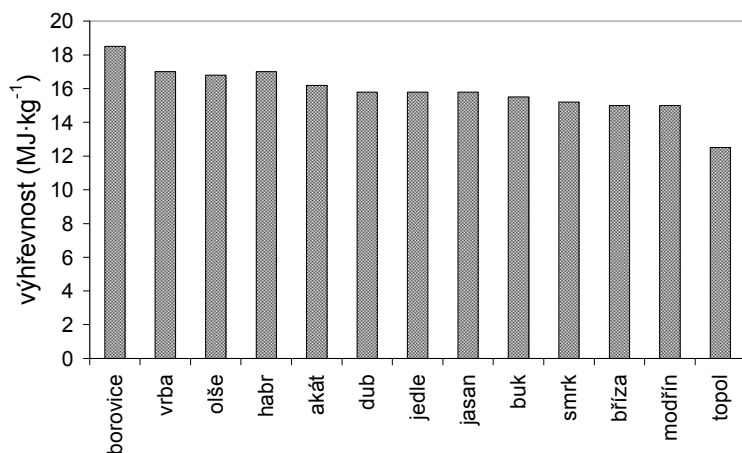
1.7. Zdroje tepla

Dřevo, biomasa

Dřevo u nás stále ještě patří k nejlevnějším palivům. Pro větší zdroje (např. blokové kotelny bytových domů) se využívá i štěpka, sláma nebo jiná spalitelná biomasa, její cena je však individuální.

Platí, že dřevo by se mělo spalovat ve speciálních kotlích. Topení dřevem v kotlích na uhlí je málo účinné. Protože dřevo hoří dlouhým plamenem (na rozdíl od uhlí, které má plamen krátký), velká část energie vyletí nevyužita komínem.

Rovněž je třeba topit výhradně suchým dřevem, to znamená aspoň dva roky skladovaným v zakryté hranici. Syrové dřevo výrazně snižuje životnost kotle a je ho pochopitelně potřeba mnohem větší množství. Navíc má oproti proschlému poloviční výhřevnost, protože velká část tepla je spotřebována na vypaření vody. Potřeba skladovacího prostoru je (spolu s prací na jeho přípravu) jednou z velkých nevýhod dřeva. Jestliže nezateplený rodinný domek spotřebuje za rok 15-25 prostorových metrů dřeva (prm), pak potřeba prostoru okolo domu je opravdu velká. Různé druhy dřeva mají přibližně stejnou výhřevnost (Obr. 1.5). Tvrdé dřevo má větší měrnou hmotnost než měkké, ve stejném velkém polenu je tedy více energie.

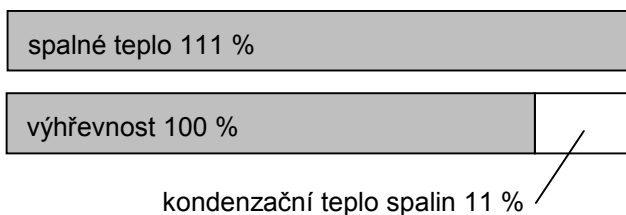


Obr. 1.5: Výhřevnost dřeva při 20% vlhkosti [7]

Zemní plyn

Jde o palivo velmi komfortní a poměrně ekologické (emise oxidů síry a prachu jsou prakticky nulové), které lze využívat s vysokou účinností. Kotle se dají velmi dobře regulovat.

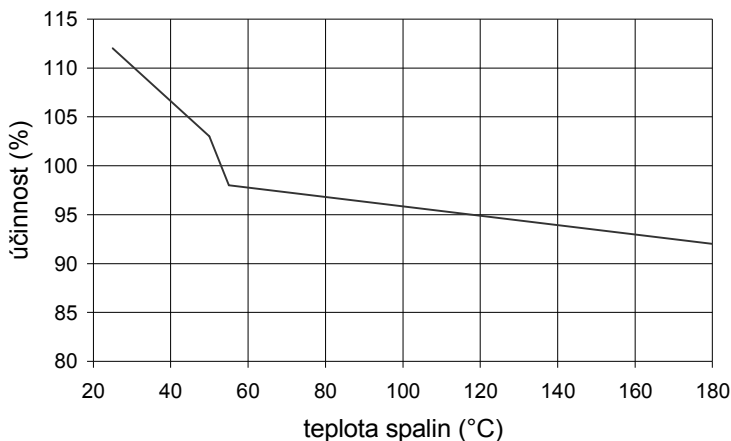
V poslední době se zemní plyn účtuje v kWh, nikoli v m³ jako dřívě. Plynoměry však stále měří v m³, takže dodavatel plynu přepočítává objem na kWh podle průměru spalného tepla za zúčtovací období. Spalné teplo je vyšší než výhřevnost (1,11 x) – viz. Obr. 1.6. Obě veličiny udávají, kolik energie je v plynu obsaženo.



Obr. 1.6: Maximální účinnost kotle v závislosti na ochlazení spalin [7]

Spálíme-li plyn, vznikne CO_2 , vodní pára a malé množství jiných zplodin (oxidy dusíku aj.). Pokud však spaliny ochladíme, pára zkondenzuje a získáme teplo, které bylo potřeba na přeměnu vody na páru. Toto teplo právě tvoří rozdíl mezi výhřevností (která ho neuvažuje) a spalným teplem (které ho uvažuje). Kondenzace spalin je většinou nežádoucí, protože působí nízkoteplotní korozi ocelových kotlů.

Definice účinnosti kotlů je založena právě na výhřevnosti. Ta je definována jako poměr mezi energií v palivu (tj. výhřevností) a energií, kterou z kotle získáme (rozdíl jsou ztráty). Důsledkem je to, že moderní kondenzační kotle, které nejsou nízkoteplotní korozi ohroženy, mohou mít účinnost přes 100 %. Dalším důsledkem je to, že údaj o dodávce energie na faktuře za plyn musíme napřed přepočítat na výhřevnost, chceme-li jej použít pro technické výpočty.



Obr. 1.7: Maximální účinnost kotle v závislosti na ochlazení spalin [7]

Solární systémy

Používají se jako doplňkový zdroj, zejména na začátku a na konci topné sezóny. To vyplývá z toho, že v zimě, kdy je spotřeba tepla největší, je slunečního svitu málo. Teplovodní kolektory mohou (kromě přípravy teplé vody, což je obvykle primární) odvádět teplo do podlahového topení nebo nízkoteplotních radiátorů. Akumulační nádrž je nezbytná, protože v době slunečního svitu využívá dům především pasivní zisky okny a prosklením.

1.8. Návratnost investic při zateplování

Od investice čekáme, že nám zhodnotí vložené peníze s určitým ziskem a s určitým rizikem. Na zateplení se můžeme také dívat jako na útratu. Zateplením by měla stoupnout užitná i tržní hodnota domu. Rozhodnutí zde tedy závisí jen na osobních preferencích. V případě, že dům už opravdu potřebuje novou fasádu, stojíme před tzv. vynucenou investicí. Stejně jako zvažujeme, jestli udělat fasádu „obyčejnou“ s nižšími náklady, nebo zda by nebylo lepší udělat fasádu zateplenou a rok co rok platit za teplo méně než předtím. Zateplení je pak relativně levnější, protože nějaké náklady bychom museli vynaložit v každém případě.

Při zateplování budovy můžeme využít jak opatření s rychlou návratností, tak opatření nenávratná. Pro základní ekonomické vyhodnocení návratnosti potřebujeme znát tři parametry:

- 1) Náklady na úsporná opatření - jednotkové ceny (např. cena za m^2 zateplení). Pro většinu staveb jsou přibližně stejné.
- 2) Výši možných úspor energie - čím je původní stavba horší, čím více v ní dnes protopíme, tím snáze dosáhneme úspor (zateplení na tenké cihelné zdi přinese vyšší úsporu než na zdi z izolačních tvárnic).
- 3) Cenu tepla - závisí nejen na ceně paliva, ale i na účinnosti kotle či jiného zařízení. Někdy je do ceny paliva nutno zahrnout i další náklady - např. na likvidaci popela, na vybudování plynové přípojky a podobně. Zejména u elektrického topení je nutné platit stálé platby bez ohledu na spotřebované množství. Čím méně elektřiny protopíme, tím je kilowatthodina dražší. Výstupem jednoduchého ekonomického hodnocení je prostá návratnost investice. Je-li delší než životnost opatření, vložené prostředky se nám nikdy nevrátí.

V Česku je návratnost investic do zateplení živě diskutovaný pojem. Existují propočty, které prokazují, že investice do zateplení se vrátí během 7-10 let. Samozřejmě v závislosti na aktuálních cenách energií. Spotřeba domu se posuzuje podle spotřeby kWh na m^2 obytné plochy za rok. Starší nezateplené domy mají spotřebu $200 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$ za rok. Trendy v budoucí výstavbě jednoznačně míří k nízkoenergetickým zatepleným stavbám, které mají spotřebu pouhých $50 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$ za rok.

Obecně lze říci, že komplexním zateplením včetně výměny oken lze ušetřit u domů postavených do roku 1979 mezi 50 až 70 % tepla na vytápění a u domů postavených po tomto roce je úspora obvykle mezi 30 až 50 % tepla. Rozdíl je způsoben tím, že v tomto roce začaly platit nové normy na tepelné izolace.

V této kapitole jsou použity doslovné citace, tabulky a obrázky z literatury [6, 7].

1.9. Literatura

- [1] Drkal, F.: K vývoji klimatizace - TZB-Info [on-line]. 13.6.2005 [cit. 2011-10-25]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2557-k-vyvoji-klimatizace-ii>
- [2] TSC - Jak fungují klimatizace [cit. 2011-10-23]. Dostupné z: <http://www.tsc-lg.cz/o-klimatizacich/jak-to-funguje>
- [3] Rubin, A., Rubinová, O.: Klimatizace a větrání, Šlapanice, ERA 2004
- [4] Székyová; M., Ferstl, K.: Větrání a klimatizace, Jaga, Bratislava 2006
- [5] Dufka, J.: Větrání a klimatizace domů a bytů, Praha, Grada 2005
- [6] Dufka, J.: Hospodárné vytápění domů a bytů, Praha, Grada 2007
- [7] Srdečný, K., Macholda, F.: Úspory energie v domě, Grada, Praha 2004, ISBN 80-247-0523-0
- [8] Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva [cit. 2011-10-23]. Dostupné z: <http://vytapieni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnani-nakladu-na-vytapieni-podle-druhu-paliva>