

ÚSPORY ENERGIE, EKONOMIKA A EKOLOGIE

G STUDIJNÍ CÍLE

Po prostudování :

- § Porozumíte problematice snížení energetické náročnosti domácnosti.
- § Seznámíte se s možnostmi zateplení domu.
- § Ujasníte si vztah mezi vytápěním a větráním.
- § Budete se umět rozhodnout, za jakých podmínek se vyplatí rekonstrukce domu, jaký zdroj tepla za daných podmínek je nejvýhodnější a jak ušetřit.
- § Porozumíte vztahu ekonomie – ekologie při vytápění.

Ň KLÍČOVÁ SLOVA

tepelné ztráty, zateplení, infiltrace, tepelné čerpadlo, solární systémy, regulace, emise.

Ā ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU

240 minut

& Text k prostudování

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.

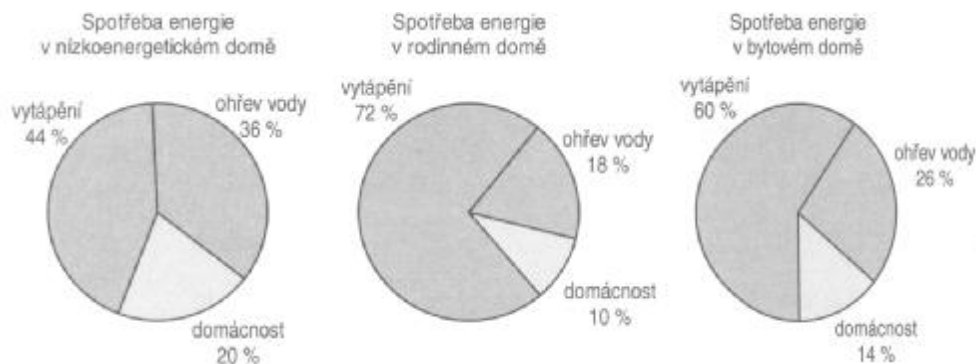
Velká, ne-li největší část energie, kterou za celý život spotřebujeme, souvisí s bydlením. Protože peníze za tuto energii bereme spíš jako cenu za bydlení, možná si ji neuvědomujeme tak silně jako třeba peníze na benzín pro auto.

Energii, kterou spotřebováváme při bydlení, využíváme pro tyto tři hlavní účely:

- na vytápění,
- ohřev vody a
- 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 střechou. Jiným příkladem může být velmi dobře izolovaný nízkoenergetický 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

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).

1.1 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 tzv. externalit by byla cena energie několikanásobně vyšší. Pro jednoduchost se tedy budeme držet aktuálních cen paliv na českém trhu, i když nemusí odrážet správnou cenu energie. 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 (Tab. 1.1).

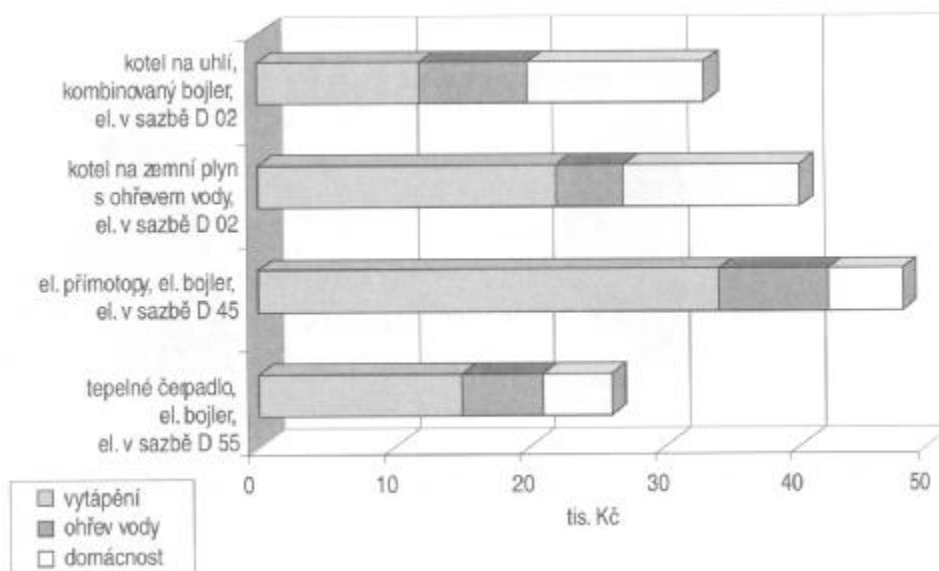
Druh paliva	Výhřevnost	Cena paliva		Stálé platby (Kč za měsíc)	Cena tepla v palivu		Průměrná účinnost využití paliva	Konečná cena tepla	
					Kč/GJ	Kč/kWh		Kč/GJ	Kč/kWh
hnědé uhlí	18,0 MJ/kg	1,49 Kč/kg		245	82,8	0,30	55	151	0,54
černé uhlí	23,1 MJ/kg	2,19 Kč/kg			94,8	0,34	55	172	0,62
koks	27,5 MJ/kg	4,09 Kč/kg			148,7	0,54	62	240	0,86
palivové dřevko	14,6 MJ/kg	0,93 Kč/kg			63,7	0,23	75	85	0,31
dřevěné brikety	17,5 MJ/kg	3,50 Kč/kg			200,0	0,72	75	267	0,96
dřevěné pelety	18,5 MJ/kg	3,60 Kč/kg			194,6	0,70	85	229	0,82
štěpka	12,5 MJ/kg	2,80 Kč/kg			224,0	0,81	80	280	1,01
zemní plyn	34,1 MJ/m ³	0,675 Kč/kWh			199,6	0,72	89	263	0,95
propan	46,6 MJ/kg	21,00 Kč/kg			450,6	1,62	89	506	1,82
lehký topný olej TOEL	42,0 MJ/kg	13,80 Kč/kg			328,6	1,18	89	369	1,33
		nízký tarif	vysoký tarif						
elektřina									
akumulace	3,6 MJ/kWh	0,79	3,13	756	219,4	0,79	93	357	1,28
elektřina přímotop	3,6 MJ/kWh	1,08	3,92	1 229	300,0	1,08	95	416	1,50
tepelné čerpadlo v D55	3,6 MJ/kWh	0,98	3,92	504	272,2	0,98	300*)	123	0,44

Tab. 1.1 Ceny paliv a tepla (orientační)

Poznámka : Aktuální ceny včetně pořizovacích nákladů jsou uvedeny v příloze.

1.2 Jak ušetřit na vytápění

Před rozhodnutím, kde začít šetřit, je tedy nutné uvědomit si nejen toky energií, ale i peněz. V grafu na Obr. 1.2 je uveden příklad rodinného domku s různými způsoby kombinace paliv. Domy ale nestavíme proto, abychom v nich topili. Teplo však uvnitř potřebujeme. Neustále nám utíká ven - to bohužel vyplývá z fyzikálních zákonů. Můžeme tedy buď topit a topit, nebo únik tepla zpomalit a topit méně.



Obr. 1.2 Srovnání nákladů na energie v rodinném domě

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

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 (viz kapitola 4). 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.

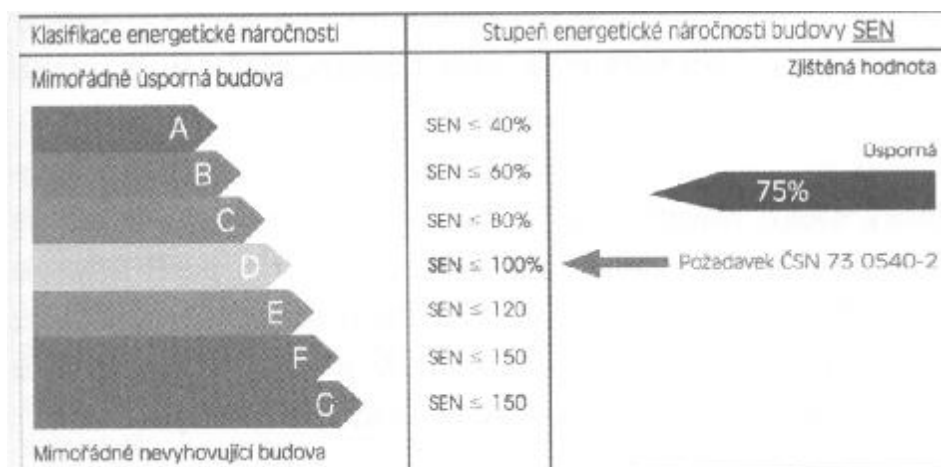
Obě možnosti můžeme kombinovat tak, aby úspora energie i nákladů odpovídala našim představám.

2. ZATEPLOVÁNÍ

Dodatečná izolace domu bývá spojená s novou fasádou, střechou, vestavbou podkroví 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. Platná vyhláška č. 291/2001 Sb. stanovuje maximální měrnou spotřebu, kterou nesmí překročit stavby a rekonstrukce financované z veřejných prostředků. To se tedy týká zejména budov, které staví obec, město, krajský úřad nebo stát, ale i soukromých domů, pokud je na ně poskytnuta nějaká dotace. Dále se požadavky vyhlášky vztahují i na zcela soukromé stavby a rekonstrukce. Dodatečná izolace domu bývá spojená s novou fasádou, střechou, vestavbou podkroví 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. Platná vyhláška č. 291/2001 Sb. stanovuje maximální měrnou spotřebu, kterou nesmí překročit stavby a rekonstrukce financované z veřejných prostředků. Tyto požadavky se vztahují i soukromé domy, pokud je na ně poskytnuta nějaká dotace. Dále se požadavky vyhlášky vztahují 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 nevztahuje. Její požadavky je ale možné chápat jako určitý standard. Ten, kdo se chystá stavět nebo opravovat rodinný domek, by měl po projektantovi splnění požadavků vyhlášky vyžadovat. Jednoduchým vodítkem může být energetický štítek budovy (Obr. 2.1).



Obr. 2.1 Energetický štítek budovy

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.

2.1 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 zdivo, 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 (i když ne jedinou možnou) 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.

2.2 Snížení ztrát stěnami

Existují dva základní typy zateplení:

- kontaktní a
- 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.

2.3 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 korozi.

Zateplením se řeší i tepelné mosty ve spárách mezi panely a při správném návrhu i u okenních otvorů.

Výhody a nevýhody:

- + zdivo 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;

- 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

2.4 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. V důsledku může být narušena nejen obvodová stěna, ale také nosné prvky stropů a podlah.

Výhody a nevýhody:

- + 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 akumulační schopnosti zdiva;
- zmenšení plochy místností.

2.5 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 sítí. 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 (šambrány, 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.

2.6 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 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. Přístup „vždycky se dávalo 5 cm a stačilo to“ není nejlepší cestou, jak zhodnotit své peníze.

	<i>Cena zateplení 5 cm polystyrenu (Kč/m²)</i>	<i>Cena zateplení 10 cm polystyrenu (Kč/m²)</i>	<i>Cena zateplení 20 cm polystyrenu (Kč/m²)</i>
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 izolační efekt	0,85 W/(m ² .K) 100 %	0,43 W/(m ² .K) 200 %	0,21 W/(m ² .K) 400 %

Tab. 2.1 Srovnání nákladů při zateplování dvojnásobnou tloušťkou izolantu

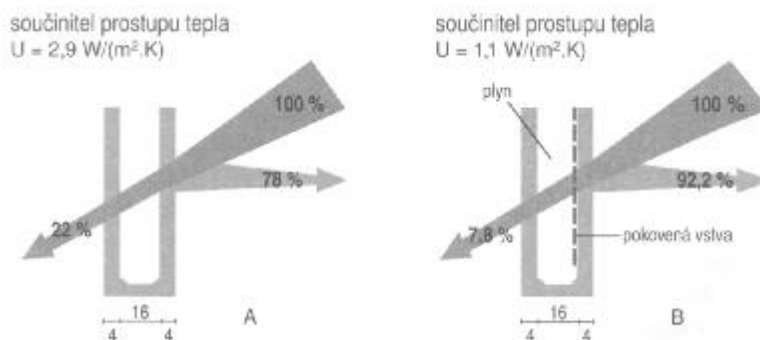
3. SNÍŽENÍ ZTRÁT OKNY A PROSKLENÍM

Okna jsou velkým zdrojem tepelných ztrát. Teplo uniká jednak prostupem a sáláním skrze sklo a rám a 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 které jsme u starších budov zvyklí.

3.1 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. 3.1).



Obr. 3.1 Rozdíl mezi obyčejným(A) a kvalitním (B) dvojsklem

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 kvůli vysoké ceně, jednak kvůli velké hmotnosti oken, která kladla vyšší nároky na upevnění okenního kování. Mimoto se na trhu začaly 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 náročnějších 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.

3.2 Repase oken

Pokud jsou stávající okna v dobrém stavu, je možné uvažovat o jejich repasi. Ta spočívá ve výměně vnitřního skla za sklo s tzv. tvrdým pokovením. Pokovení funguje podobně, ale ne tak efektivně, jako u dvojskel (viz předchozí kapitola). Důvodem je jiná technologie, protože pokovení je trvale na styku se vzduchem a musí snést mytí. Výměnu vnitřního skla je vhodné spojit s nátěrem, opravami kytování, kontrolou správné funkce kování. Tyto náklady však nesouvisí s úsporami energie.

Nahradit ve stávajících oknech jedno ze skel dvojsklem je možné jen v případě, že rámy i kování snesou značné přetížení třetí tabulí skla. Rám obvykle umožní použít jen tenké dvojsklo. Malá vzdálenost mezi skly je příčinou horší izolační schopnosti okna. Tyto nevýhody jsou však vyváženy cenou, která je oproti výměně oken zhruba čtvrtinová.

4. 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. Jak již bylo uvedeno výše, nesmí se to však přehnat!

4.1 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. Když budou v místnosti jeden nebo dva lidé, musí být potřeba vzduchu jiná, než když se tam sejde dvacet hostů na večírek. Zdá se tedy lepší vycházet z množství vzduchu na osobu, které je 15 až 25 m³/h. Pokud v místnosti lidé nejsou, doporučuje se větrat alespoň s intenzitou 0,1 h⁻¹ kvůli odvodu 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.

4.2 Přirozené větrání

Drtivá většina domů je větrána okny. To je ostatně jedna z jejich zásadních funkcí. Lidé v domě by měli dbát na to, aby občas, alespoň jednou za dvě hodiny důkladně vyvětrali (zejména mají-li těsná okna). Větrání by mělo být nárazové, tj. okny otevřenými dokořán, 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. Můžeme-li si dovolit

průvan, bude větrání skutečně intenzivní a dobu je možno zkrátit. Krátké větrání je důležité proto, aby zbytečně nevychlázaly stěny a podlaha.

Větrání trvale pootevřeným oknem je velmi nevhodné. Mnoho tepla tak utíká bez užitku rovnou ven. Odlehlejší kouty místností jsou přitom větrány málo.

4.3 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. V zimě a za větru jsou infiltrace vyšší, na jaře a na podzim příliš nízké.

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. Obyvatelé se pak ale musí o větrání starat více sami, tj. otevírat okna. Zanedbají-li to, hrozí výše uvedené potíže. Indikátorem jsou někdy 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 zatěsněním oken závisí na tom, jak netěsná byla okna původní, obvykle je to až 10 %. Tato úspora však nesmí být dosažena na úkor životního prostředí v domě!

4.4 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 chlazení domu 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.

4.5 Centrální systémy větrání

Větrací vzduch je přiváděn do místností vzduchotechnickým potrubím vedeným v podhledech stropu, případně v podlaze či stěnách. Pokud by se vedlo přímo interiérem, působilo by dost rušivě. Odtah vzduchu může být buď umístěný 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 ohřívačem vzduchu (případně i chladičem). Ohřívač může být elektrický nebo teplovodní, který se napojí na kotel či jiný zdroj tepla (případně přes akumulaci nádrží). 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 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 pokojů.

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.

5. VYTÁPĚNÍ

Pouze ty nejlépe izolované a speciálně konstruované domy (tzv. pasivní) se obejdou bez vytápěcího systému. K vytápění využívají teplo, které vydávají lidé uvnitř (dospělý člověk v klidu hřeje asi jako 100W žárovka) a spotřebiče (chladnička, osvětlení aj.). Samozřejmě využívají i energii slunečního záření, která dopadá dovnitř okny a prosklením. Toto teplo sice využívá každý dům, ale vzhledem k celkové spotřebě jde obvykle o velmi malý podíl. Je tedy na místě otázka, jak dům vytápět s co nejmenší spotřebou energie, případně s co nejmenšími náklady. Abychom toho dosáhli, musíme zvolit vytápěcí systém, odpovídající zdroj tepla a regulaci.

5.1 Regulace

Regulace zajišťuje, aby teplo bylo jen tam, kde ho chceme mít, a nebylo ho moc ani málo. Moderní budovy jsou regulací (nejen vytápěcí) někdy nacpány tolik, že se mluví o inteligentních budovách. Výkon kotle a topného systému se dimenzuje tak, aby v domě bylo 20 °C i tehdy, je-li venku -15 °C, slunce nesvítí a fouká vítr. Tyto podmínky jsou jen několik dní v roce. Základní funkcí regulace je tedy omezovat výkon topení na nutné minimum, aby se nepřetápělo. Čím lépe bude fungovat, tím méně paliva spotřebujeme při stejném nebo i lepším komfortu bydlení. Úspory dosažené dobrou regulací se pohybují od 5 do 15 %. Regulace otopné soustavy pracuje v několika úrovních.

Regulace kotle

Nejzákladnější regulace je na úrovni zdroje (kotle). Mění se výkon kotle, např. množstvím paliva (četností přikládání). Starší plynové kotle hořák zapínaly nebo vypínaly, v extrémním případě byl interval zapínání několik minut. To zhoršuje účinnost, emise i životnost kotle. Moderní kotle dokáží měnit přísun paliva a tím upravovat výkon plynule v rozsahu 30 až 100 %. To se týká i kotlů na uhlí nebo dřevo. Regulace výkonu starších uhelných kotlů „skrčením“ (tj. omezení přívodu spalovacího vzduchu) je příčinou jejich špatné účinnosti a emisních parametrů.

Regulace otopné soustavy podle času

Má-li topení pracovat efektivně, musí teplo dodávat jen v době, kdy je to potřeba (např. v noci nebo dopoledne topit na nižší teploty). To lze řešit časovým a teplotním spínačem, který topení zapíná podle předem nastaveného programu, obvykle pro celý dům najednou. „Chytřejší“ systémy pak dovedou regulovat teploty v různých místnostech nezávisle. V noci je například ve všech místnostech nastavena útlumová teplota, k ránu se zvýší teplota v kuchyni a koupelně, dopoledne nastane opět útlum, odpoledne se zvýší teplota nejprve v dětském pokoji a obývací, potom v kuchyni a nakonec v ložnici, a poté celý byt opět přechází na nižší teplotu. O víkendech, kdy je celá rodina doma, se vytápí byt jako jeden celek.

Pro hospodárné a rovnoměrné vytápění je vhodné, aby byl zachován stále stejný průtok topné vody otopnou soustavou. Pokud budeme průtok pořád měnit, budou některé místnosti přetápěny a jiné nedotápěny. Co ale dělat, mění-li se venkovní teplota? Tuto otázku řeší systém vlečné neboli ekvitermní regulace, který je dnes základní součástí moderní otopné soustavy. Ekvitermní regulace pracuje s takzvanými topnými křivkami, podle nichž směřuje topnou vodu tak, aby měla v každém okamžiku optimální teplotu. Při nižší venkovní teplotě je do oběhu hnána voda teplejší, pokud je venku tepleji, teplota topné vody klesá. Tím se plynule mění výkon otopné soustavy v závislosti na venkovní teplotě.

Teplotu topné vody můžeme nastavovat i ručně, ale potom budeme spotřebovávat asi o 10 % více paliva.

Využití tepelných zisků

Teplo potřebné k udržení teploty v místnosti nemusí pocházet jen z otopné soustavy. V okamžiku, kdy začne svítit do oken slunce nebo uživatelé právě „topí“ třeba žehličkou, je možno topení v dané místnosti zastavit. K tomuto účelu musí být ale otopná soustava uzpůsobena, jinak nebude umět tepelný zisk „poznat“ a využít. Nejrozšířenějším zařízením používaným k využití tepelných zisků jsou termoregulační ventily (TRV), které zavřou přívod topné vody do otopného tělesa, přesáhne-li teplota v místnosti nastavenou hodnotu. Jejich výhodou je možnost regulace každého tělesa nezávisle a tedy využití solárních i místních vnitřních tepelných zisků. Nevýhoda spočívá v možnosti neodborných zásahů a v případě veřejných prostor i možnost jejich odcizení.

U velkých budov se proto používá tzv. zónová regulace, která reaguje na oslunění budovy uzavřením přívodu topné vody do všech místností na osluněné straně. Tato regulace sice neumožňuje využití lokálních vnitřních tepelných zisků, ale je levnější a je odolná vůči neodborné manipulaci.

Pokud je zařízení pro využití tepelných zisků montováno dodatečně, je nutné provést i další úpravy otopné soustavy. V dnešních soustavách s nuceným oběhem topné vody totiž nelze jen tak najednou uzavřít všechna tělesa nebo stoupačky a přiškrtnout tak průtok vody. Oběhové čerpadlo se stále snaží tlačit vodu do soustavy, což se projevuje zejména v panelových domech strašidelnými zvuky (klepání, rachocení atd.). Vznikající tlakové rozdíly mohou způsobit i poškození některých částí soustavy. Proto je nutné při instalaci TRV nebo zónové regulace instalovat současně zařízení pro regulaci tlakové difference, které problémy odstraní.

Vyvážení otopné soustavy

Pokud je topení dobře navrženo a seřízeno, je při otevření všech těles v každé místnosti potřebná teplota a mezi přívodem a zpátečkou každého tělesa je stejný rozdíl teploty. Pokud tomu tak není, je třeba změnit velikost otopných ploch nebo průtoky topné vody jednotlivými částmi otopné soustavy. To je úkol pro topenářskou firmu. Tento úkon se nazývá vyvážení otopné soustavy. Pokud je soustava špatně vyvážená, jsou některé místnosti přetápěny, jiné naopak nedotápěny a přebytky tepla jsou v lepším případě zachytávány TRV, což zase vede k přiškrtnutí průtoku topné vody. Vyvážení topné soustavy je základním předpokladem jejího správného fungování.

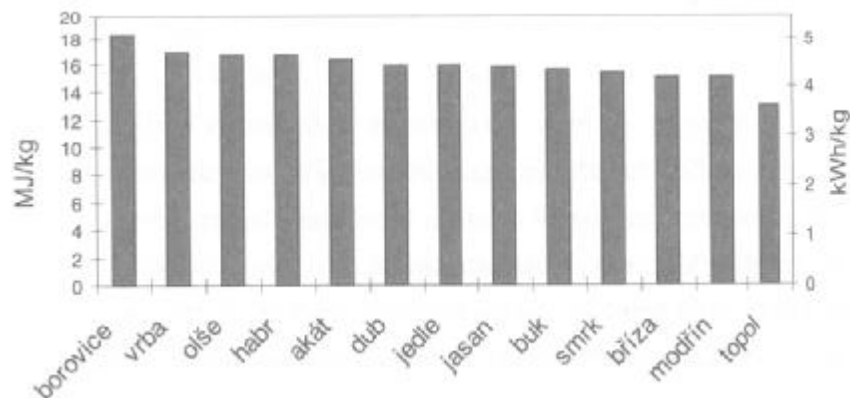
6. ZDROJE TEPLA

6.1 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. Syrové dřevo 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. 6.1). Tvrdé dřevo je však „hustější“ než měkké, ve stejné velikosti polenu je více kilogramů a tedy i energie.

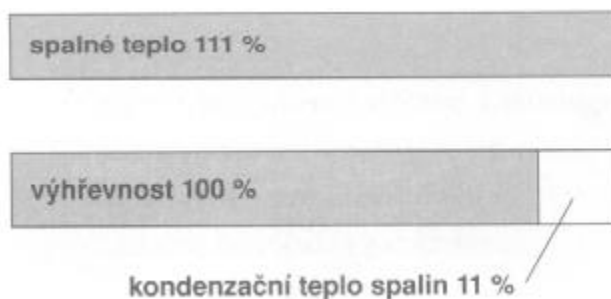


Obr. 6.1 Výhřevnost dřeva při 20% vlhkosti

6.2 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. Dodávka plynu je spolehlivá a v domě není potřeba žádný skladovací prostor.

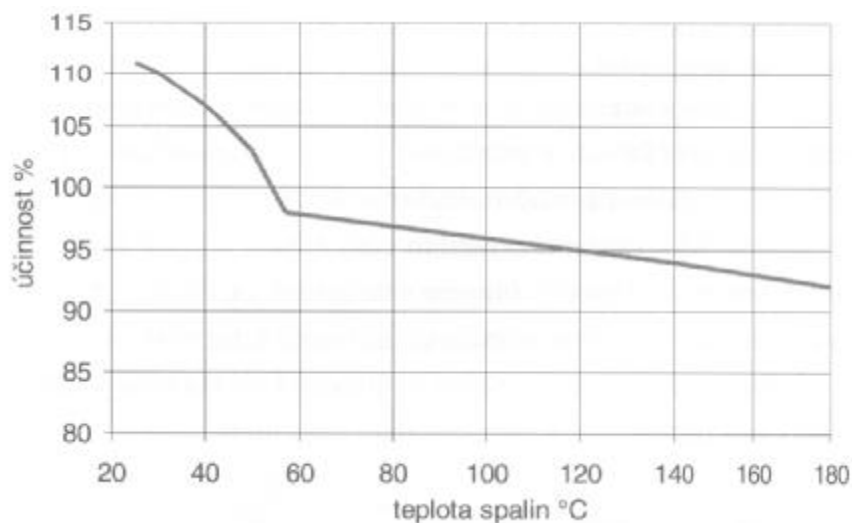
V poslední době se zemní plyn účtuje v kWh, nikoli v m^3 jako dříve. Plynoměry však stále měří v m^3 (jinak to ani nejde), takže dodavatel plynu přepočítává objem na kilowatthodiny podle průměru spalného tepla za zúčtovací období. Spalné teplo je vyšší než výhřevnost (1,11 x) – viz. Obr. 6.2. Obě veličiny udávají, kolik energie se v plynu (ale i v jakémkoli jiném palivu) skrývá.



Obr. 6.2 Obsah energie v zemním plynu

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 tzv. nízkoteplotní korozi ocelových kotlů. Proto se s ní nikdy příliš nepočítalo; definice účinnosti kotlů je založena právě na výhřevnosti. Taje 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 korozí ohroženy) mohou mít účinnost

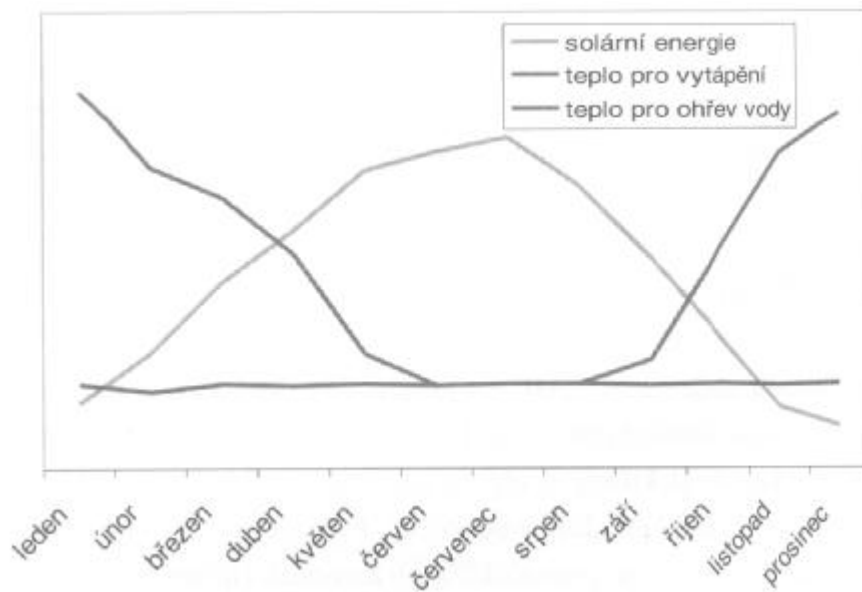
přes 100 %. Dalším důsledkem je to, že údaj o dodávce energie na faktuře za plyn musíme napřed přepočítat na výhřevnost, chceme-li jej použít pro technické výpočty.



Obr. 6.3 Maximální účinnost kotle v závislosti na ochlazení spalin

6.3 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.



Obr. 6.4 Spotřeba energie a množství solární energie během roku

6.4 Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo (TČ) je vlastně chladnička. Kuchyňská chladnička odebírá teplo potravinám a soustavně vytápí kuchyni černou mřížkou na své zadní straně. Tepelné čerpadlo ochlazuje třeba vzduch nebo půdu v okolí domu či vodu v potoce. Teplo dodává do systému ústředního vytápění.

Stejně jako chladnička potřebuje TČ ke svému provozu elektřinu (existují však čerpadla i poháněná zemním plynem). Největší kouzlo TČ spočívá v tom, že dodá několikrát více tepla, než spotřebuje elektřiny. Poměr mezi příkonem a výkonem se nazývá topný faktor a pohybuje se od 2 do 4. Čím větší rozdíl teplot musí TČ překonávat (např. teplota země v okolí domu je 8 °C, teplota topné vody v ústředním topení je 55 °C), tím je topný faktor nižší - roste spotřeba elektřiny pro pohon TČ.

Typ čerpadla (ochlazuje se/ohřívá se)	Možnosti použití
vzduch/voda	univerzální typ, pro ústřední vytápění
vzduch/vzduch	doplňkový zdroj tepla, teplovzdušné vytápění, klimatizace
voda/voda	využití odpadního tepla, geotermální energie, ústřední vytápění
nemrznoucí kapalina/voda	univerzální typ pro ústřední vytápění, zdrojem tepla nejčastěji vrt nebo půdní kolektor
voda/vzduch	teplovzdušné vytápěcí systémy

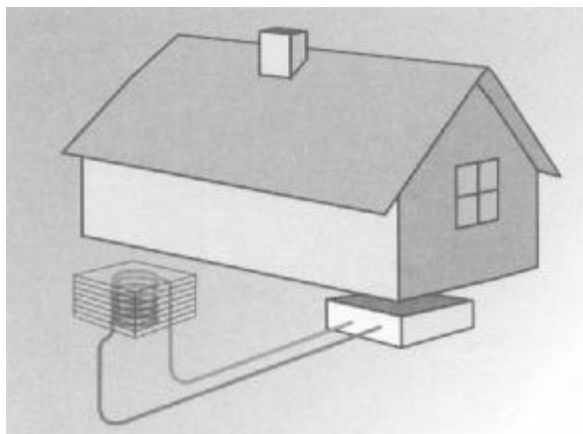
Tab. 6.1 Typy tepelných čerpadel

Zdroje tepla pro TČ :

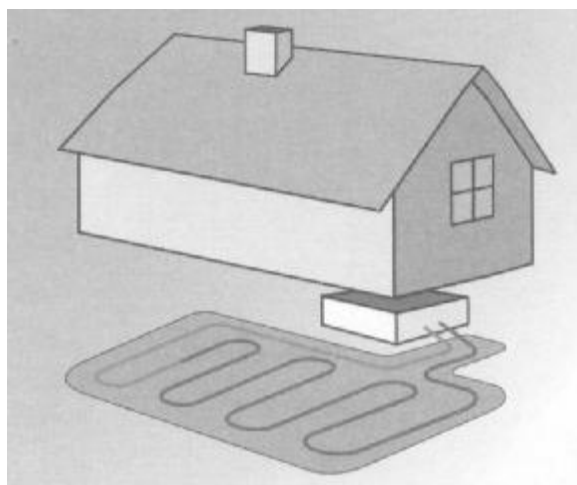
Vzduch v okolí domu (Obr. 6.5) - vzduch se prohání ventilátorem přes chladicí jednotku umístěnou na domě či v jeho těsné blízkosti. Výhodou je nižší cena ve srovnání s jinými typy. Nevýhodou nižší a proměnlivý topný faktor (tj. vyšší spotřeba elektřiny) a dále hluk ventilátoru venkovní části TČ.

Půda v okolí domu (Obr. 6.6) - teplo se odebírá potrubím, v němž proudí nemrznoucí směs. Potrubí (tzn. půdní kolektor) je uloženo v zemi v hloubce cca 1,2 m. Výhodou je vyšší topný faktor, nevýhodou vyšší náklady na zemní práce a omezené využití půdy.

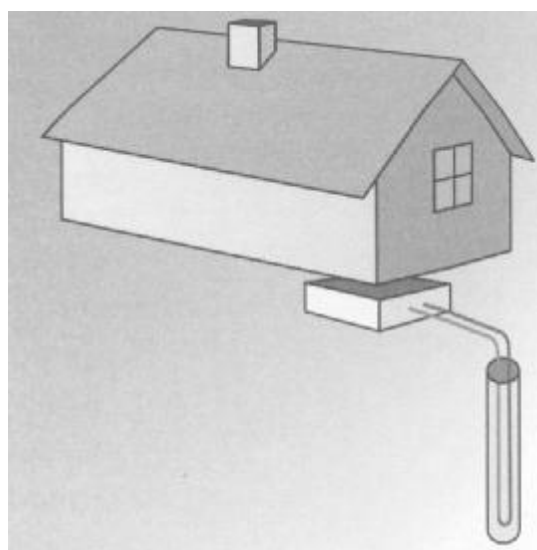
Teplo hornin v podloží (Obr. 6.7) - princip je podobný jako v předchozím případě, potrubí se však ukládá do vrtů o hloubce až 150 m. Výhodou je nejvyšší topný faktor, nevýhodou vyšší náklady na vrty. Vrty je potřeba dostatečně dimenzovat, aby nedošlo k jejich zamrznutí. Můžeme se setkat i s návrhy, aby TČ ochlazovalo vodu v potoce, řece či rybníku. Kromě vhodné polohy domu je nutné vyřešit i mnohdy složité majetkoprávní i vodoprávní vztahy. Podobně záměr ochlazovat vodu čerpanou z podzemí často narazí na to, že vrt není dost vydatný (pro rodinný domek je nutná vydatnost vrtu cca 0,3 až 0,5 l/s).



Obr. 6.5 TČ ochlazující vzduch



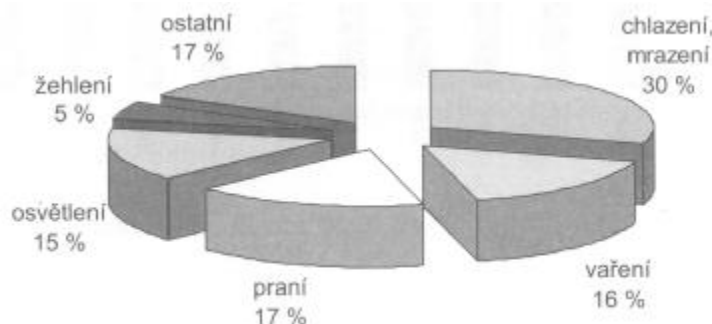
Obr. 6.6 TČ ochlazující půdu



Obr. 6.7 TČ ochlazující půdu

7. ÚSPORY V DOMÁCNOSTI

Spotřeba domácnosti tvoří nejmenší část celkové energetické spotřeby. V přepočtu na peníze to však může být i třetina celkových výdajů za energii – viz. Obr. 1.2.



Obr. 7.1 Struktura spotřeby elektrické energie v domácnosti

7.1 Sazba pro odběr elektřiny

V první řadě je tedy potřeba zvolit nejlepší možnou sazbu pro odběr elektřiny (musíme splnit podmínky dodavatele, tedy např. mít instalovaný akumulární spotřebič). Trendem posledních let je zvyšovat tzv. stálé platby (které se platí bez ohledu na spotřebované množství). Tyto platby závisí i na velikosti připojeného jističe, který může být někdy předimenzovaný. Náklady na výměnu jističe jsou 500 až 1000 Kč; tyto peníze se vrací obvykle během jednoho roku. U sazeb pro akumulární odběr, přímotopné vytápění a tepelné čerpadlo odebírá celý dům několik hodin denně elektřinu v nízkém tarifu (tzv. „noční proud“). Vyplatí se tuto dobu znát a zapínat během ní např. pračku (máme-li sazbu pro tepelné čerpadlo, máme „noční proud“ 22 hodin denně). Pokud je doba nízkého tarifu měněna dodavatelem operativně, lze pořídit indikátor nízkého tarifu, který nás upozorní, kdy je výhodné zapnout spotřebič. Konkrétní cena elektřiny pro jednotlivé sazby je uvedena v příloze.

Na první pohled se zdá být jasné, která sazba je nejlevnější, ale platí, že čím levnější je cena za kWh, tím vyšší jsou stálé platby (závisí na velikosti jističe a zvoleném tarifu), které mohou dosahovat až několika tisíc korun měsíčně. Levná cena za odebranou energii se vyplatí jen tomu, kdo jí spotřebuje tak velké množství, aby se v něm cena za stálou platbu tak výrazně neprojevila. Od roku 2006 si budeme moci svého dodavatele zvolit. Každý z osmi distributorů nabízí trochu jiné ceny za kWh i stálé platby, ale spektrum tarifů je stejné.

7.2 Náhrada elektrického ohřevu

Významným spotřebičem v domácnosti je pračka, která většinu elektřiny používá na ohřev prací vody. Máme-li k dispozici levně ohřátou TV (např. bojler ohříváný kotlem na dřevo), měli bychom zvolit pračku s příívodem pro teplou i studenou vodu. Spotřeba pračky tak klesne až o 60 %. Máme-li dokonce TV přebytek (např. ze solárního systému), můžeme do pračky pouštět vlažnou vodu i pro máchání, které tak bude účinnější. Pro starší pračky existuje zařízení, které podle

nastaveného programu pouští teplou či studenou vodu, mnoho nových praček má přívod pro teplou i studenou vodu zabudován. Podobný přístup je možno použít u myček nádobí.

7.3 Energetické štítky

Řada spotřebičů v obchodě je dnes povinně označena tzv. energetickým štítkem, který udává, jak je výrobek úsporný ve srovnání s ostatními. Písmena F a G označují „žrouty proudu“. Písmeno A označuje úsporné spotřebiče. U chladniček je již kategorie A+ připravuje se rozšíření na A++, neboť spotřebiče dokáží využívat energii stále efektivněji. Malá chladnička či malá myčka spotřebuje méně energie než velká. Proto je na štítku vždy vyčíslena spotřeba konkrétního typu. Musíme 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 budeme přístroj používat - může být větší i menší než spotřeba deklarovaná. Na štítku jsou i další důležité údaje. U chladniček a mrazniček je to např. kvalita izolace. Ta je důležitá hlavně tehdy, dojde-li k výpadku elektrického proudu. Čím lepší izolace, tím déle vydrží potraviny nepoškozené.

Energetickým štítkem musí být povinně označeny:

- chladničky a mrazničky a jejich kombinace;
- pračky (event. pračky se sušičkou);
- sušičky prádla;
- myčky nádobí;
- světelné zdroje (žárovky, zářivky aj.);
- elektrické zásobníkové ohříváče vody (bojlery);
- elektrické pečicí trouby.

	Stará chladnička s mrazničkou, objem 200/80 l	Nová chladnička s mrazničkou, třída A objem 200/80 l
spotřeba elektřiny	800 kWh/rok	350 kWh/rok
náklady na elektřinu	2700 Kč/rok	1200 Kč/rok
náklady na novou chladničku		15000Kč
návratnost		10 let

Tab. 8.1 Návratnost při koupi nové chladničky

8. EKONOMIKA

Od investice čekáme, že nám zhodnotí vložené peníze s určitým ziskem a s určitým rizikem. Na zateplení se můžeme také dívat jako na útratu. Podobně jako u zahradního bazénu jde u zateplení o útratu, kterou 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 (střechu, podkroví, vytápění atd.), 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 (a výnos z investice vyšší), protože nějaké náklady bychom museli vynaložit v každém případě.

8.1 Návratnost

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 m² 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. Cena 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, takže z čistě ekonomického hlediska bude lepší nedělat vůbec nic.

V následujících tabulkách jsou uvedeny doby návratnosti investice pro různé typy rekonstrukce. Výchozí stav je v Tab. 9.1

	Podíl na spotřebě tepla	Náklady na vytápění (Kč)		
		hnědé uhlí	zemní plyn	propan
obvodové stěny	29%	7000	12000	24500
okna a dveře	12%	3000	5100	10400
podlaha	9%	2000	3600	7400
střecha	32%	5000	8400	17200
větrání	18%	4000	7400	15 100
celkem	100 %	22 100	36500	74600

Tab. 9.1 Náklady na vytápění nezatepleného rodinného domku

Zateplení půdy	Hnědé uhlí	Zemní plyn	Propan
roční náklady na vytápění původní	36 Kč/m ²	60 Kč/m ²	123 Kč/m ²
roční náklady na vytápění po zateplení	6 Kč/m ²	10 Kč/m ²	20 Kč/m ²
náklady na zateplení	320 Kč/m ²		
návratnost	10 let	6 let	3 roky

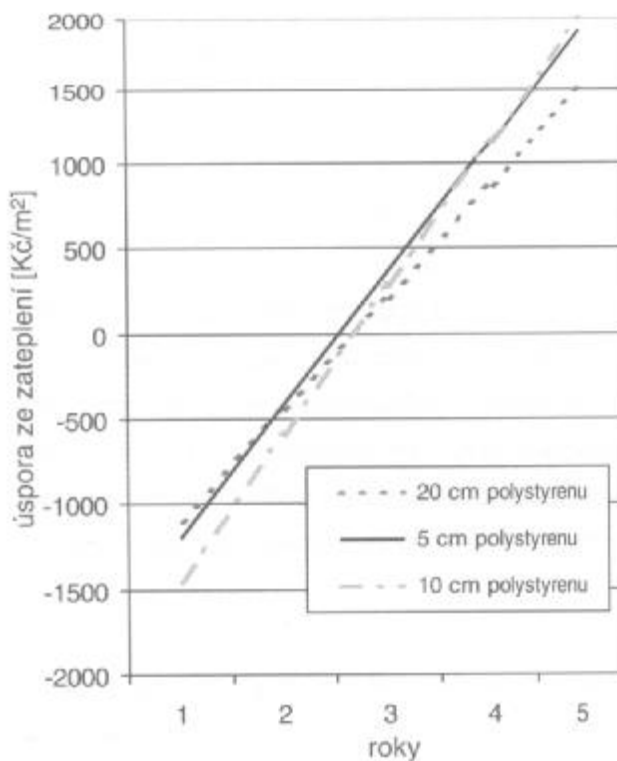
Tab. 9.2 Návratnost zateplení půdy

Výměna oken	Hnědé uhlí	Zemní plyn	Propan
roční náklady na vytápění původní	103 Kč/m ²	169 Kč/m ²	346 Kč/m ²
roční náklady na vytápění po výměně	48 Kč/m ²	78 Kč/m ²	160 Kč/m ²
náklady na výměnu	6000 Kč/m ²		
návratnost	109 let	66 let	32 let

Tab. 9.3 Návratnost výměny oken

Zateplení stěn	Roční náklady na vytápění původní	Hnědé uhlí	Zemní plyn	Propan
		66 Kč/m ²	109 Kč/m ²	223 Kč/m ²
zateplení 5cm vrstvou polystyrenu	roční náklady po zateplení	21 Kč/m ²	35 Kč/m ²	71 Kč/m ²
	náklady na zateplení	1100 Kč/m ²		
	návratnost	24 let	15 let	7 let
zateplení 10cm vrstvou polystyrenu	roční náklady po zateplení	12 Kč/m ²	20 Kč/m ²	42 Kč/m ²
	náklady na zateplení	1200 Kč/m ²		
	návratnost	22 let	14 let	7 let
zateplení 20cm vrstvou polystyrenu	roční náklady po zateplení	7 Kč/m ²	11 Kč/m ²	22 Kč/m ²
	náklady na zateplení	1450 Kč/m ²		
	návratnost	24 let	15 let	7 let

Tab. 9.4 Návratnost zateplení



Obr. 9.1 Návratnost zateplení 0,5 m tlusté cihlové zdi při vytápění zemním plynem

Do celkového zhodnocení je třeba zahrnout navíc:

- cenu peněz (diskont)
- růst cen energií
- inflaci
- způsob financování

9. EKOLOGIE

Úspory energie vždy znamenají i zmírnění dopadů na životní prostředí. Tyto dopady se liší podle použitého paliva a podle toho, kde a jak se palivo pálí. Například špatně seřízený kotel rodinného domku může mít v některých ohledech emise srovnatelné se spalovnou odpadů! Mít kotel správně seřízený je dobré nejen kvůli životnímu prostředí, ale i proto, aby jeho účinnost byla co nejvyšší a zbytečně se nezkracovala jeho životnost. To platí o všech kotlích, nejen o těch na pevná paliva.

Dalším aspektem, který však zatím neumíme dostatečně kvantifikovat, je rozdíl mezi obnovitelným zdrojem (třeba biomasou nebo slunečním zářením) a fosilním palivem, jehož zásoby jsou omezené. Částečně to lze porovnat na emisích skleníkového plynu CO₂, který obnovitelné zdroje neprodukují vůbec nebo zcela nepatrně (například pro provoz solárního systému je nutné čerpadlo poháněné elektřinou z fosilních zdrojů). Závažnost skleníkového efektu však vede k tomu, že mnoho států uvažuje o tzv. uhlíkové dani, která by znevýhodnila právě fosilní paliva. Podobně se obtížně kvantifikují zásahy do krajiny spojené se získáváním a přenosem energie. Povrchová těžba hnědého uhlí (a vápence pro odsiřování) znamená nejen likvidaci původní přírody, ale i lidských příbytků. Vhodná rekultivace může ten první důsledek zčásti eliminovat, ale až po mnoha letech. Tzv. optické znečištění krajiny, které je vyčítáno větrným elektrárnám, bereme v případě elektrických stožárů jako zlo natolik nutné, že je už ani nevnímáme. Získávání energie z lesů může v jednom případě znamenat rabování, v jiném zodpovědné a udržitelné hospodaření. Použití uranu pro výrobu elektřiny znamená na jedné straně úsporu fosilních paliv a snížení s tím souvisejících problémů, na druhé straně s sebou nese problémy dosud málo známé - zejména otázku likvidace vyhořelého paliva i vlastních elektráren. Zdá se, že v této chvíli jsou jediným poměrně spolehlivě kvantifikovatelným ukazatelem emise. Z ekologického hlediska jsou ostatně velmi závažné. V Tab. 9.1 jsou uvedeny hodnoty emisí pro různé zdroje tepla.

<i>Znečišťující látka</i>	<i>Černé uhlí</i>	<i>Hnědé uhlí</i>	<i>Dřevo</i>	<i>Zemní plyn</i>	<i>Elektřina</i>	<i>Tepelné čerpadlo</i>
účinnost	62%	62%	75%	89%	95%	300 %
emise	(kg/rok)	(kg/rok)	(kg/rok)	(kg/rok)	(kg/rok)	(kg/rok)
tuhé látky	29,23	37,18	38,53	0,024	4,01	1,25
SO ₂	28,15	63,11	3,08	0,000	20,04	6,24
NO _x	3,77	9,68	9,25	1,899	16,99	5,29
CO	113,00	145,13	3,08	0,380	4,28	1,33
C _x H _y	22,35	28,70	2,74	0,076	1,1	0,30
CO ₂	4975	5436	3 165	2352	9612	2991

Tab. 9.1 Emise podle druhů paliv při spotřebě 10 000 kWh

Poznámka

V této části jsou použity doslovné citace, tabulky a obrázky z literatury :
Srdečný, K., Macholda, F.: Úspory energie v domě. GRADA, Praha 2004, ISBN 80-247-0523-0.

S KONTROLNÍ OTÁZKY TEORETICKÉ

1. (2 body) Jaký je rozdíl ve struktuře spotřeby energie v nízkoenergetickém a standardním domě ?
2. (3 body) Jaký zdroj energie je aktuálně nejvýhodnější z hlediska pořizovacích a provozních nákladů ?
3. (5 bod) Uveďte hlavní klady a zápory jednotlivých způsobů zateplování.
4. (4 body) Na co je třeba brát ohled při výměně, případně repasi oken ? Jak to souvisí s větráním ?
5. (2 body) Jak vysvětlíte účinnost kotle přes 100 % ?
6. (6 bodů) Charakterizujte hlavní zdroje tepla, jejich přednosti a zápory.
7. (2 body) Jaké jsou základní principy tepelných čerpadel ?
8. (3 body) Kde jsou možné úspory energie ?
9. (3 body) Co vše je třeba zohlednit při zhodnocení investice do úspor energie, jak to souvisí s její návratností ?

— SHRNUÍ

Nové poznatky:

- energetická náročnost domácnosti
- možnosti zateplení domu
- vztah vytápění - větrání
- možnosti úspor energie
- vztah ekonomie – ekologie při vytápění

Nové pojmy :

tepelné ztráty, zateplení, tepelný zisk, tepelné čerpadlo, větrání, regulace, návratnost investice.

Ñ KLÍČ K TEORETICKÝM OTÁZKÁM

1. Obrázek 1.1
2. Kapitola 1.2, přílohy
3. Kapitoly 2.4, 2.5
4. Kapitoly 3, 4
5. Obr. 6.2
6. Kapitola 6

- 7. Kapitola 6.4
- 8. Kapitola 7
- 9. Kapitola 8

\$ AUTOKONTROLA

Pokud jste získali minimálně 15 bodů z teoretických otázek, můžete pokračovat dále ve studiu. V opačném případě si kapitolu zopakujte.