

PRA HA
PRA GUE
PRA GA
PRA G

HLAVNÍ MĚSTO PRAHA

S energií efektivně

příručka pro energeticky úspornou domácnost



Úspory elektřiny v domácnosti
Úspory tepla při vytápění a ohřevu vody
Jak vybrat správný zdroj tepla
Fotovoltaické zdroje elektřiny
Dotace
Kdo vám poradí

S energií efektivně

příručka pro energeticky úspornou domácnost



HLAVNÍ MĚSTO PRAHA
2007

S energií efektivně

příručka pro energeticky úspornou domácnost

Publikace byla zpracována pro Magistrát Hlavního města Prahy
a je určena především pražským spotřebitelům.

Ing. Karel Srdečný

Na textech se dále podíleli:

Mgr. Monika Kašparová a Mgr. Karel Murtinger.

Kapitola 1.10. byla napsána s využitím textu Ing. Karla Dvořáčka, STÚ-E, a.s.

Fotografie: EkoWATT– Karel Srdečný, Karel Murtinger, František Macholda
a Jiří Beranovský (není-li uvedeno jinak).

© EkoWATT, 2007



Publikaci vydal:

Magistrát hlavního města Prahy
Odbor ochrany prostředí
Jungmannova 35/29
111 21 Praha 1



Publikaci zpracoval:

EkoWATT
Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie
Švábky 2
180 00 Praha 8

OBSAH

1.	ÚSPORY ELEKTRINY V DOMÁCNOSTI	6
1.1.	ZMĚNA DODAVATELE ELEKTRINY	6
1.2.	VOLBA SAZBY PRO ODBĚR	8
1.3.	ENERGETICKÉ ŠTÍTKY	9
1.4.	VYPLATÍ SE ÚSPORNÝ SPOTŘEBIČ?	11
1.5.	CO NÁS STOJÍ NEJVÍC?	12
1.6.	STAND-BY SPOTŘEBA	13
1.7.	ÚSPORY V KUCHYNI	14
1.8.	ÚSPORY V KOUPELNĚ	15
1.9.	EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ POČÍTAČE	16
1.10.	ENERGETICKÝ EFEKTIVNÍ OSVĚTLENÍ	17
2.	ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ	21
2.1.	ENERGETICKÁ BILANCE DOMU	22
2.2.	ZATEPLENÍ STĚN VNĚJŠÍM KONTAKTNÍM SYSTÉMEM	23
2.3.	ZATEPLENÍ STĚN SYSTÉMEM S ODVĚTRANOU MEZEROU	25
2.4.	VNITŘNÍ ZATEPLENÍ STĚN	26
2.5.	MEZIOKENNÍ IZOLAČNÍ VLOŽKY	26
2.6.	SNÍŽENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT STROPEM	27
2.7.	IZOLACE ŠIKMÝCH STŘECH	28
2.8.	ZATEPLENÍ PLOCHÝCH STŘECH	29
2.9.	ZASKLENÍ LODŽIÍ	31
2.10.	VÝMĚNA OKEN	31
2.11.	VĚTRÁNÍ	33
2.12.	ENERGETICKÝ PRŮKAZ, ENERGETICKÝ ŠTÍTEK BUDOVY	35
3.	VOLBA ZDROJE TEPLA	36
3.1.	CENY PALIV	36
3.2.	JAK SE ROZHODOVAT?	38
3.3.	SOLÁRNÍ ENERGIE	39
3.4.	TEPELNÁ ČERPADLA	43
3.5.	PLYNOVÉ KOTLE	49
3.6.	KOGENERACE	50
3.7.	KAMNA A KOTLE NA DŘEVO	54
3.8.	CENTRÁLNÍ ZÁSOBOVÁNÍ TEPLEM	56
3.9.	PALIVA A OVZDUŠÍ	57
3.10.	SPALOVÁNÍ ODPADŮ V DOMÁCNOSTI	59
4.	FOTOVOLTAICKÉ ZDROJE ELEKTRINY	60
4.1.	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	60
4.2.	VLIV UMÍSTENÍ PANELŮ	62
4.3.	PODMÍNKY PROVOZU	63
4.4.	POSTUP PŘI STAVBĚ	64
5.	DOTACE	65
5.1.	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	65
5.2.	STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	66
5.3.	MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU	68
5.4.	STÁTNÍ FOND ROZVOJE BYDLENÍ	68

6.	KDO VÁM PORADÍ	69
6.1.	ENERGETICKÉ PORADNY	69
6.2.	DODAVATELÉ	70
6.3.	EKOLOGICKÉ PORADNY	71



Vážení občane,

otázky šetrného hospodaření s energií a ochrany klimatu se stále více dostávají do popředí zájmu na světové, evropské, státní i místní úrovni. I vy můžete ovlivnit kvalitu životního prostředí a podílet se na předcházení globálnímu oteplování planety zodpovědnějším přístupem k využívání energie, jejíž spotřeba neustále roste. Příliš si neuvědomujeme, že s rostoucí spotřebou energie sice netrpíme přímo my, ale vlivem získávání energie trpí nepřímo celá planeta. Je proto třeba se chovat tak, abychom všichni „trpěli“ co nejméně.

Budeme-li snižovat spotřebu energie, neznamená to, že bychom měli mít doma zimu, že bychom méně svítili, že bychom si neuvařili oběd. Naopak. Můžeme využívat energii lépe a ve větším rozsahu bez toho, že bychom jí spotřebovali více. To má samozřejmě pozitivní vliv na snížení výdajů naší domácnosti.

Záměrem této publikace je pomoci vám zvolit ten nejlepší způsob, jak dosáhnout úspor energie při vytápění, ohřevu vody, žehlení, praní, svícení a dalších činnostech, které k chodu domácnosti nerozlučně patří.

Záleží jen na vás, jak se tento záměr podaří.

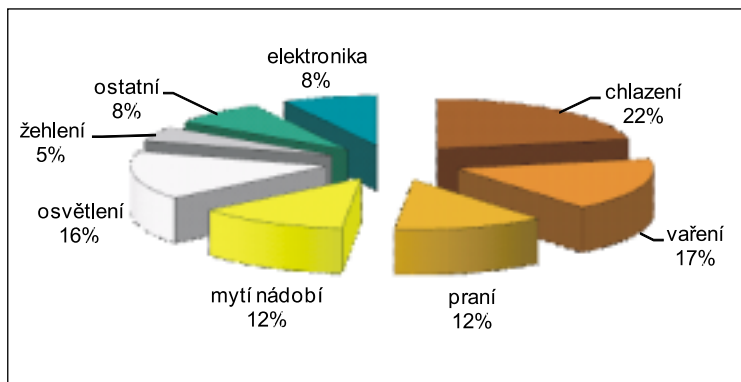
Mgr. Petr Štěpánek, CSc., radní hlavního města Prahy

1. ÚSPORY ELEKTŘINY V DOMÁCNOSTI

Energetická náročnost domácích spotřebičů v posledních desetiletích výrazně klesá, elektrospotřebiče jsou stále úspornější. Spotřeba elektřiny v domácnostech přesto stále roste. Spotřebičů v domácnostech totiž stále přibývá. Ještě před zhruba 60 lety bylo celkem běžné svítit v celé místnosti jednou 40W žárovkou, dnes je v téže místnosti osvětlení s celkovým světelným výkonem třeba desetkrát větším. Zvyšuje se objem chladniček, mrazniček, přibývají roboty, kávovary a nejrůznější pomocníci, k zábavě už nestačí jedna televize pro celou rodinu, ale celé sestavy přijímačů a přehrávačů.

Elektřina nahrazuje i teplo z jiných zdrojů. Například myčka nádobí ohřívá elektřinou vodu, která by při mytí ve dřezu byla ohřáta třeba teplem z topárny nebo z domácího plynového kotle.

Struktura spotřeby elektřiny v domácnosti je velmi individuální. V grafu jsou údaje průměrné domácnosti; vaše domácnost na tom však může být jinak. Nezapomínejte, že nejefektivnější nástroj k úsporám je vaše hlava!



Struktura spotřeby elektřiny průměrné domácnosti.

1.1. ZMĚNA DODAVATELE ELEKTŘINY

Nejprve je třeba říci, že úspora energie a úspora peněz není totéž. Náklady lze snížit i při nezměněné spotřebě. Ceny elektřiny se liší u různých dodavatelů, v různých tarifech, záleží i na denní době – tzv. „noční proud“ mají někteří spotřebitelé k dispozici až 22 hodin denně.

Účet za elektřinu se dnes skládá z více položek. Neplatíte jen za elektřinu, kterou spotřebuje vaše žárovka (tzv. silová elektřina), ale i za to, že tato elektřina byla dodána až do vaší zásuvky (tzv. platby za distribuci) a také za další služby, které nejsou vidět, ale jsou pro fungování elektrické sítě důležité.

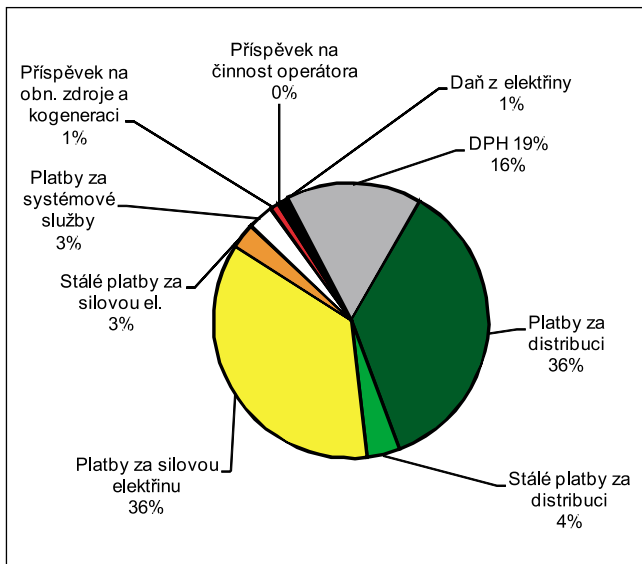
1. ÚSPORY ELEKTRINY V DOMÁCNOSTI

Specifickou složkou ceny jsou poplatky na podporu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a tzv. kogenerace (kombinované výroby elektřiny a tepla). Právě z těchto poplatků se platí provozovatelům např. malých vodních elektráren vyšší výkupní ceny. Není tedy pravda, že by obnovitelné zdroje dotováni daňovými poplatníci – platí je spotřebitelé a v současnosti tento příspěvek tvoří méně než jedno procento konečné ceny. Kromě toho si zákazníci PRE, a. s. mají možnost koupit si elektřinu vyrobenou pouze z obnovitelných zdrojů (tarif PREKO). Zde je cena o 0,10 Kč/kWh vyšší. PRE, a. s. odběratelům zaručuje, že takto získané prostředky použije na výstavbu nových obnovitelných zdrojů, např. v roce 2007 podpořila stavbu solární elektrárny.

Od roku 2006 je trh s elektřinou otevřen i pro domácnosti. Zákazník si může libovolně zvolit dodavatele tzv. silové elektřiny. Dnes má licenci na obchod s elektřinou téměř 300 subjektů, ale jen asi pět z nich má zájem i o malé odběratele – domácnosti. Jejich seznam lze najít na stránkách Energetického regulačního úřadu (www.eru.cz). Zde je i kalkulačka, kterou si můžete spočítat, kolik ušetří právě vaše domácnost u konkrétního dodavatele. Náklady na silovou elektřinu tvoří u maloobdětelů 30 až 50 % ceny. Změnou dodavatele lze snížit účty za elektřinu o méně než 10 % procent ročně. Není to mnoho, ale na druhou stranu změna dodavatele stojí jen trochu organizačního úsilí.

I když dodavatelé silové elektřiny jsou vesměs nové firmy, které se nemohou pochlubit desetiletými spolehlivého provozu, není třeba se bát, že se v případě potíží ocitnete bez proudu. Podle energetického zákona máte právo na dodávku proudu i v případě krachu vašeho dodavatele. Přechod k jinému dodavateli lze uskutečnit jednou za rok. Podrobnosti jsou na www.eru.cz.

Distribuční společnost (PRE, a. s.) změnit pochopitelně nelze. Patří jí distribuční síť, tedy veškeré elektrické vedení. Těžko si představit, že byste měli doma několik elektrických zásuvek, napojených na různé dodavatele. Ceny za distribuci elektřiny jsou regulovány státem, resp. Energetickým regulačním úřadem. Dodavatel si tedy nemůže dělat, co chce.



Příklad struktury ceny elektřiny pro domácnost.

1. ÚSPORY ELEKTRINY V DOMÁCNOSTI

1.2. VOLBA SAZBY PRO ODBĚR

Tatáž kilowatthodina stojí pokaždé jinak – podle toho, jakou sazbu používáte. V současnosti si domácnost napojená na PRE, a. s. může vybrat z devíti tarifů. Je však nutno splnit podmínky distribuční společnosti – těžko můžete chtít tarif pro vytápění tepelným čerpadlem, když topíte třeba plynem. Volba tarifu je tedy omezená.

Jsou dvě skupiny sazeb: dvoutarifové – pro domácnosti, které topí elektřinou (přímotopy, akumulační vytápění, tepelné čerpadlo) a jednotarifové – pro ty ostatní. Dvoutarifové sazby se liší dobou trvání nízkého tarifu, tedy tzv. „nočního proudu“. V době nízkého tarifu je výhodné zapínat pračku a myčku, ti šetrnější mohou na tuto dobu přesunout i žehlení a vaření. Dobu, kdy je nízký a vysoký tarif, na požádání sdělí dodavatel elektřiny (PRE, a. s.). Někdy se ovšem doba nízkého tarifu může měnit během dne. Je tedy lepší mít v domě dva okruhy, jeden s blokováním v době vysokého tarifu.

Jednotarifové sazby jsou dvě. Pro domácnosti s malou spotřebou (asi do 800 kWh/rok, podle velikosti jističe) bude výhodnější sazba D 01d, pro ostatní bude výhodnější sazba D 02d. Tím, jak se každý rok mění ceny elektřiny, může se změnit i hranice spotřeby pro přechod na jinou sazbu. Proto lze doporučit zkontrolovat si při každé změně ceny i vhodnost tarifu – třeba s on-line kalkulačkou na www.pre.cz nebo na www.eru.cz. Změna tarifu se dá vyřídit jediným telefonátem, přitom můžeme ušetřit stokoruny ročně.

Dále je možné také prověřit, zda máme vhodnou velikost hlavního jističe. Od velikosti jističe se totiž odvíjejí stálé platby. Zejména u sazeb pro vytápění můžeme snížením velikosti jističe ušetřit stokoruny ročně. Výměna jističe stojí několik stovek až tisíc korun a může se vrátit již za rok. Musí jí ovšem provést odborník. Velikost jističe zkontrolujeme podle příkonu spotřebičů v domácnosti.

sazba		nízký tarif		vysoký tarif	
		cena	doba trvání	cena	doba trvání
		Kč/kWh		Kč/kWh	
pro běžný odběr – domácnosti	D 01d			4,97	24 h/den
	D 02d			4,34	24 h/den
pro akumulační spotřebiče	D 25d	1,70	8 h/den	4,32	16 h/den
	D 26d	1,70	8 h/den	3,17	16 h/den
pro kombinovanou spotřebu	D 35d	1,98	16 h/den	2,46	8 h/den
pro přímotopy	D 45d	2,08	20 h/den	2,42	4 h/den
pro tepelná čerpadla	D 55d	2,06	22 h/den	2,42	2 h/den
	D 56d	2,06	22 h/den	2,46	2 h/den
víkendová sazba	D 61d	1,92	pá 12:00 až ne 22:00	5,84	po 0:00 až pá 11:59

Cena elektřiny v tarifech PRE, a. s. v r. 2008 (platí při odběru silové el. od PRE), včetně DPH a daně z elektřiny (převzato z ceníku PRE, a. s.).

1. ÚSPORY ELEKTŘINY V DOMÁCNOSTI

jednofázové připojení		třífázové připojení			
jistič	max. příkon	jistič	max. příkon	jistič	max. příkon
1 x 10 A	2,2 kW	3 x 10 A	6,6 kW	3 x 63 A	41,5 kW
1 x 16 A	3,5 kW	3 x 16 A	10,5 kW	3 x 80 A	52,7 kW
1 x 20 A	4,4 kW	3 x 20 A	13,2 kW	3 x 100 A	65,8 kW
1 x 25 A	5,5 kW	3 x 25 A	16,5 kW	3 x 125 A	82,3 kW
1 x 32 A	7 kW	3 x 32 A	21,1 kW	3 x 160 A	105,3 kW
1 x 40 A	8,7 kW	3 x 40 A	26,3 kW		
1 x 50 A	10,9 kW	3 x 50 A	32,9 kW		

Maximální příkon pro velikost jističů.

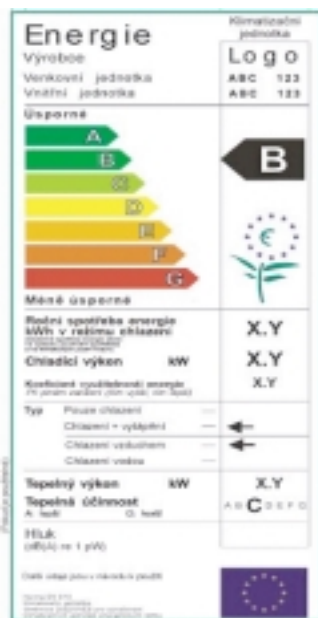
1.3. ENERGETICKÉ ŠTÍTKY

Spotřeba elektrospotřebiče závisí zejména na tom, jak se s výrobkem zachází. I tu nejspornější zářivku někdo rozsvítil a někdo ji musí zhasnout. Co chováním ovlivnit nelze, je energetická náročnost výrobku, daná jeho konstrukcí. Například dvacet let stará chladnička bude mít určitě mnohem větší spotřebu než chladnička moderní, budou-li obě používány stejně. Při nákupu nového spotřebiče je dobrým vodítkem energetický štítek.

V ČR se povinně energetickým štítkem označují:

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

Malá chladnička samozřejmě spotřebuje méně energie než velká chladnička téže energetické třídy. Proto je na štítku vždy vyčíslena také spotřeba energie za určité období (rok – např. chladnička či mraznička, které běží nepřetržitě) nebo za jeden funkční cyklus (např. pračka, myčka). Je třeba ovšem počítat s tím, že jde o normovanou spotřebu, zjištěnou v laboratoři za



Energetický štítek pro klimatizaci.

1. ÚSPORY ELEKTRINY V DOMÁCNOSTI

předem stanovených podmínek, které jsou srovnatelné pro všechny spotřebiče. Jaká bude spotřeba ve skutečnosti, záleží na tom, jakým způsobem se bude přístroj používat – může být vyšší i nižší. Označení spotřebiče písmenem slouží pro snadné porovnání s podobnými výrobky.

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

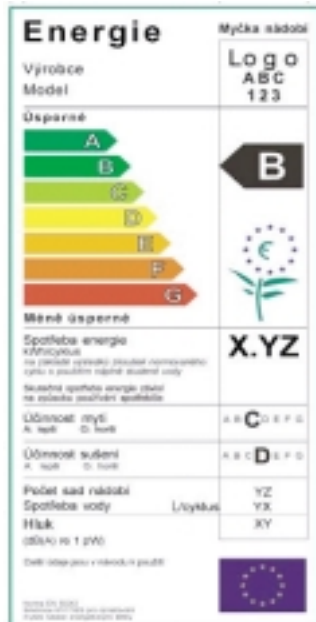
U chladniček a mrazniček je důležitá i kvalita izolace – zejména když dojde k výpadku elektrického proudu. Čím lepší izolace, tím déle vydrží potraviny nepoškozené. Kvalita izolace se vyjadřuje graficky, počtem vložek (jedna až tři) – čím je jich více, tím je izolace lepší, a tím nižší teploty mohou být uvnitř.

U větších výrobků je velmi důležitým údajem také hluk, který velmi významně ovlivňuje komfort užívání. Tento údaj najdeme také na energetickém štítku spotřebiče.

V době, kdy bylo štítkování spotřebičů zavedeno, představovaly kategorie C a D jakýsi průměr a kategorie F a G označovaly spotřebiče energeticky náročné. O méně úsporné spotřebiče však zájem a začaly postupně ubývat z nabídky výrobců. To platí zejména u nových chladniček, praček a dalších běžně užívaných spotřebičů, u kterých se již málokdy setkáme s horší třídou než B.

U chladniček a mrazniček byly zavedeny dvě kategorie pro nejúspornější výrobky, označené A+ a A++. S označením A+ se můžeme setkat i u praček a jiných spotřebičů, zde však nejde „oficiální“ údaj. Do budoucna budou kritéria pro energetické třídy spotřebičů pravidelně zpřísňovány, aby odpovídaly aktuálnímu technologickému vývoji a motivovaly k dalšímu zefektivňování.

Označování spotřebičů štítky je povinné ze zákona. Pokud by v obchodě štítek chyběl, riskuje prodejce pokutu. Údaje o třídě energetické náročnosti se musí povinně uvádět i při jiných formách prodeje, např. při objednávce z katalogu nebo přes internet.



Energetický štítek pro myčku.



Označení pro neefektivnější kategorie chladniček a mrazniček.

1. ÚSPORY ELEKTŘINY V DOMÁCNOSTI

Součástí energetického štítku může být i česká nebo evropská značka pro certifikovaný ekologicky šetrný výrobek. Takovýto spotřebič je k životnímu prostředí ohleduplný i v jiných ohledech, než je spotřeba proudu.

Podrobnosti o energetických štítcích spotřebičů uvádí vyhláška č. 442/2004 Sb.



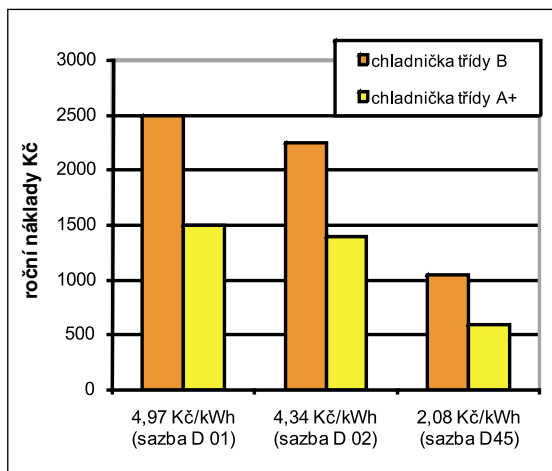
Česká a evropská značka ekologicky šetrných výrobků.

1.4. VYPLATÍ SE ÚSPORNÝ SPOTŘEBIČ?

Chladnička, mraznička, pračka a myčka nádobí spotřebují v domácnosti nejvíce elektřiny. Jejich životnost je kolem 10 let. Během této doby ceny elektřiny zřejmě nadále porostou. Nákup těchto spotřebičů je tedy potřeba důkladně zvážit. Vzhledem k poměrně vysokým cenám elektřiny se často vyplatí vyměnit starší, byť ještě funkční výrobek za nový s nižší (třeba poloviční) spotřebou. Měli bychom však zvážit i ekologický dopad výroby a likvidace výrobku.

Návratnost této investice ale závisí také na ceně elektřiny, kterou platíme. Pokud má domácnost nějaký druh elektrického vytápění, je cena jedné kWh poměrně malá (jsou však vysoké stálé měsíční platby, které se platí bez ohledu na spotřebu). V tom případě se investice do úsporného spotřebiče vrací poměrně dlouho.

Líší se i ceny spotřebičů – někdy je úspornější spotřebič dokonce levnější než jiný s vyšší spotřebou. Cena totiž záleží i na dalších parametrech a provedení výrobku. Zda se dražší a úspornější spotřebič vyplatí nebo ne, lze snadno zjistit výpočtem.



Roční náklady na provoz chladničky při různých tarifech.

1. ÚSPORY ELEKTRINY V DOMÁCNOSTI

	chladnička třídy B	chladnička třídy A +
spotřeba elektřiny	1,39 kWh/den	0,83 kWh/den
	507 kWh/rok	303 kWh/rok
provozní náklady za rok	2 202 Kč	1 315 Kč
provozní náklady za 10 let	22 000 Kč	13 100 Kč
pořizovací náklady	12 000 Kč	13 500 Kč
náklady celkem za 10 let	34 000 Kč	26 600 Kč

Porovnání nákladů na úspornější chladničku při sazbě D 02 – příklad.

1.5. CO NÁS STOJÍ NEJVÍC

Spotřebu přístrojů v domácnosti lze zjistit pomocí jednoduchého wattmetru, který obvykle dokáže vyčíslit i náklady na elektřinu. Wattmetr si lze vypůjčit např. v poradenském středisku PRE, a. s. Lze jej také koupit za cenu do 1 500 Kč. Wattmetr se jednoduše zapojí do elektrické zásuvky před spotřebič. U některých spotřebičů, jako je chladnička, je třeba měřit spotřebu celý den, protože kompresor běží jen občas. Stejně je třeba postupovat i u dalších spotřebičů, u nichž nevíme přesně, kolik hodin denně běží.

Spotřeba energie některých spotřebičů (např. chladničky) může navíc ke konci jejich životnosti výrazně narůst. Máme-li takové podezření (např. výrazně vzrostla spotřeba elektřiny v domácnosti), je dobré spotřebič přeměřit.

Známe-li skutečnou spotřebu energie, snadno spočteme, zda se přece jen nevyplatí starý spotřebič vyměnit.

Výroba nového spotřebiče ovšem také představuje zátěž životního prostředí. Podle německé studie Öko-institut z roku 2007 je ekologicky přijatelné vyměnit pět až deset let starou chladničku, pokud nová bude třídy A++ nebo A+.

spotřeba staré chladničky	2,5 kWh/den	3 960 Kč/rok
spotřeba nové chladničky A+	0,83 kWh/den	1 315 Kč/rok
roční úspora		2 645 Kč/rok
cena nové chladničky		13 500 Kč/rok
návratnost		5 let

Návratnost výměny chladničky – příklad.

1. ÚSPORY ELEKTRINY V DOMÁCNOSTI

1.6. STAND-BY SPOTŘEBA



Wattmetr pro domácnosti.

Většina domácích a kancelářských elektrospotřebičů odebírá proud, i když jsou vypnuté. 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. Ten spotřebovává proud neustále – je totiž trvale připojen k síti, neboť vypínač je umístěn až za tímto transformátorem.

Pokud chceme tuto zbytečnou spotřebu eliminovat, nemusíme pokaždé vytahovat šňůru ze zásuvky. Stačí pořídit prodlužovačku s vypínačem zásuvek.

U starších spotřebičů (videa, satelitní přijímače, televize a PC) je stand-by příkon až 20 W. Výrobci si tento problém uvědomili a zareagovali na něj, takže moderní výrobky už mají spotřebu ve stand-by režimu velmi nízkou, okolo 1 W. Dá

se říci, že v domácnosti vybavené moderními spotřebiči už není stand-by spotřeba velký problém. Přesto je dobré zamyslet se nad tím, že spotřebiče ve stand-by režimu energii spotřebovávají nepřetržitě celé dny a roky.

Pokud je stand-by příkon přístrojů v celé domácnosti 20 W, spotřebuje se takto za rok 175 kWh. Při ceně elektriny okolo 4,34 Kč/kWh je to téměř 800 Kč.

Informaci o stand-by příkonu spotřebiče hledejme na štítku spotřebiče nebo v jeho dokumentaci.

spotřebič	příkon v provozu	stand-by příkon
LCD televize (plochý displej)	100 W	2 W
CRT televize (s klasickou obrazovkou)	130 W	5 W
Plazmová televize	250 W	4 W
Hi-Fi věž	20 W	8 W
DVD rekordér	20 W	1 W
CRT monitor (s klasickou obrazovkou)	120 W	12 W
LCD monitor	30 W	1 W
PC (bez monitoru)	150 W	10 W
Notebook	30 W	1 W
Tiskárna inkoustová	20 W	1 W
Tiskárna laserová	500 W	15 W
Kopírka	1 000 W	20 W

Příklad spotřeby různých výrobků, které jsou v současnosti na trhu.

1. ÚSPORY ELEKTRINY V DOMÁCNOSTI

1.7. ÚSPORY V KUCHYNI

Spotřebu chladničky a mrazničky můžeme vyčíst z energetického štítku, mnohem více ale závisí na našem chování. Existuje několik zásad pro snížení spotřeby:

- Nekupujeme zbytečně velkou chladničku, můžeme počítat objem 50–70 litrů na osobu. Každých 10 l navíc zvyšuje roční spotřebu zhruba o 15–20 kWh.
- Chladničku nedáváme vedle topení, sporáku, k jižnímu oknu, zkrátka na teplá místa. Každý stupeň navíc nad 20 °C znamená nárůst spotřeby o 6 %.
- V chladničce nenastavujeme zbytečně nízkou teplotu. I zde platí, že každý stupeň pod +5 °C znamená nárůst spotřeby o 6 %. Nastavení chladničky se doporučuje na +5 °C, u mrazničky –18 °C.
- Alespoň jednou ročně vyčistíme vysavačem zadní mřížku chladničky – je-li zanesená prachem, pracuje méně efektivně.
- Nemá-li chladnička systém no-frost nebo automatické odmrazování, námrazu odstraňujeme. Námraza funguje jako izolace. Je-li silnější než 3 mm, může zvýšit spotřebu chladničky dokonce o 50 i více procent.
- Kontrolujeme, zda dvířka těsní.
- Pokud kompresor chladničky spíná často, necháme zkontrolovat, zda neuniklo chladivo.
- Zmražené potraviny necháváme rozmraznout v chladničce (třeba přes noc).

Tipy pro extra šetřičky:

- Na dveře chladničky dáme mapu, aby každý rychle našel, co hledá.
- V zimě dáme za okno zmrznout vodu v PET-láhvi a pak ji dáme do chladničky.

Vaření a příprava pokrmů je pro mnohé spíše koníčkem, při kterém se na náklady až tak nehledí. I zde ale můžeme ušetřit, aniž bychom snížili výslednou kvalitu. Zde je několik starých tipů:

- Dno hrnce má odpovídat velikosti plotýnky, resp. hořáku.
- Nepoužíváme zbytečně mnoho vody, pro uvedení 1 litru do varu je potřeba cca 0,1 kWh.
- Vaření s pokličkou ušetří až polovinu energie.
- Vaření v tlakovém hrnci (papiňáku) je rychlejší a ušetří asi polovinu energie proti vaření v hrnci.
- Ohřev v mikrovlnné troubě je efektivnější než ohřev v hrnci, asi o 20 %. Energií ušetří také použití rychlovarné konvice místo ohřevu na plotýnce sporáku.
- Plynový sporák je provozně až o polovinu levnější než s elektrický. Moderní sklo-keramické varné desky spotřebují jen asi 30 % elektriny ve srovnání s klasickým elektrickým sporákem.
- Plotýnku či troubu se vyplatí vypnout s předstihem a využít zbytkové teplo na dovaření jídla.

1. ÚSPORY ELEKTŘINY V DOMÁCNOSTI

Myčka na nádobí je dnes již běžnou součástí kuchyně. Ve srovnání s mytím nádobí pod tekoucí vodou je použití myčky úspornější (ušetří zhruba 40–60 % energie). Pokud myjeme nádobí ve dřezu, je spotřeba energie srovnatelná. Myčka potřebuje i chemikálie, které zatěžují odpadní vody i naši peněženku. Pro úspornější provoz platí tyto zásady:

- Spotřeba je stejná bez ohledu na množství nádobí, proto použijeme myčku jen je-li naplněná.
- Málo špinavé nádobí lze umýt i bez prášku, nebo s menším množstvím.
- Programy s delší dobou mytí za nižší teploty jsou úspornější. Pokud nádobí není příliš špinavé, použijeme úsporný program (EKO) nebo program s nižší teplotou.
- Podle tvrdosti vody (zjistíme u správce vodovodu – Pražské vodovody a kanalizace, a. s., www.pvk.cz) nastavíme správné dávkování soli.

1.8. ÚSPORY V KOUPELNĚ

Pračka je další významný spotřebič elektřiny i vody. Pokud kupujeme novou pračku, můžeme zvolit typ s přívodem teplé a studené vody. Teplo ze sítě centrálního zásobování teplem (CZT), případně z bojleru ohřátého plynovým či jiným kotlem, je levnější než elektřina v jednotarifové sazbě. Ještě výhodnější je pochopitelně používat teplou vodu ohřátou solárním systémem. Pokud máme dvoutarifovou sazbu, je výhodné pouštět pračku v době nízkého tarifu. Roční úspora je okolo 500 Kč.

Pračku vybírejte nejen podle spotřeby elektřiny, ale i vody. Náklady na vodu tvoří již asi třetinu provozních nákladů pračky (bez nákladů na prací prostředky).

	cena energie pro ohřev vody
elektřina (sazba D 02d)	3,79 Kč/kWh
elektřina (sazba D 45d)	1,74 Kč/kWh
teplá voda z CZT	1,46 Kč/kWh
teplá voda z lokální kotelny	1,85 Kč/kWh
plynový kondenzační kotel	1,04 Kč/kWh

Porovnání ceny tepla pro pračku (ceny v roce 2007).

Pro úspornější provoz pračky platí tyto zásady:

- Pouštějte jen naplněnou pračku – spotřeba vody a energie při programu na poloviční náplň a běžném provozu je prakticky stejná.
- Používejte raději nižší teploty praní – snížením teploty ze 60 °C na 40 °C ušetříte asi třetinu energie.
- Správně dávkujte prací prostředek, zejména tekuté prostředky se používají v menších dávkách.
- Zjistěte si tvrdost vody (Pražské vodovody a kanalizace, a. s., www.pvk.cz) a podle toho dávkujte prací prostředky. V Praze je voda vesměs středně měkká, v různých oblastech se liší podle podílu zdrojů.

1. ÚSPORY ELEKTRINY V DOMÁCNOSTI

	neúsporná pračka	úsporná pračka
spotřeba vody	60 l/cyklus	44 l/cyklus
cena vody	49,67 Kč/m ³	
náklady na vodu	2,98 Kč/cyklus	2,19 Kč/cyklus
spotřeba elektřiny	1,36 kWh/cyklus	0,85 kWh/cyklus
cena elektřiny (D02d)	3,79 Kč/kWh	
náklady na elektřinu	5,15 Kč/cyklus	3,22 Kč/cyklus
náklady na za rok (200 pracích cyklů) – bez pracích prostředků	1 600 Kč/rok	1 200 Kč/rok

Porovnání nákladů na praní (ceny v roce 2007).

1.9. EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ POČÍTAČE

Zejména starší počítače se vyznačují vyšší spotřebou ve stand-by režimu. O jejím omezení viz kapitola 1.6. Vyšší spotřeba než vlastní počítač mají starší CRT monitory (s klasickou obrazovkou). Nové LCD displeje jsou výrazně úspornější. Nejnižší spotřebu mají pochopitelně notebooky, které jsou konstruovány co nejúsporněji.

Při nákupu kancelářské techniky se můžeme setkat se značkou Energy Star, která označuje zařízení s nízkou spotřebou. Další značkou je TCO, která vedle nízké spotřeby hodnotí i dopady na životní prostředí a uživatelské parametry.

U počítače lze většinou nastavit režim spánku, případně vypnutí monitoru, připojených tiskáren, ev. dalšího hardware, pokud se na počítači určitou dobu nepracuje.

Většinu pracovní doby počítač běží na zlomek výkonu (podívejte se do Správce úloh ve Windows, na záložku Výkon). Abyste využili jeho potenciál, můžete ho zaměstnat v systému tzv. distribuovaných výpočtů. Na počítači tak mohou běžet třeba programy pro simulaci klimatických změn, vývoj léků proti rakovině, výzkumu gravitačních vln ve vesmíru nebo výzkum proteinů. Myšlenka je jednoduchá: pro některé vědecké projekty je třeba velká výpočetní kapacita, ale místo drahého superpočítače lze využít tisíce jednotlivých osobních počítačů kdekoli na světě. Stačí mít občasný přístup k internetu. Váš počítač si stáhne „domácí úkol“ a po zpracování ho odešle do centra. Existuje několik mezinárodních projektů, do kte-



Evropská značka pro energeticky úsporné počítače a kancelářskou techniku.



Značky TCO pro kancelářskou techniku.

1. ÚSPORY ELEKTŘINY V DOMÁCNOSTI

rych se můžete pohodlně zapojit třeba na stránkách www.boinc.cz nebo www.czechnationalteam.cz. Výpočetní program běží s nízkou prioritou, uživatel má k dispozici kdykoli plný výkon. Nějaké zpomalení vůbec neznamená.

Takovéto zaměstnání samozřejmě znamená, že procesor poběží naplno a spotřeba vzroste o několik desítek wattů. Váš nákladný počítač ale bude dělat něco užitečného.

Pokud používáme počítačovou sestavu (stolní počítač s monitorem, tiskárny, modem atp.) pouze část dne, vyplatí se ji připojit přes prodlužovací kabel s vypínačem a v době klidu celou vypínat. Stand-by spotřeba celé sestavy již není zanedbatelná.

1.10. ENERGETICKY EFEKTIVNÍ OSVĚTLENÍ

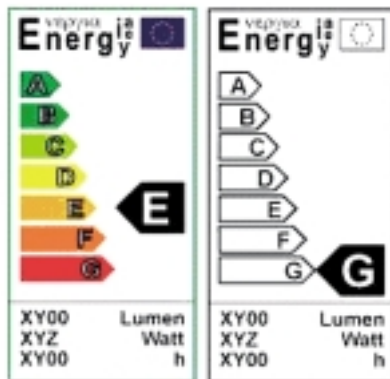
Umělé osvětlení musí splňovat požadavky na zrakovou pohodu a zrakový výkon. Z hlediska energetických úspor je rozhodující používání účinných zdrojů světla. Poměr mezi spotřebou elektřiny a svítivostí zdroje může být výrazný – například u žárovek je při stejné úrovni osvětlení zhruba 4x vyšší než u zářivek. Důležitým parametrem výběru světelného zdroje je měrný výkon, udávaný jako lm/W (lumen na watt), který vyjadřuje účinnost přeměny elektřiny ve světlo.

Pro použití světelného zdroje k osvětlování interiérů s trvalým pobytem osob je 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.

ŽÁROVKY

Standardní žárovky a reflektorové žárovky jsou nejnámější, nejrozšířenější a také 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 žárovky je jen 800–1 000 hodin, silně závisí na kolísání napětí sítě. Výhodou žárovek zůstává nízká pořizovací cena.

S ohledem na vysoké provozní náklady (spotřebu energie) je možno doporučit instalaci žárovek v místech s krátkodobým a spíše nepravidelným svícením (WC, komora atp.) nebo tam, kde hrozí odcizení dražšího zdroje.



Energetický štítek pro zdroje světla může být i černobílý.

1. ÚSPORY ELEKTŘINY V DOMÁCNOSTI

ŽÁROVKY HALOGENOVÉ

Ve srovnání se standardní žárovkou vykazují standardní trubcové 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 dokáží 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 jako osvětlení ve speciálních případech. Zcela nevhodné jsou vzhledem k nízké účinnosti pro plošné osvětlování.

Pozor na nevhodnou montáž – tato žárovka je silným zdrojem tepla. Nevhodným zabudováním může dojít k tepelnému zničení materiálu nebo dokonce k požáru.

ZÁŘIVKY S ODDĚLENÝM 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 nízká povrchová teplota svítící části zdroje. Nevýhodou oproti klasickým žárovkám je pomalejší náběh na plný výkon.

Lineární zářivky se provozují zejména s elektronickým předřadníkem, který je zabudován ve svítidle. Výhodou odděleného předřadníku jsou menší rozměry světelného zdroje. 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 patičkou, což je podstatně levnější než například výměna kompaktní zářivky s integrovaným předřadníkem.

Vyrábějí se ve třech hlavních typech:

- se zabudovaným startérem – dvoukolíčkové,
- bez zabudovaného startéru – čtyřkolíčkové (průměr trubice 7–9 mm),
- bez zabudovaného startéru – čtyřkolíčkové velké (průměr trubice 16 mm).

KOMPAKTNÍ ZÁŘIVKY S INTEGROVANÝM PŘEDŘADNÍKEM

Elektronický předřadník a zářivka tvoří jeden celek. Vyrábějí se jak se závitem E27, tak se závitem E14, a lze je tedy přímo našroubovat do objímek stávajících svítidel, stejně jako klasické žárovky. Problémem může být větší rozměr svítící části zdroje, která se do svítidla nemusí vejít.

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.

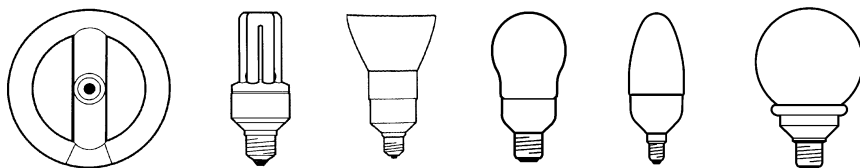
Moderní kompaktní zářivky startují bez blikání, ale plného výkonu dosahují po jedné až dvou minutách. Při nákupu je možné zvolit zdroj se značkou ELI, která zaručuje tyto vlast-



Značka ELI pro úsporné zdroje světla.

1. ÚSPORY ELEKTŘINY V DOMÁCNOSTI

nosti: životnost minimálně 6 000 hodin, intenzita světla po 2 000 hodinách provozu nesmí klesnout pod 80 % původní hodnoty, neměnnost barvy světla, dostatečně vysoký počet vypnutí a zapnutí neohrožující její životnost, garance za výrobek je příložená v českém jazyce, roční záruka.



Tvary kompaktních zářivek s integrovaným předřadníkem

žárovka				kompaktní zářivka			
jmenovitý příkon (W)	světelný tok při 230 V (lm)	měrný výkon (lm/W)	životnost (hod)	jmenovitý příkon (W)	světelný tok při 230 V (lm)	měrný výkon (lm/W)	životnost (hod)
25	230	9,2	1 000	8	250	31	10 000
40	430	10,75	1 000	11	400	36	10 000
60	730	12,17	1 000	13	600	45	10 000
75	960	12,8	1 000	15	900	46	10 000
100	1 380	13,8	1 000	26	1 200	46	10 000
150	2 220	14,8	1 000	32	2 000	47	8 000

Převodní tabulka pro náhradu žárovek kompaktními zářivkami.

	klasická žárovka 100 W	kompaktní zářivka 26 W
doba provozu za den	3 hodiny/den	
cena elektřiny	3,79 Kč/kWh	
náklady na el. za rok	475 Kč	124 Kč
úspora		351 Kč
náklady na kompaktní zářivku		200 Kč
návratnost		7 měsíců

Návratnost kompaktní zářivky – příklad.

Pro svou činnost potřebují zářivky malé množství rtuti a jsou proto vyhláškou č. 381/2001 Sb. zařazeny mezi nebezpečné odpady. Nepatří do popelnice!

ŽÁROVKY S LED DIODAMI

Polovodičový PN přechod může sloužit nejen k přeměně slunečního záření na elektřinu (fotovoltaický článek), ale za určitých podmínek se dá využít i jako zdroj světla. Takzvané LED diody se již dlouhou dobu používají jako kontrolky k přístrojům. Teprve v posledních letech se objevují LED diody použitelné pro účely osvětlování. Hlavními výhodami jsou: velmi dlouhá životnost (přes 100 000 hodin), výborná energetická účinnost (minimálně 3x lepší než u halogenové žárovky), malé rozměry a snadné vytvoření úzkého svazku světla. Často se s nimi proto setkáme jako s náhradou reflektorových halogenových žárovek.

Významnou nevýhodou je ale barevné podání – na rozdíl od žárovek, které vyzařují spojité spektrum, je světlo LED diod omezeno na úzkou oblast vlnových délek. Pro dosažení bílé barvy a dobrého barevného podání se proto používá dioda obsahující nitrid galia (modré světlo) a na kryt diody je nanesený luminofor, který část modrého světla přemění na záření v zelené a červené části spektra. Další možnost je použít tři různobarevné LED diody a složením jejich světla docílit bílou barvu.



Žárovka s LED diodami.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

O úsporách tepla se toho napsalo již mnohé – jak se v tom vyznat? Nejprve je třeba si uvědomit, že každý dům je jiný a má jinou spotřebu. Dokonce i dva stejné paneláky se budou lišit, neboť spotřeba tepla závisí i na lidech, kteří v domě bydlí. To, co funguje u sousedů, nemusí být dobré pro vás.

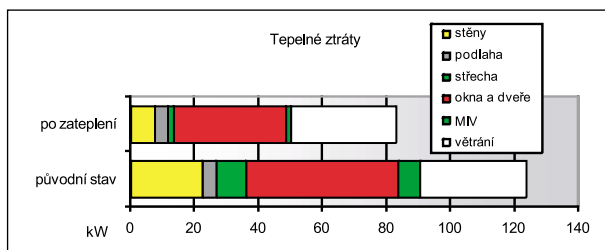
Důležité rozdíly vyplývají i z konstrukce domu. Byt v rodinném domku je většinou ochlazován ze všech stran – ztrácí teplo stěnami, střechou i podlahou, zatímco byt ve středním podlaží bytového domu jen jednou nebo dvěma stěnami. Tím je dána i nižší spotřeba tepla vztažená na m² podlahové plochy.

Při úvahách, kde všude se dá ušetřit energie i peníze, je dobré zvážit energetickou bilanci domu. Jak je vidět z obrázku en. bilance (kap. 2.1.), energie z domu uniká mnoha cestami. Každý dům má ale také nějaké energetické zisky. S tím, jak klesají ztráty (třeba po zateplení), roste význam zisků. U moderních, tzv. pasivních domů, již energetické zisky kryjí převážnou část potřeby tepla a tyto domy se po většinu roku obejdou bez klasického vytápění. Na schématu jsou naznačeny i zisky, které lze využít jen někdy, například zisky solárního systému nebo dodávky kogenerační jednotky.

Výpočet energetické bilance můžeme přenechat odborníkům, nebo si ji spočítat sami, např. s využitím volně dostupného softwaru HESTIA (<http://hestia.energetika.cz>). Bilance ztrát napoví, kde začít s úsporami.



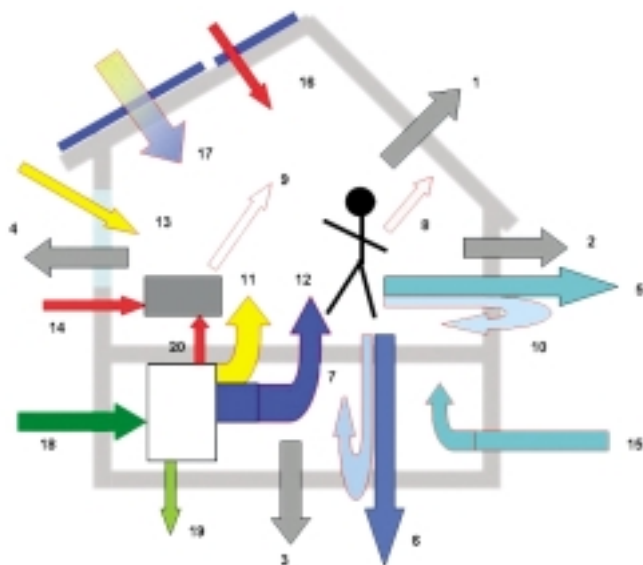
Zateplení může zásadně změnit výraz budovy.



Příklad změny tepelných ztrát po zateplení domu.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ




2.1. ENERGETICKÁ BILANCE DOMU



ZISKY

-  zisky pro vytápění
-  zisky pro ohřev vody
-  zisky pro větrání
-  vnitřní zisky (vytápění i větrání)
-  dodávka elektřiny
-  dodávka paliva
- 7** rekuperace tepla z odpadní vody
- 8** zisky od osob
- 9** zisky od spotřebičů
- 10** rekuperace tepla z odpadního vzduchu
- 11** dodávka tepla pro vytápění
- 12** dodávka tepla pro ohřev vody
- 13** pasivní solární zisky (okna, prosklení)
- 14** elektřina z vnějšího zdroje (vlastní elektrárna)
- 15** zisk zemního výměníku tepla
- 16** elektřina z fotovoltaických panelů
- 17** aktivní solární zisky (kolektory)
- 18** palivo
- 20** dodávka elektřiny z kogenerace

ZTRÁTY

-  ztráty související s konstrukcí domu
-  ztráty související s větráním
-  ztráty související s ohřevem vody
- 1** ztráty prostupem střechou
- 2** ztráty prostupem stěnami
- 3** ztráty prostupem podlahou
- 4** ztráty okny a prosklením
- 5** ztráty větráním
- 6** teplo pro ohřev vody
- 19** ztráty ve vlastním zdroji

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

2.2. ZATEPLENÍ STĚN VNĚJŠÍM KONTAKTNÍM SYSTÉMEM

Vnější kontaktní zateplení spočívá v připevnění vrstvy tepelné izolace na fasádu budovy. Jde o nejrozšířenější systém, vhodný pro většinu budov. U panelových domů je to i účinný způsob, jak prodloužit životnost domu. Zateplení chrání v zimě před mrazem a v létě před slunečním žářem, takže klesne namáhání konstrukce domu dilatací. Ocelové spojovací prvky jsou více chráněny před povětrností a tedy i korozí. Pozor však na nesprávný návrh zateplení, kdy naopak může docházet ke kondenzaci vody v konstrukci, která korozi ocelových prvků urychlí. Zateplením se řeší i tepelné mosty, kterými odchází významná část tepla – zejména ve spárách mezi panely a při správném návrhu také kolem oken.

Pro zateplení se nejčastěji používá pěnový polystyren. Od osmého podlaží výše bývá kvůli požárním předpisům vyžadována dražší minerální nebo skelná vata. V některých případech by se měla použít i mezi okny sousedních bytů, aby se oddělily požární úseky.

Desky izolantu jsou přilepeny k podkladu (pozor na jeho únosnost) a přikotveny hmoždinkami. To je nutné hlavně kvůli sacímu efektu větru, který by je mohl odtrhnout. Na izolant se nanáší stěrková omítka, která je na výběr v mnoha barvách i strukturách povrchu. Na osluněných fasádách by barvy měly mít zhruba stejnou odrazivost světla, aby namáhání teplotní dilatací bylo podobné. Nová stěna nemusí být hladká, lze ji doplnit římsami nebo jinými plastickými prvky z polystyrenu, polyuretanu nebo ze sádry. Venkovní zateplení lze tedy použít i pro domy se členitější fasádou.

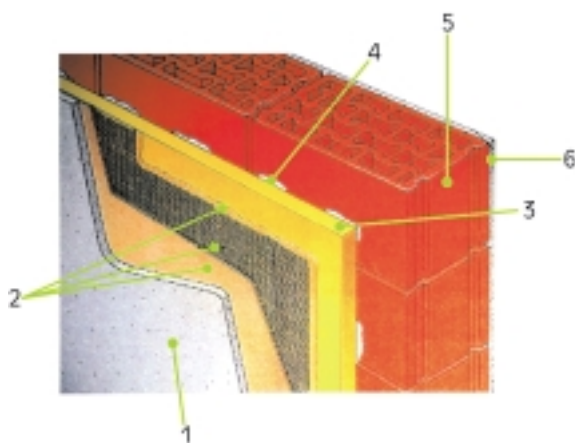
Při rozhodování o správné tloušťce izolace je třeba si uvědomit, že náklady nerostou úměrně s tloušťkou izolantu. Cena izolantu tvoří zhruba jen čtvrtinu až třetinu celkových nákladů. Bez ohledu na tloušťku izolace musíme vždy zaplatit tzv. fixní náklady. Jsou to náklady na projekt, lešení, lepicí a omítkové hmoty a povrchové úpravy, dopravu, zařízení staveniště, úklid atd. Rovněž cena prací se s tloušťkou izolantu zásadně nemění. S tloušťkou zateplení rostou pouze náklady na izolant a kotvicí prvky, mírně se může zvýšit cena prací. Na tloušťce izolace se tedy nevyplácí šetřit. Pokud tloušťku izolace podceníme, obtížně budeme po několika letech investovat další nemalé prostředky do další izolace. Proto bychom výpočet tloušťky měli zadat odborníkům.

Zateplovací systém je nutno vybírat jako celek (od lepidla přes izolant, kotvení až po omítku), jinak nelze zaručit kvalitu a životnost systému. Vždy se vyplatí vyžádat si od dodavatele kopii certifikátu zateplovacího systému.

	fixní náklady	variabilní náklady
příprava (vyspravení) podkladu	60 Kč/m ²	
lešení	210 Kč/m ²	
lepicí a omítkové hmoty	310 Kč/m ²	
montáž	320 Kč/m ²	
ostatní	130 Kč/m ²	
fixní náklady celkem	1 030 Kč/m²	
izolant, hmoždinky a lišty		24 Kč/cm.m ²
náklady celkem pro tl. 14 cm PPS	1 366 Kč/m²	
náklady celkem pro tl. 20 cm PPS	1 510 Kč/m²	

Náklady na kontaktní zateplení polystyrenem.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ



- 1 – vnější omítka
- 2 – stěrková vrstva
s výztužnou sítkou
- 3 – izolant
- 4 – lepidlo
- 5 – stěna
- 6 – vnitřní omítka

Vnější kontaktní zateplení.

Při kontaktním zateplování polystyrenem se často setkáváme s obavou, že dům nebude moci dýchat. „Dýcháním“ se v tomto případě rozumí schopnost propouštět vodní páru, která uvnitř bytu vzniká pobytem lidí, sušením prádla, odparem z květin, akvárií atd. U paneláků nejsou tyto obavy příliš na místě – panely samy o sobě mají vysoký difúzní odpor a páru příliš nepropouští. A většinou v nich polystyren stejně už je (mezi vnější a vnitřní vrstvou betonu).



Zateplení polystyrenem s malým difúzním odporem.

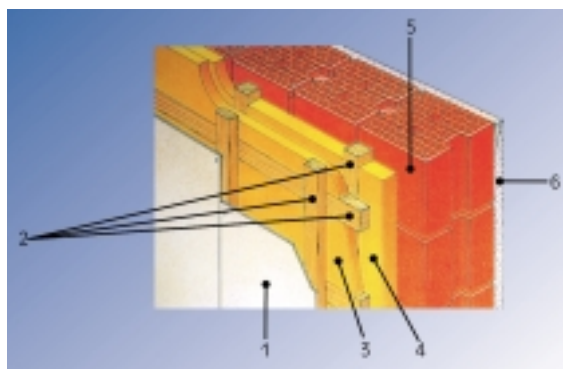
U cihlových stěn můžeme uvažovat o použití zateplení s nízkým difúzním odporem. Lze použít desky z minerálních či skelných vláken nebo speciální polystyren (např. Baumit Open). Současně je ovšem třeba použít také lepidla a omítky s nízkým difúzním odporem. Pokud je zdivo suché a nejde o místnosti s vysokou vlhkostí (např. bazén), lze bez problémů použít i běžný zateplovací polystyren. Vlhkostní chování konstrukce musí v každém případě prověřit projektant odborným výpočtem.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

2.3. ZATEPLENÍ STĚN SYSTÉMEM S ODVĚTRANOU MEZEROU

V tomto případě se budova opatří novým vnějším pláštěm, který nese konstrukce kotvená do původní stěny. Vnější plášť může být z desek nejrůznějších materiálů, keramických obkladů, plechových či plastových lamel – záleží jen na vkusu a penězích. Do vzniklého prostoru se vloží tepelná izolace tak, aby mezi ní a vnějším pláštěm zůstala ještě větraná vzduchová mezera. Výhodou je, že touto mezerou může volně unikat vlhkost pronikající z interiéru, takže riziko trvalé kondenzace se výrazně snižuje.

Rizikem jsou tepelné mosty tvořené nosnou konstrukcí zateplovacího systému. Působí totiž jako chladič původní zdi, zejména v kombinaci s kovovým vnějším pláštěm. Nezbytný je tedy správný návrh řešení. Také je třeba dbát na minimální tloušťku větrané dutiny a dostatečný počet a velikost přivětrávacích a odvětrávacích otvorů tak, aby bylo zajištěno dostatečné proudění vzduchu.



- 1 – vnější obklad
- 2 – laťový rošt
pro izolaci
- 3 – izolace
- 4 – izolace
- 5 – zdivo
- 6 – vnitřní omítka

Vnější zateplení s odvětranou mezerou.



Vnější plášť zateplení s odvětranou mezerou může být i vyzdívaný z lícových cihel.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

2.4. VNITŘNÍ ZATEPLENÍ STĚN

Pokud není možné zateplit dům zvenku (třeba kvůli historicky cenné fasádě), lze uvažovat o vnitřním zateplení. Velkou nevýhodou je to, že stavební práce probíhají v bytě, a že se plocha bytu zmenší. Především je ale nutno zvážit, zda je tento způsob zateplení vůbec možné použít. Vnitřní zateplení může spočívat v přízděnění stávající zdi tepelně-izolačním materiálem nebo i ve vybudování nové vnitřní stěny s izolací v meziprostoru. Uvědomíme-li si, že pro vnější zateplení se běžně používá izolace v síle 15 až 20 cm, je zřejmé, že vnitřní zateplení bude vždy kompromisem mezi požadavkem na úsporu tepla a velikostí obytného prostoru.

U vnitřního zateplení také nemůžeme izolovat všechny navazující vodorovné konstrukce (podlahu a strop), vznikají zde velké tepelné mosty. Původní obvodová stěna je po zateplení oddělena od teplého vnitřního prostředí vrstvou izolace, a proto je po zateplení mnohem chladnější (může dokonce promrzat). V místech, kde se izolace napojuje na příčky, stropy a podlahy, velmi intenzivně ochlazuje tyto přilehlé konstrukce. V těchto místech se může objevit plíseň. Mezi původní stěnou a izolací také vzniká chladná zóna, kde velmi často kondenzuje voda uvnitř konstrukce. To může narušit nejen obvodovou stěnu, ale také nosné prvky stropů a podlah (hniloba zhlaví trámů apod.).

2.5. MEZIOKENNÍ IZOLAČNÍ VLOŽKY

Některé typy panelových domů mají mezi okny lehké konstrukce s dřevěným rámem, zvenku nejčastěji opláštěné sklem, plechem nebo cementotřískovými deskami – tzv. meziokenní izolační vložky (MIV). Mnohdy jsou, zejména vlivem vnitřní kondenzaci vlhkosti nebo zatékání, ve špatném stavu. Při výměně oken dochází k jejich dalšímu poškození, proto je nutná výměna spolu s okny. MIV je možno nahradit novým výrobkem obdobné konstrukce, ovšem se silnější vrstvou izolantu.

Pokud to statika domu dovolí, je také možno nahradit je vyzdívkou z lehkých materiálů, která bude zateplena stejně jako parapetní panely. Toto řešení umožňuje také zmenšit velikost nových oken, třeba na schodišti. Tím snížíme i náklady na nová okna – pozor ale na dodržení dostatečného denního osvětlení. V případě přízdívání je nutný statický posudek, protože přízdívka představuje přetížení panelu.

Jsou-li MIV v dobrém stavu a ponechají-li se původní okna, může se při zateplování panelů instalovat izolace i na meziokenní vložky. Protože jde o lehkou konstrukci, je většinou potřeba volit silnější izolant. Toho se někdy využívá tak, že se izolantem zcela vyrovná rozdílná tloušťka parapetního panelu a MIV. Budova pak získá novou tvář – okna a MIV již netvoří souvislý pás.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ



Vnější přízdívka k původnímu vnitřnímu pláští MIV.



Ponechání původní MIV a vyrovnání rozdílné tloušťky izolací a vzduchovou mezerou.

2.6. SNÍŽENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT STROPEM

Má-li dům nevytápěnou půdu, lze strop poměrně snadno a efektivně izolovat položením izolace na podlahu půdy. K tomu se dobře hodí desky a rohože z minerální či ovčí vlny. Chceme-li mít půdu pochozí, je třeba izolaci překrýt záklopem z prken nebo desek. Jinak postačí vytvořit nad izolací jen úzké prkenné chodníčky a izolaci překrýt např. lepenkou. Zabrání se tak znečištění prachem a pronikání studeného větru do izolace. Izolace se dá kdykoli snadno odstranit a použít znovu, například rozhodneme-li se někdy později pro vestavbu podkroví.

Další možností je zafoukání nebo zasypaní podlahy půdy izolací z papírových vláken, perlitem nebo jinou sypkou izolací. Je ale třeba zajistit, aby půdou neprofukoval vítr. Studený vzduch, který by tak vnikal do izolace, by její efekt potlačil. Toto opatření je vhodné zejména u střeš s malým spádem, pod kterými je jen malá nevyužitelná půda.

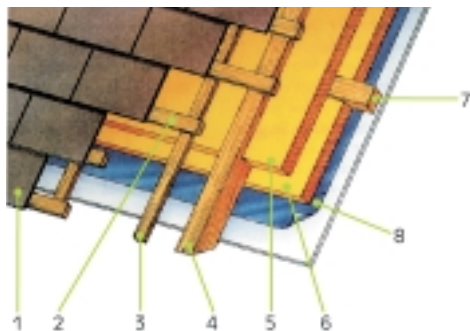
Má-li dům dřevěný strop s dutinami mezi trámy, můžeme se setkat s doporučením zafoukat tyto dutiny izolací. Výhodou je minimální zásah do půdy – postačí několik otvorů do dutin. Nevýhodou je však to, že nemůžeme zkontrolovat, zda se izolace dostala skutečně všude. Stropní trámy budou tímto případě nadále tvořit tepelný most. Ne vždy je také dutina ve stropě dost vysoká – aby měla izolace smysl, potřebujeme alespoň 10 cm.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

2.7. IZOLACE ŠIKMÝCH STŘECH

Vestavba podkrovní je elegantní, ač nákladný způsob, jak eliminovat ztráty stropem. Tepelná izolace je v tomto případě nutná jak kvůli zimním mrazům, tak proti letnímu slunečnímu záru.

Existují různé způsoby vkládání izolace mezi krokve. Potřebná tloušťka izolace (20–35 cm) je vyšší, než je síla krokví. Na krokve se proto zespeda přibíjejí vodorovné latě nebo fošny. Tak se eliminuje tepelný most vzniklý krokví. Při takovéto izolaci ve dvou vrstvách je výhodné položit parotěsnou zábranu mezi dvě vrstvy izolace (mezi krokve a vodorovný rošt). Tím se sníží riziko proražení. Toto řešení umožňuje také snazší vedení kabelů a jiných rozvodů ve vnitřní vrstvě izolace.



- 1 – krytina
- 2 – latování
- 3 – kontralatě pro zajištění mezery mezi krytinou a izolací
- 4 – krokve
- 5 – izolace mezi krokvi
- 6 – izolace pod krokvi
- 7 – zesílení krokví

Zateplení podkrovní.

Další možností je přibít z boku na krokve desku potřebné šířky, která ponese vnitřní konstrukci (např. sádrokarton).

Pro izolaci se používají rohože nebo polotuhé desky z minerální vlny nebo ovčí vlna, technické konopí a jiné vláknité materiály. Polystyren se používá omezeně, mimo jiné i proto, že špatně přiléhá ke starým nepravidelným trámům a krokvím. Při izolování střechy platí, že špatný návrh a hlavně nekvalitní provedení může zkazit opravdu hodně. Rizikem je zejména zkondenzovaná vlhkost, která může konstrukci střechy vážně narušit.



Zateplení podkrovní s využitím „přírodních“ materiálů – ovčí vlna, rákos, hliněná omítka, dřevo.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

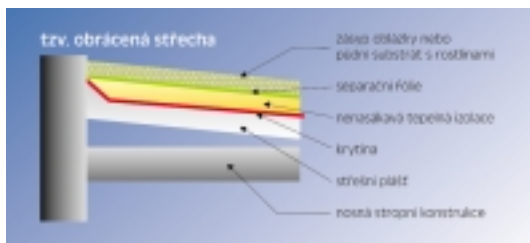
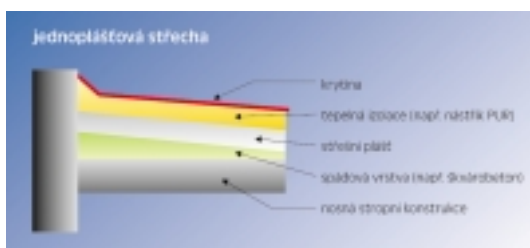
2.8. ZATEPLENÍ PLOCHÝCH STŘECH

Ploché střechy jsou z principu navrženy tak, aby se dovnitř nedostala voda. To ale často zároveň znamená, že se nemůže dostat ani ven – ať už se dovnitř dostala zatékáním nebo difúzí páry z vnitřního prostoru. Špatný návrh zateplení může problém ještě dále zhoršit. Vlhkost ve střeše může způsobit vážné poruchy, proto je nutno nepodcenit odbornou kvalitu návrhu.

Pokud uvažujeme o rekonstrukci krytiny, je to vhodný okamžik zvážit i tepelnou izolaci střechy. Mnohdy lze obojí výhodně spojit. Způsob zateplení je vždy individuální, podle konstrukce střechy.

Jednoplášťové střechy mají mezi stropní konstrukcí a vnější spádovou vrstvou tepelnou izolaci, většinou z lehčených stavebních materiálů (škvárobeton, křemelínové desky apod.). Dodatečnou tepelnou izolaci je tedy nutno dát na horní povrch. Pokud je překryta novou hydroizolací, je tu riziko jejího proslápnutí 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 vodě odolná tepelná izolace, překrytá vrstvou kamínků, dlažbou kladenou nasucho nebo jiným vodě propustným způsobem. Pokud střecha snese větší přetížení, lze uvažovat i o tzv. zelené střeše, tj. překrytí vrstvou zeminy a osázení vhodnými (suchomilnými) rostlinami. Výhodou je, že hydroizolace není namáhána teplotními výkyvy, povětrností ani UV zářením, což zvyšuje její životnost. Omezení může představovat malá výška atiky.

Další 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.



Zateplování ploché jednoplášťové střechy.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

Dvouplášťové střechy mají větší konstrukční výšku. 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 nebo skelných vláken.

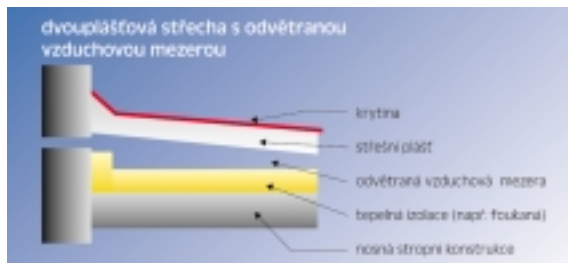
Často je ale nezbytné část střešního pláště sejmout, aby byly dutiny přístupné.

Podobně když je dutina příliš nízká a nevejde se dostatečná tloušťka izolantu, je třeba sejmout celý vnější střešní plášť a zvýšit spádové klíny. Do vzduchové mezery je pak vložena izolace a střešní plášť je instalován zpět. Izolaci je vždy vhodné provést tak, aby ve vzduchové mezeře zůstalo dost volného místa, aby mohla volně větrat.

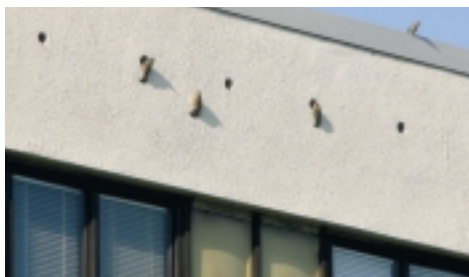
Dvouplášťové střechy je ovšem možno izolovat i shora (na vnější plášť). V tomto případě je ale nutné uzavřít větrací otvory vzduchové vrstvy. Střecha potom funguje jako jednoplášťová.



Zelená střecha odráží v létě méně tepla do okolí.



Zateplování ploché dvouplášťové střechy.



Odvětrávací otvory mají zůstat volné.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

2.9. ZASKLENÍ LODŽIÍ



Zasklení lodžii.

Zasklením lodžii se vytvoří zóna teplejšího vzduchu, která izoluje přilehlou stěnu a okna. Je-li zasklení osluněné, zvýší se tepelné zisky přilehlé místnosti. Podmínkou jejich využití je však termostatický ventil na radiátoru nebo jiná vhodná regulace vytápění. V létě a v přechodném období je možno lodžii užívat jako obytnou místnost. Pokud je ale lodžie vyhřívána otevřenými dveřmi a okny z bytu – třeba kvůli pěstovaným květinám – účet za teplo nám silně naroste.

Úspora tepla zasklením lodžii tak silně závisí na chování uživatele. Pokud je zasklení trvale pootevřené, může být výsledek nulový. Pokud je zasklení těsně zavřené, omezuje to výměnu vzduchu v přilehlé místnosti a je nutno místnost větrat jiným způsobem.

2.10. VÝMĚNA OKEN

Výměna oken za nová je vždy poměrně nákladná. Při výběru okna je třeba sledovat několik parametrů. Pro zasklení se používají dvoj- a trojskla, případně systém, kde je prostřední tabule trojskla nahrazena odrazivou fólií. Samozřejmě součástí kvalitního okna je tzv. selektivní vrstva na vnitřním povrchu skla, 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.

Dalším prvkem je mezera mezi skly. Platí, že čím je tato mezera širší, tím lépe izoluje. Na trhu jsou trojskla s mezerou až 16 mm, celková tloušťka trojskla je pak 44 mm. Málomocný okenní profil je tomu ale přizpůsoben. Někteří dodavatelé proto nabízejí sklo s mezerou plněnou kryptonem, který dobře izoluje, cena je ale vysoká.

Okenní rám zpravidla izoluje hůře než vlastní zasklení. Proto je nutno sledovat, zda dodavatel uvádí součinitel prostupu tepla pro celé okno, nebo pouze pro zasklení. V prvním případě je hodnota obvykle vyšší (tedy horší).

Cena okna závisí také na velikosti rámu. Čím větší plochu rám zabírá, tím je okno dražší a obvykle také hůře izoluje. Umožní-li to architektura domu, měli bychom tedy dát přednost neděleným oknům. Rovněž kovový rámeček mezi oběma tabulemi dvojskla zhoršuje jeho izolační vlastnosti. Proto je lepší (obvykle i levnější) používat větší tabule, dělené jen optickou příčkou mezi skly.

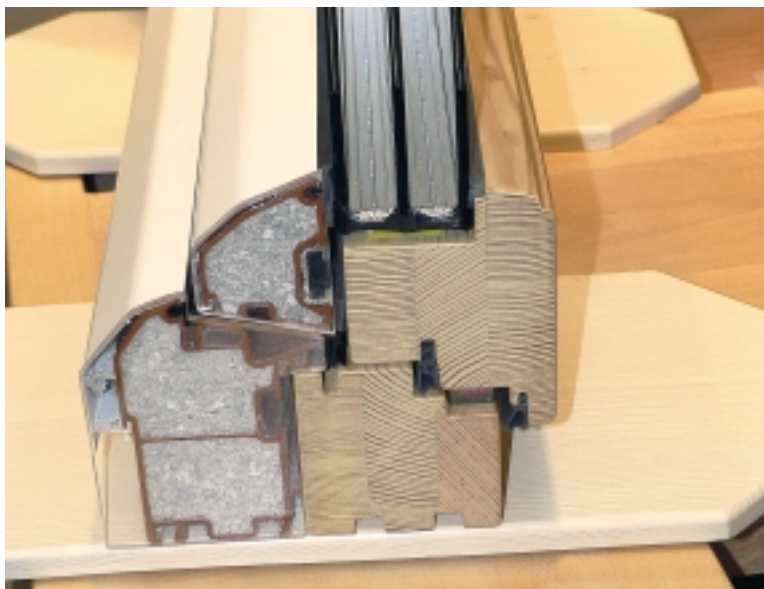
2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

Vliv na kvalitu okna má i distanční rámeček mezi skly. Běžně se používají nerežové nebo plastové rámečky, které jsou výrazně lepší než dříve používané hliníkové. Plastový rámeček může být i barevný, v odstínu odpovídajícímu rámu okna. Rámeček však vždy tvoří tepelný most, proto je vhodné, aby byl zasazen v okením rámu hlouběji. Tím se sníží riziko kondenzace vody na zasklení.

součinitel prostupu tepla U_{okna} [W/m ² .K]	
špaletové okno s obyčejným zasklením	2,7
dřevěné okno s dvojitým obyč. zasklením	2,8
„eurookno“ s běžným izolačním dvojsklem	2,8
„eurookno“ s izolačním dvojsklem s mezerou mezi skly plněnou argonem a s pokovením	1,8–1,3
„eurookno“ s izolačním trojsklem nebo dvojsklem a odrazivou fólií	1,0–0,7

Parametry oken s různým zasklením.

Důležité je i napojení tepelné izolace – pokud nejsou okenní ostění, nadpraží a parapety důsledně izolovány, vzniká okolo oken výrazný tepelný most, kterým uniká velké množství tepla. Vnější zateplení zdi by mělo přesahovat 2–4 cm na rámy oken.



Okno s izolovaným rámem a trojsklem.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

2.11. VĚTRÁNÍ

Z hygienických důvodů, i pro dobrý pocit osob, je nutno obývané místnosti dostatečně větrat. 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 se přitom mění podle venkovní teploty, síly větru a nedá se regulovat. Někdy je zbytečně velká (i od zavřeného okna „táhne“), jindy nedostatečná. Nejsou-li v bytě lidé, je intenzivnější větrání nežádoucí; přitom spotřeba tepla na pokrytí ztráty tepla větráním tvoří třetinu až polovinu spotřeby (nezatepleného) domu.

Pokud se instalují nová, těsná okna, může se potřeba tepla výrazně snížit. Pokud se ale větrá příliš málo, vzrůstá v bytě vlhkost. V chladných místech, v koutech místností, může dojít i k růstu plísní. Zejména když je toto místo zevnitř zakryto skříní či jiným nábytkem, je riziko vyšší. Řešením je eliminace studených koutů vnějším zateplením nebo zvýšením vnitřní teploty a větší intenzitou větrání.

Někteří výrobci proto nabízejí okna, jejichž kování umožní „netěsnou“ polohu. Byt je tedy nadále větrán nežídně, infiltracemi. To ovšem úsporný efekt nového okna značně znehodnocuje, do bytu proniká i hluk. Je proto lepší zvolit okna s větracím otvorem v rámu, jehož velikost se dá regulovat.

Další možností je pořídit větrací systém s ventilátorem, který zajistí dost čerstvého vzduchu v době, kdy jsou v bytě lidé. V tomto případě větráme jen tehdy a jen tolik, kolik potřebujeme, což má velký vliv na spotřebu energie. Ještě větší úspory lze dosáhnout rekuperací tepla z odpadního vzduchu. Pokud 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 bydlení.

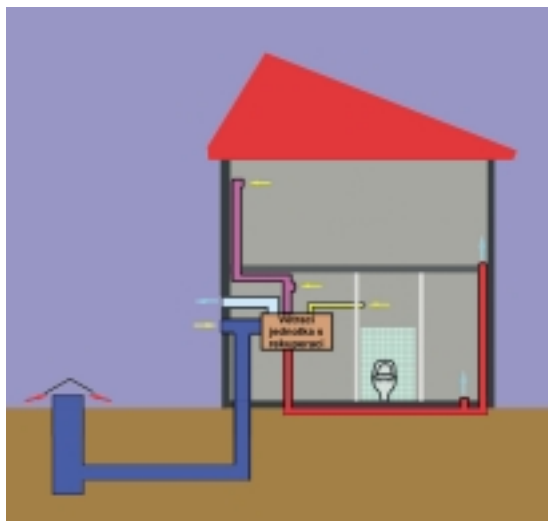


Schéma centrálního větrání s rekuperací tepla.

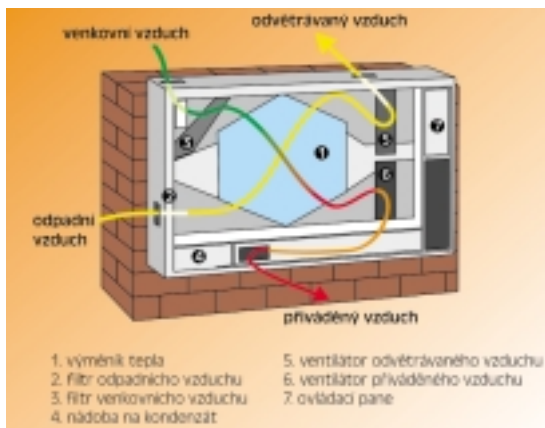
Centrální větrání umožní velmi efektivně využít solární zisky z osluněných místností, které rozvede po celém domě, takže nedochází k přehřívání pokojů. Vzduch je přiváděn do místností vzduchotechnickým potrubím vedeným v podhledech stropu, případně v podlaze či stěnách. Odtah vzduchu může být centrální, např. v chodbě. Strojovna vzduchotechniky se kvůli hluku umísťuje do sklepa, na půdu nebo do dostatečně odhlučněné místnosti.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

Srdcem větracího systému s rekuperací je obvykle kompaktní jednotka s odtahovým i přívodním ventilátorem, filtry, rekuperačním výměníkem tepla a ohřívacím vzduchu (případně i chladičem). Ohřivač 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. Kvůli rozsahu stavebních prací je vhodný spíše při zásadní rekonstrukci.

Setkat se můžeme i s centrálními větracími systémy v panelových domech, které využívají instalačních šachet. Problémem ale bývá hlavně nedostatek místa, dalším omezením je vnitřní rozložení místností.

V bytě je také možné osadit několik menších jednotek pro větrání jednotlivých místností. Větší jednotky jsou k dostání v podokenním provedení. Menší zařízení lze osadit i do otvoru ve zdi. Výhodou tohoto řešení 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. S klesající velikostí jednotky obvykle klesá také účinnost rekuperace.



Nástěnná větrací jednotka s rekuperací tepla a elektrickým dohřevem.

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, který může být zároveň čištěn, případně i zvlhčován.

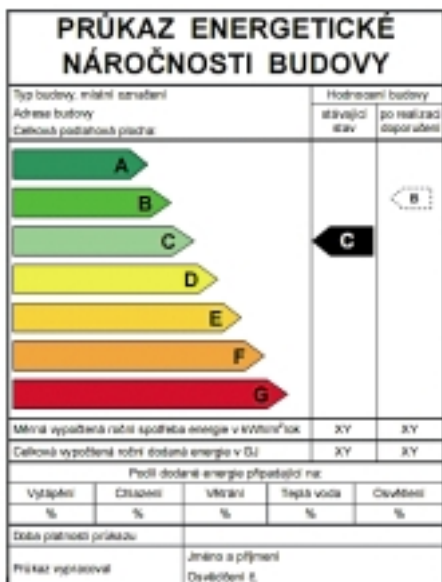
Můžeme se setkat také s řešením, kdy je venkovní vzduch nasáván potrubím uloženým v zemi. Zde se v zimě o několik stupňů ohřívá a v létě chladí. Během přechodných období je však lépe nasávat venkovní vzduch přímo, protože v zemi je teplota buď příliš nízká (na jaře) nebo příliš vysoká (koncem léta). Podzemní potrubí je nutno pravidelně čistit, aby zde v temnu, vlhku a prachu nezačaly růst plísňe nebo jiné nežádoucí organismy.

2. ÚSPORY TEPLA PŘI VYTÁPĚNÍ

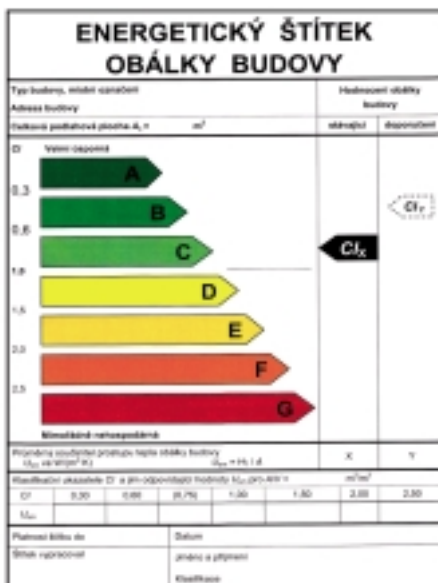
2.12. ENERGETICKÝ PRŮKAZ, ENERGETICKÝ ŠTÍTEK BUDOVY

Pro jednání o stavebním povolení na výstavbu nebo rekonstrukci domu je nutno v projektové dokumentaci doložit splnění požadavků na energetickou náročnost budovy. Od 1. 1. 2009 to znamená, že všechny novostavby a také větší rekonstrukce (domy nad 1 000 m²) musí mít tzv. Průkaz energetické náročnosti budovy dle vyhl. 148/2007 Sb.

Současně musí jednotlivé konstrukce domu splnit požadavky ČSN 730540. Tato norma definuje i tzv. Energetický štítek obálky budovy. Pozor na jeho záměnu s výše uvedeným Průkazem energetické náročnosti budovy. Oba dokumenty jsou si graficky velmi podobné. Průkaz ovšem hodnotí celkovou spotřebu energie v budově, tedy energii na vytápění, větrání, ohřev vody, osvětlení a případně i chlazení, kdežto štítek ukazuje pouze to, jak dobře je dům izolován.



Průkaz energetické náročnosti budovy dle vyhl. 148/2007 Sb.



Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 0540.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

3.1. CENY PALIV

Na jednoduchou otázku, jaké topení je nejlepší, neexistuje univerzální odpověď. Tak, jak se liší domy i jejich uživatelé, je také optimální zdroj tepla pokaždé jiný.

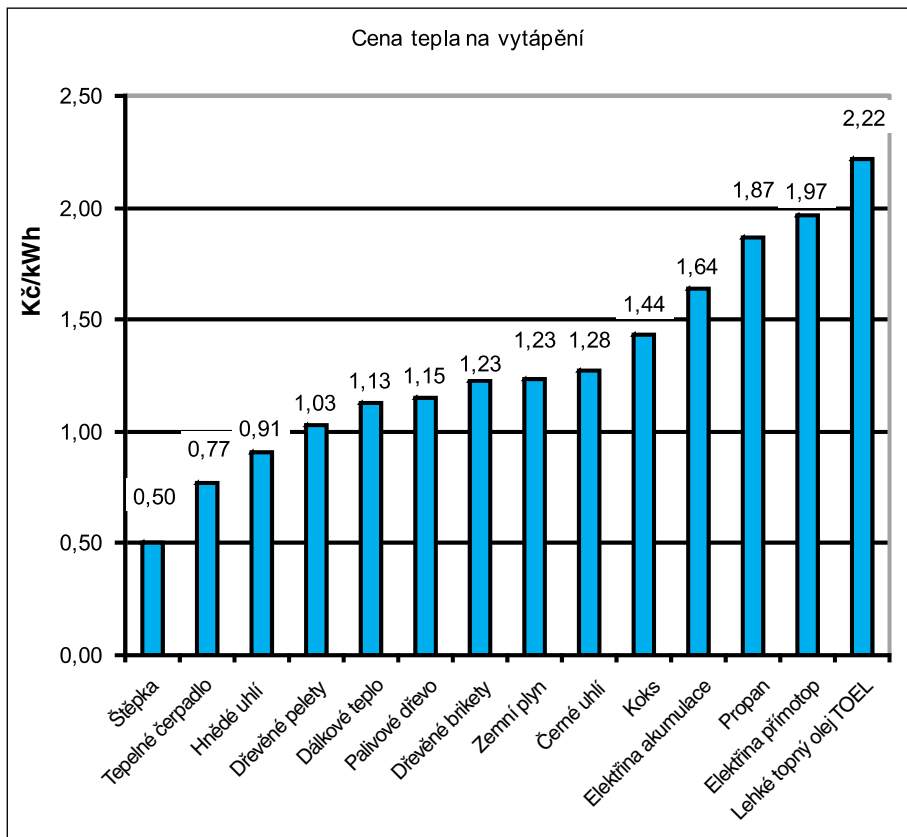
Ceny elektřiny a plynu jsou stejné po celé Praze (pokud nepřejdeme k jinému dodavateli silové elektřiny, viz kap. 1.1.). Cena elektřiny pro konkrétní domácnost ale závisí na typu sazby a velikosti jističe, cena plynu závisí na pásmu spotřeby. Ceny tepla ze sítě CZT, jejímž majitelem je Pražská teplárenská a.s., se liší podle místa a způsobu odběru a podle toho, zda je teplo dodáváno z teplárenských zdrojů nebo z některé lokální plynové kotelny. Ceny tuhých paliv jsou jiné u každého obchodníka, navíc lze využívat různé množství či sezónní slevy. Při porovnání ceny různých paliv je třeba vzít v úvahu i účinnost kotle. Následující tabulka je tedy jen orientační. Jako on-line kalkulátor nákladů na vytápění ji najdete i na www.ekowatt.cz. Do nákladů na vytápění bychom měli zahrnout i další náklady, jako je servis kotle, náklady na likvidaci popela, na dopravu paliva atd.

Druh paliva	Výhřevnost	Cena paliva	Stálé platby Kč/měs	Cena tepla v palivu		Využití paliva %	Konečná cena tepla	
				Kč/GJ	Kč/kWh		Kč/GJ	Kč/kWh
Hnědé uhlí	18,0 MJ/kg	2,50 Kč/kg		138,9	0,50	55%	253	0,91
Černé uhlí	23,1 MJ/kg	4,50 Kč/kg		194,8	0,70	55%	354	1,28
Koks	27,5 MJ/kg	6,80 Kč/kg		247,3	0,89	62%	399	1,44
Palivové dřevo	14,6 MJ/kg	3,50 Kč/kg		239,7	0,86	75%	320	1,15
Dřevěné brikety	17,5 MJ/kg	4,50 Kč/kg		257,1	0,93	75%	343	1,23
Dřevěné pelety	18,5 MJ/kg	4,50 Kč/kg		243,2	0,88	85%	286	1,03
Štěpka	12,5 MJ/kg	1,40 Kč/kg		112,0	0,40	80%	140	0,50
Zemní plyn	34,0 MJ/m ³	0,93 Kč/kWh	132	287,6	1,04	89%	343	1,23
Propan	46,6 MJ/kg	21,50 Kč/kg		461,4	1,66	89%	518	1,87
Lehký topný olej	42,0 MJ/kg	23,00 Kč/kg		547,6	1,97	89%	615	2,22
Elektřina akumulace	3,6 MJ/kWh	1,43 Kč/kWh	287	396,0	1,43	95%	460	1,66
Elektřina přímotop	3,6 MJ/kWh	1,74 Kč/kWh	409	482,3	1,74	98%	554	1,99
Dálkové teplo z CZT	1,0 GJ/GJ	313 Kč/GJ		313,0	1,13	100%	313	1,13
Tepelné čerpadlo	3,6 MJ/kWh	1,72 Kč/kWh	409	478,0	1,72	300%	221	0,79

Srovnání cen tepla v roce 2007.

Vedle růstu cen energií daného situací na trhu je třeba počítat také s politikou státu a Evropské unie v této oblasti, které směřují ke znevýhodnění ekologicky méně šetrných paliv a energií. Od 1. 1. 2008 musíme počítat s prvním zdražením neekologických energií vlivem jejich vyššího zdanění, které bude kompenzováno snížením sociálního pojištění. V rámci této první fáze tzv. ekologické daňové reformy bude vyšší daní zatíženo uhlí (zdraží tak zhruba o 10 %), elektřina vyrobená z neobnovitelných zdrojů (nárůst ceny o 1–2 %) a teplo z CZT, které není vyrobeno pomocí kogenerace (v Praze se velká část tepla vyrábí s použitím kogenerace). Od daně budou osvobozeny obnovitelné zdroje a energie z nich vyrobená a v první fázi také vytápění plynem pro domácnosti. Další kroky této reformy jsou plánovány na roky 2010 a 2014.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA



Konečná cena tepla z různých paliv v roce 2007.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

3.2. JAK SE ROZHODOVAT?

Při rozhodování o zdroji tepla je třeba si uvědomit, že toto rozhodnutí ovlivní i cenu elektřiny pro domácnost. Při vytápění elektřinou budeme mít k dispozici levnou elektřinu i pro domácí spotřebiče. U velmi dobře izolovaných domů jsou náklady na elektřinu pro domácnost srovnatelné s náklady na vytápění!

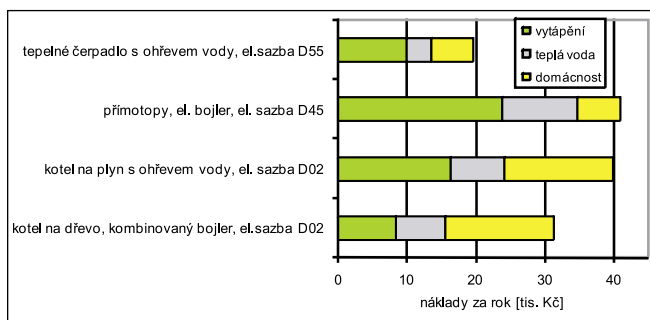
Při rozhodování je vhodné zpracovat si několik variant řešení a zvážit investiční náklady a provozní náklady za 15 nebo 20 let. Odhadnout vývoj cen paliv takto dopředu je obtížné (obvykle se pracuje s konzervativním odhadem dlouhodobého růstu cen o 3 % ročně), někdy se tedy budeme rozhodovat spíše intuitivně.

KČ	kotel na plyn	elektrický přímotop. systém	kotel na dřevo	automat. kotel na peletky
plynová přípojka	50 000			
komín	30 000		30 000	30 000
kotel vč. příslušenství	45 000	35 000	45 000	110 000
sklad paliva				40 000
ostatní	35 000	25 000	60 000	35 000
pořizovací náklady celkem	160 000	60 000	135 000	215 000
roční náklady na palivo	29 000	51 000	20 000	25 000
náklady celkem za 15 let	595 000	828 000	430 000	590 000

Srovnání pořizovacích a provozních nákladů – příklad ne příliš úsporného rodinného domu.

Do rozhodování je samozřejmě třeba zahrnout i požadavky na komfort, jednoduchost obsluhy, skladování paliva, spolehlivost, dostupnost paliva, vliv na životní prostředí a další a další. Tyto věci se vyčíslují obtížně.

Je zřejmé, že vždy je nutno znát alespoň odhadem spotřebu tepla na vytápění, na ohřev vody a spotřebu elektřiny pro domácnost. Pak je možné srovnat celkové náklady na provoz, příklad je uveden v grafu. Vidíme, že řešení s nejnižšími náklady na vytápění ještě nemusí být nejvýhodnější.



Příklad provozních nákladů při stejné spotřebě energií.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

3.3. SOLÁRNÍ ENERGIE

Každý dům využívá sluneční teplo okny a prosklením (tzv. pasivní solární zisky). Pokud ale potřebujeme sluníčkem ohřát vodu na mytí nebo pro topení, je nutný solární systém. Ten je téměř vždy možné dodatečně instalovat na stávající budovu, nejčastěji na střechu.

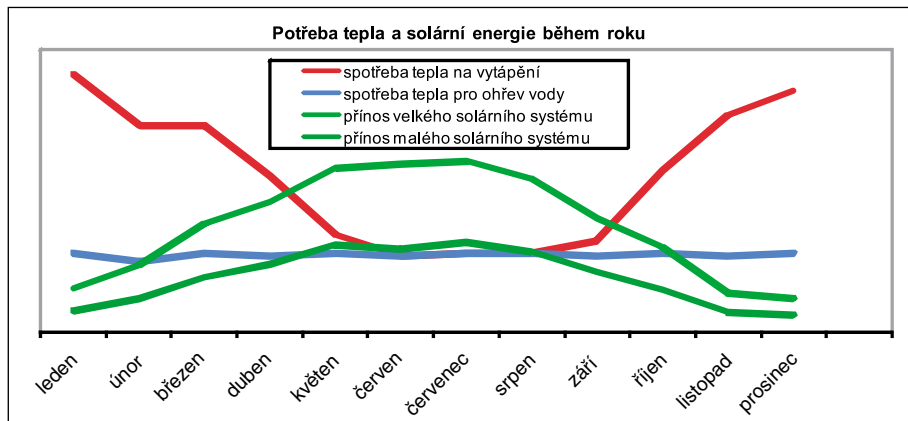
Získanou energii je možné i dlouhodobě akumulovat v zásobnících (vodních, šterkových aj.). Čím je doba akumulace delší, tím je systém dražší a méně ekonomický. Proto se nejčastěji používá krátkodobá akumulace (několikadenní) spolu s pružnými topnými systémy, které sniží výkon okamžitě, jsou-li v místnosti solární zisky prosklením. Pro krátkodobou akumulaci se využívá obvykle beztlaková vodní nádrž (tlakové nádoby jsou dražší).

Solární systémy mohou být i teplovzdušné. V tomto případě nehrozí zamrzání nebo vyvaření média a teplý vzduch z kolektorů lze přivádět přímo do místnosti. Systém pracuje s nižšími teplotami, čímž roste účinnost. Nevýhodou je potřeba silnějších potrubí. Dále je to hluk ventilátorů, který se může šířit do místností. Akumulace je zde mnohem obtížnější než u kapalinových systémů.

Na území Prahy dopadá za rok průměrně 1100 kWh/m² sluneční energie. Pomocí kapalinových kolektorů můžeme získat 300–800 kWh/m² za rok. Zisk se však v jednotlivých měsících značně liší; v zimě zpravidla nepokrývá potřebu tepla, pro letní přebytky často není využití. Ve skutečnosti tedy můžeme uvažovat průměrnou roční výrobu 380–420 kWh/m² kolektorové plochy za rok.

Účinnost kolektorů závisí zejména na rozdílu teplot absorbéru (resp. teplonosné kapaliny) a okolního vzduchu. Čím vyšší teplotu požadujeme (např. 55 °C pro přípravu teplé vody), tím horší bude účinnost. U vakuových kolektorů, kde je absorbér dobře izolován vakuem, se účinnost mění jen málo (uspokojivě pracují i v mrazivých dnech). Naopak u jednoduchých plochých kolektorů účinnost klesá s rozdílem teplot velmi prudce, takže je téměř nemožné ohřívat v nich vodu v zimě na více než 80 °C.

Bohužel v ČR je během zimy solární energie tak málo, že i s vysoce účinnými kolektory potřebujeme poměrně velké plochy pro pokrytí potřeb. Naopak během léta bývá solární energie značný přebytek, takže i málo účinné kolektory získají energii dost. To je třeba zohlednit při hodnocení ekonomické efektivity systémů.



Možnosti krytí potřeby tepla solárním systémem různé velikosti.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

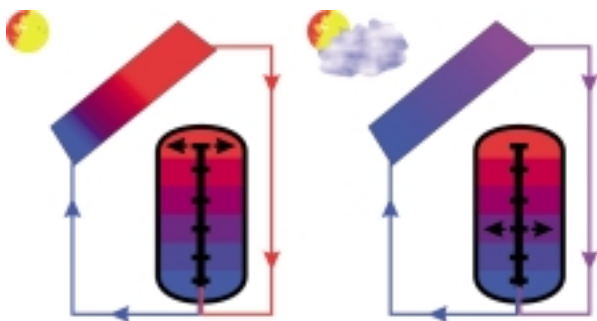
Kolektory dělíme podle tvaru na ploché a trubicové (mají absorber uložen ve vakuové trubici). Vakuum snižuje tepelné ztráty a zvyšuje účinnost při dosažení vyšších výstupních teplot. Nízké vakuum se používá také u plochých kolektorů. Výhodou vakuových kolektorů je jejich vyšší účinnost, hlavně za nízkých teplot. Nevýhodou je, že nemají „samorozmrazovací“ schopnost, takže navátý sníh musíme odstranit ručně.

Kvalitní kolektory mají absorber opatřený spektrálně selektivní vrstvou (speciální černá barva nebo galvanické pokovení), mají vyšší účinnost a dokáží zpracovat i difúzní záření. Většina současných kolektorů používá měděný plech s pokovením TiNOx. Rovněž zasklení je ze speciálního skla, které má nízkou pohltivost slunečního záření a má zvýšenou mechanickou pevnost.

U koncentračních kolektorů se sluneční záření koncentruje na malou absorpční plochu. Používají se lineární Fresnelovy čočky nebo zrcadlové plochy, obvykle žlabová zrcadla. Dosáhne se tak vyšších teplot a vyšší účinnosti. Poloha Slunce, a tím i ohnisko, se během dne mění, proto je potřeba polohovací zařízení, které natáčí (nebo u lineárních kolektorů posunuje) kolektor nebo jeho absorber za sluncem. Některé typy se žlabovými zrcadly fungují i bez natáčení, ale ne tak efektivně.

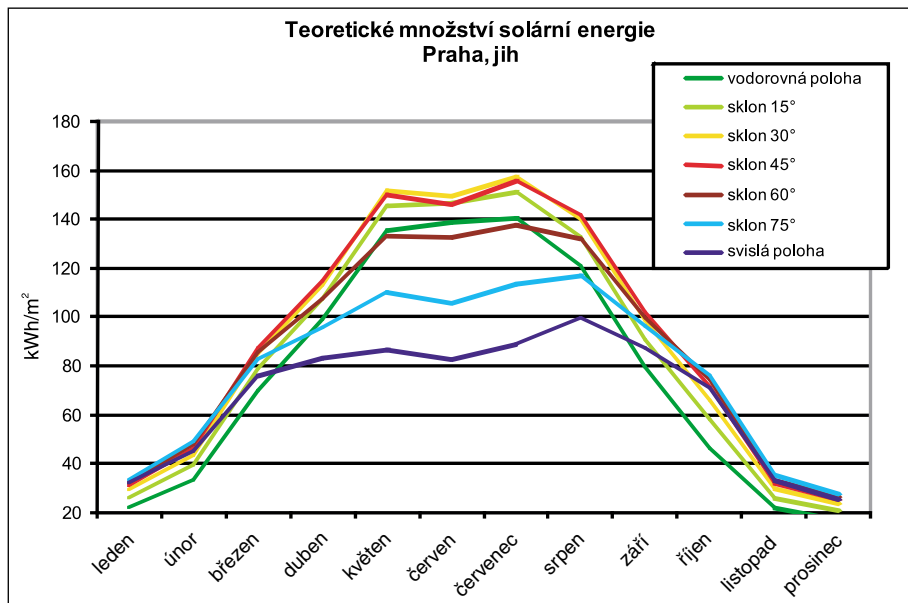
Solární zásobník slouží pro přípravu teplé vody (TV), při nedostatku sluneční energie se doplňkově ohřívá tepelnou energií z ústředního vytápění či elektrinou. Objem zásobníku většinou odpovídá ploše kolektorů, aby i v létě akumuloval zachycenou energii a nedošlo k poškození systému. Z hygienických důvodů je žádoucí alespoň jednou týdně ohřát obsah zásobníku na 72 °C, neboť při provozu za nízkých teplot a malém odběru vody se mohou rozmnožit nežádoucí mikroorganismy.

Pokud se solární energie využívá i pro přitápění, je potřeba větších ploch kolektorů a tím i objemu zásobníku (až několik m³). Pro snížení nákladů se používají beztlakové zásobníky zhotovené např. z plastu nebo betonu. TV se pak připravuje v „plouvoucí“ nádrži ponořené v zásobníku nebo průtočné pomoci spirály uložené v zásobníku. Nevýhodou je, že je potřeba další výměník pro okruh vytápění, což zvyšuje potřebný teplotní spád a tím i ztráty. Důležité je využít teplotního rozvrstvení v zásobníku, aby kolektor dodával teplo do odpovídající hladiny. Jinak je teplota na absorberu zbytečně vysoká, což zhoršuje účinnost systému. Do akumulační nádrže lze připojit i další zdroj tepla, např. kotel na biomasu. Tento zdroj se připojuje v horní části, aby dolní část zásobníku zůstala dost chladná pro ohřev sluncem.

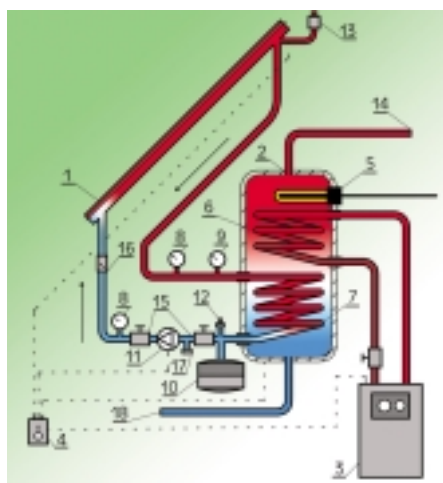


Princip stratifikace teplot v solárním zásobníku.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA



Sluneční energie dopadající na různě skloněnou plochu (Praha, jih).



Dvouokruhový solární systém s nuceným oběhem.

- 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 – teploměry
- 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 řadu

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

Ani sluneční energie není zadarmo, jak někdy tvrdí reklama. Slunce sice svítí bez nároku na honorář a jeho záření dokonce ještě nikdo nezdanil, solární systém ale něco stojí a za dobu svého života přinese jen omezené množství energie. Počítat musíme i s provozními a servisními náklady. Při životnosti systému 15 až 20 let a energetickém přínosu 380–420 kWh/m² kolektorové plochy vychází cena solární energie od 1,50 do 3,0 Kč/kWh. Díky dotaci na instalaci solárního systému (viz kap. 5) se tato cena dá snížit. Solární systém můžeme chápat také jako pojistku proti rostoucím cenám energií nebo jako cestu k větší nezávislosti na vnějších dodávkách energií. Solární zařízení může také zvýšit náš komfort – například prodlouží dobu užívání venkovního bazénu.



Solární systém lze umístit i na plochu střechu.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

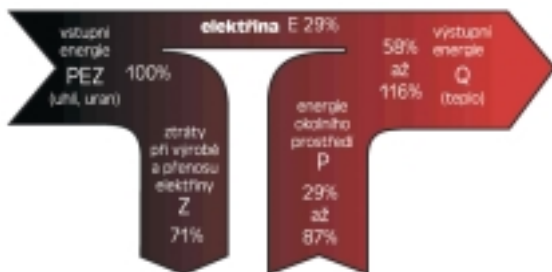
3.4. TEPELNÁ ČERPADLA

Tepelné čerpadlo (TČ) využívá tepla okolního prostředí, které má příliš nízkou teplotu na to, abychom jej mohli využít pro vytápění přímo. Tepelné čerpadlo toto nízkoteplotní teplo (např. kolem 2 °C) převede na vyšší teplotní hladinu (kolem 50 °C). Princip je stejný jako u chladničky, která odebírá teplo potravinám a předává jej zadní stranou chladničky do místnosti. Podobně i TČ využívá tepla získaného od okolního prostředí k odpaření chladicí kapaliny ve výparníku. Tato pára je poté kompresorem stlačena a díky dodané práci dochází k uvolnění tepla o vyšší teplotě, které je předáno topnému médiu. Celý cyklus se poté opakuje.

TČ samozřejmě potřebuje elektřinu pro pohon kompresoru, oběhových čerpadel, případně ventilátoru. Přitom ale dodá 2 x až 5 x více tepla, než spotřebuje elektřiny. Protože platíme jen za odebranou elektřinu, je TČ výhodným zdrojem tepla. Velmi důležitým parametrem TČ je topný faktor, který vyjadřuje poměr dodaného tepla k množství spotřebované energie.

$$\varepsilon = Q/E$$

Q = teplo dodané do vytápění [kWh]
E = energie pro pohon TČ [kWh]



Toky energií pro elektrické tepelné čerpadlo.

Topný faktor různých TČ bývá v rozmezí od 2 do 5. Závisí na vstupní a výstupní teplotě, typu kompresoru a dalších faktorech. Dodavatelé obvykle udávají topný faktor při různých teplotách vstupního a výstupního média. Pozor: při výpočtu topného faktoru se někdy nezapočítává spotřeba oběhových čerpadel (resp. ventilátorů), která jsou nutná pro provoz TČ. Skutečný topný faktor se pak může od údajů z prospektu výrazně lišit!

Topný faktor během roku kolísá v závislosti na vstupní a výstupní teplotě tepelného čerpadla. Průměrný roční topný faktor je poměr celoroční spotřeby energie a celoroční výroby tepla a používá se pro vyhodnocení provozu.



Kotelna s tepelným čerpadlem, zásobníkem TV a plynovými kotli jako bivalentním zdrojem tepla.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

Venkovní vzduch jako zdroj tepla

Venkovní vzduch je k dispozici všude. Nevýhodou je, že je v něm poměrně málo tepla. Je tedy třeba ochlazovat velké objemy. Vzduch se ochlazuje ve výměníku tepla umístěném vně budovy, s výkonným ventilátorem. Ten je zdrojem určitého hluku, proto je potřeba pečlivě volit umístění výměníku, aby hluk neobtěžoval obyvatele domu ani sousedy. I když výrobci dodávají stroje, které splňují hygienické limity hlučnosti, nemusí to stačit. Rušení hlukem je vnímáno velmi individuálně, hlavně v noci. Venkovní část by také neměla být v místech, kde se mohou tvořit „kapsy“ studeného vzduchu. Vzduchová TČ jsou schopná pracovat, i když je venku kolem $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při nižší teplotě je nutné zapnout další, tzv. bivalentní zdroj. Při nízkých teplotách se na venkovním výměníku tvoří námraza. Energie spotřebovaná na její odtažení může výrazně zhoršit celkový topný faktor a tím zvýšit provozní náklady. Tento typ TČ má široké využití, navíc je investičně méně náročný.



Pohled do venkovní části vzduchového TČ.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

ODPADNÍ VZDUCH JAKO ZDROJ TEPLA

Teplu je odebíráno vzduchu, který je odváděn větracím systémem objektu. Tento vzduch má relativně vysokou teplotu (18 až 24 °C). Tepelné čerpadlo tedy může pracovat efektivně i za podmínek, kdy běžně užívané systémy zpětného získávání tepla (rekuperace) nelze použít. Teplu může být použito pro topnou vodu ústředního topení nebo pro ohřev vzduchu, je-li vytápění objektu teplovzdušné. Nevýhodou je, že větracího vzduchu je k dispozici jen omezené množství, takže TČ kryje jen část tepelné ztráty – přibližně tu, která je potřeba na ohřev větracího vzduchu. Vždy je tedy potřeba ještě další zdroj pro krytí zbývajících potřeb tepla (tepelné ztráty konstrukcemi domu), případně i pro ohřev vody. Na trhu jsou také tepelná čerpadla s integrovanými ventilátory, která lze použít jako centrální větrací jednotku domu.

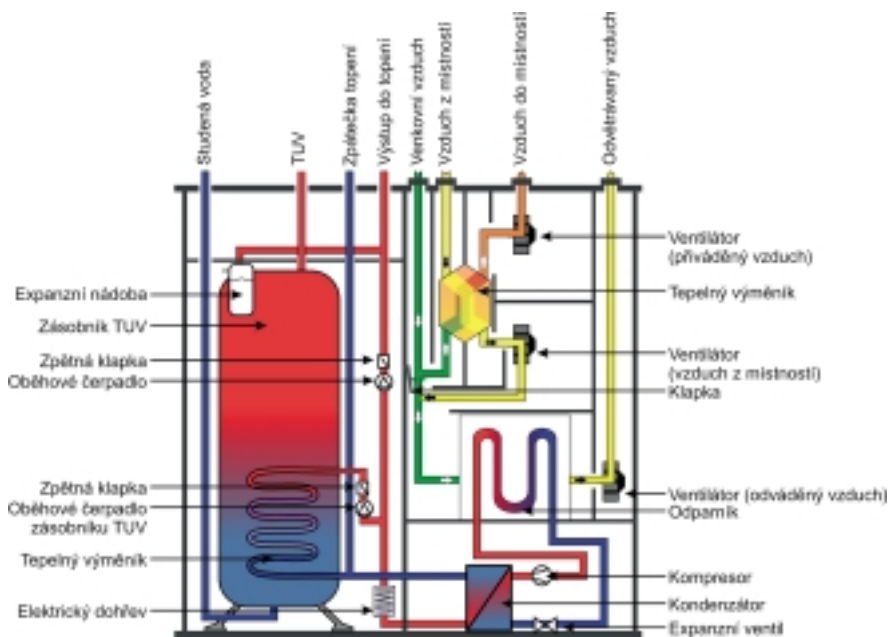


Schéma TČ využívajícího odpadní vzduch pro ohřev teplé vody.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

PŮDA JAKO ZDROJ TEPLA

Půda se ochlazuje tepelným výměníkem z polyethylenového potrubí plněného nemrznoucí směsí a uloženého do výkopu (půdní kolektor). Půdní kolektor se umísťuje poblíž objektu v nezámrazné hloubce. Potrubí se může ukládat na souvisle odkrytou plochu, nejméně 0,6 m od sebe. Velikost takovéto plochy je asi trojnásobkem plochy vytápěné. Je také možné ukládat potrubí ve tvaru uzavřených smyček do výkopů kolektoru, rýhy o hloubce cca 2 m a šířce cca 0,9 m. Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla je pak potřeba 5 až 8 metrů délky výkopu. Je třeba počítat s tím, že půdní kolektor okolní zeminu ochladí, takže se zde např. bude déle držet sníh. Pokud má být teplo odebíráno celoročně (v létě pro ohřev bazénu), je potřeba půdní kolektor o větší ploše. Je-li TČ využíváno pro letní chlazení, lze půdní kolektor „dobíjet“ odpadním teplem.

Druh půdy	Měrný výkon získaný z půdy	Plocha výměníků pro TČ s topným faktorem		
		3,0	3,5	4,0
	W/m ²	m ² /kW	m ² /kW	m ² /kW
Suchá nezpevněná půda	10	66 m ²	71 m ²	75 m ²
Ulehlá vlhká půda	20-30	33-22 m ²	36-24 m ²	38-25 m ²
Vodou nasycené šterky a písky	40	17 m ²	18 m ²	19 m ²

Parametry pro dimenzování půdního kolektoru.

Pokud není k dispozici dost vhodná plocha, lze využít teplo z hlubinných vrstev. Využívá se teplo hornin v podloží. Vrtů hluboké až 150 m se umísťují v blízkosti stavby, nejméně 10 m od sebe. Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla je potřeba 12 až 18 m hloubky vrtu, podle geologických podmínek. Vrtů nelze provádět kdekoli, pro vrt je nutné povolení. Je vhodné zajistit si také hydrologický průzkum, aby nedošlo k narušení hydrologických poměrů. Výhodou je celoročně stálá teplota zdroje (cca 8 °C), takže TČ pracuje efektivně.

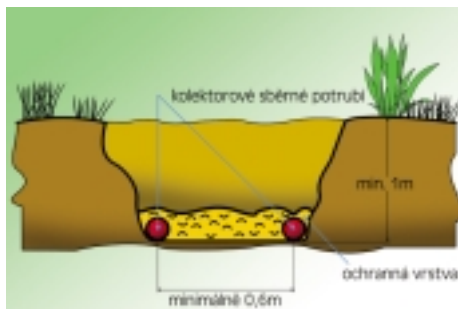


Schéma zemního kolektoru pro TČ.

V podmínkách Prahy lze tyto typy použít jen omezeně, zejména kvůli různým ochranným pásmům kabelů a potrubí uloženým pod terénem.

DALŠÍ ZDROJE TEPLA PRO TEPELNÉ ČERPADLO

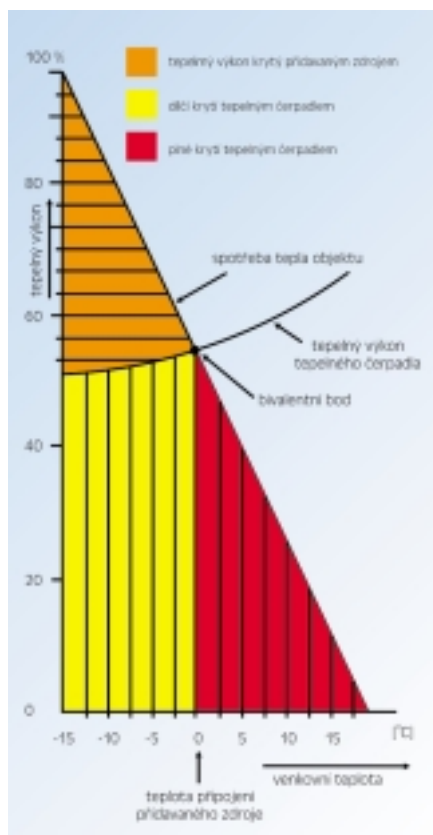
Jako zdroj tepla může sloužit například říční voda (takováto tepelná čerpadla byla použita např. v Národním divadle), nebo voda čerpaná z podzemních zdrojů. Výhodné může být ochlazovat technologickou odpadní vodu (např. z prádelny), nebo kombinovat TČ se solárním systémem. Takovéto možnosti vždy vyžadují individuální řešení.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

ZPŮSOB PROVOZU TEPELNÉHO ČERPADLA

Spotřeba tepla na vytápění se během roku mění. Pokrytí celé spotřeby pomocí TČ je obvykle neekonomické (větší TČ a delší vrty výrazně zvyšují pořizovací náklady), proto se systém doplňuje dalším tzv. bivalentním zdrojem tepla, obvykle elektrokotlem. Mnoho TČ má kotel přímo zabudovaný. Tento zdroj slouží i jako záloha pro případ výpadku TČ. Jako doplňkový zdroj lze použít i krb nebo jiné interiérové topidlo, které nemusí být napojeno na systém ústředního vytápění.

Systém pak pracuje v tzv. bivalentním provozu, kdy po určitou dobu (např. v mrazových dnech) běží kromě TČ i druhý zdroj tepla. Instalovaný tepelný výkon tepelného čerpadla je v tomto provozu nižší než je maximální potřebný (obvykle 50–75 %). U správně navrženého systému špičkový zdroj dodává pouze 10–15 % celkové spotřeby tepla.



Bivalentní chod tepelného čerpadla.

U TČ ochlazujících venkovní vzduch je bivalentní zdroj nezbytný, aby bylo možné vytápět i v době, kdy je venkovní teplota nižší než $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$.

U moderních, dobře izolovaných rodinných domů s tepelnou ztrátou do 10 kW, je možné navrhnout TČ jako jediný zdroj tepla. Investiční náklady se tak výrazně nevyšší. Výhodou je úspora provozních nákladů. Není-li TČ doplněno elektrokotlem, postačí menší příkon elektřiny. V současnosti, kdy konečná platba za elektřinu značně závisí na velikosti hlavního jističe, může být úspora „za jistič“ zejména u velkých budov zajímavá. Bohužel kompresor TČ vyžaduje velký rozběhový proud, proto nelze velikost jističe snižovat libovolně. Další cestou ke snížení velikosti hlavního jističe je použití neelektrického bivalentního zdroje, např. kamen na dřevo nebo plynového kotle.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

TEPELNÉ ČERPADLO A BUDOVA

Pokud se TČ instaluje do staršího objektu, nastává problém s teplotním spádem vytápěcí soustavy. V minulosti se topné soustavy dimenzovaly na teplotu přívodu 90 °C (a 70 °C zpátečka), tj. spád 90/70 °C. Při tomto spádu postačuje poměrně malá plocha těles (radiátorů). Má-li mít otopná soustava spád 55/45 °C, je nutno plochu radiátorů více než zdvojnásobit. To znamená nejen další útratu, ale i zásah do interiéru domu, zmenšení obytného prostoru a jistě nepohodlí pro obyvatele domu.

Je faktem, že starší vytápěcí soustavy jsou často předimenzovány. Běžné je zvýšení velikosti těles o 10 %, jako tzv. přírážka na zátop. V době, kdy zdrojem tepla byl kotel na uhlí s ruční obsluhou (a tím pádem s noční přestávkou vytápění) bylo díky větší ploše těles možno snadněji vytopit dům po pauze. O kolik je nutno zvětšit velikost těles, je proto vždy potřeba určit výpočtem pro konkrétní objekt. Leckdy jsou tělesa natolik předimenzována, že jejich plochu není nutno zvětšovat vůbec.

teplotní spád těles	výkon
90/70 °C	100 %
65/50 °C	68 %
55/40 °C	40 %

Pokles výkonu těles při změně spádu.

Starší budovu je tedy před instalací TČ velmi vhodné zateplit. Tím se plocha těles stane předimenzovanou, takže může vyhovovat i pro provoz s nižšími teplotami. Vždy je však nutno prověřit velikost těles výpočtem.

S problémem výkonu souvisí i použití podlahového topení, které s tepelným čerpadlem dobře spolupracuje, protože pracuje v nízkém spádu, obvykle 40/35 °C a nižším. Teplota podlahy by z hygienických důvodů neměla překročit 29 °C, pro rodinné domy by měla být 23 až 25 °C (pouze v koupelnách a na chodbách může být až 32 °C). Ve starších, nezateplených budovách je někdy podlahové topení navrženo nesprávně; tak, že během zimy je nutno provozovat ho na vyšší teplotu, aby dodalo do místnosti dost tepla. Pak je ale teplota podlahy příliš vysoká, což může vést k nepříjemným pocitům i ke zdravotním problémům. Nelze-li z podlahového topení získat dostatečný výkon, je nutno osadit do místnosti ještě topná tělesa. Zvyšování výkonu tím, že se zvýší povrchová teplota podlahy, je krajně nevhodné.

Dalším důvodem pro zateplení budovy je snaha o snížení investice do TČ. Nejde jen o to, že vlastní strojní část TČ musí mít vyšší výkon, což zvyšuje její cenu. Významnější bývají náklady na zdroj – hlubinné vrty nebo půdní kolektor. Zanedbatelné nejsou ani prostorové nároky na zdroj tepla (zejména u plošných kolektorů). U vzduchových TČ je také potřeba větších venkovních jednotek, zde ale nárůst ceny není tak vysoký. S velikostí zdroje roste pochopitelně i spotřeba energií na pohon oběhových čerpadel, respektive ventilátorů u čerpadel vzduch/voda, a také stálé platby za elektřinu (dle velikosti hlavního jističe). Je zřejmé, že čím víc energie dům spotřebovává, tím větší a dražší musí být TČ i zdroj tepla.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

3.5. PLYNOVÉ KOTLE

Zemní plyn je palivo velmi komfortní a poměrně ekologické (emise oxidů síry a prachu jsou prakticky nulové, emise CO₂ jsou méně než poloviční než při spalování uhlí nejllepšími dostupnými technologiemi), které lze využívat s vysokou účinností. Plynové kotle se dají velmi dobře regulovat. Dodávka plynu je spolehlivá a v domě není potřeba žádných skladovacích prostor.

Již několik let se zemní plyn účtuje v kWh, nikoli v m³ – navíc jde o obsah spalného tepla, nikoli o výhřevnost. Spalné teplo je vyšší než výhřevnost (1,11 krát). Kde je rozdíl? Spálíme-li plyn, vznikne CO₂, voda a malé množství jiných zplodin (oxidy dusíku aj.). Voda má při hoření pochopitelně formu páry. Pokud však spaliny ochladíme, voda 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 s ním počítá).

Kondenzace spalin je u běžných kotlů nežádoucí, protože působí tzv. nízkoteplotní korozi ocelových kotlů. Proto se s ní nikdy příliš nepočítalo; 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 % (až 108 %). Dalším důsledkem je to, že údaj o dodávce energie na faktuře za plyn musíme napřed přepočíst na výhřevnost, chceme-li jej použít pro technické výpočty. Pozor: obsah energie v plynu se během roku mírně mění, v tabulce jsou použity obvyklé hodnoty.

spalné teplo	výhřevnost	teplo dodané kotlem s účinností 85 %	teplo dodané kondenzačním kotlem s účinností 104 %
10,501 kWh/m ³	9,46 kWh/m ³	8,05 kWh/m ³	9,84 kWh/m ³
37,8 MJ/m ³	34,1 MJ/m ³	29,0 MJ/m ³	35,4 MJ/m ³

Obsah energie v zemním plynu.

Aby kotel mohl pracovat v kondenzačním režimu, musí být teplota spalin pod 60 °C. To znamená, že je vhodné použít nízkoteplotní otopnou soustavu. Je-li kotel osazen ve starší soustavě se spádem 90/70 °C, bude v kondenzačním režimu pracovat jen část topné sezóny, kdy není třeba topit na plný výkon.

	běžný kotel	kondenzační kotel
potřeba tepla na vytápění a TUV	35 000 kWh/rok	
účinnost kotle	85 %	102 %
spotřeba zemního plynu	45 706 kWh	38 088 kWh
náklady	42 506 Kč	35 422 Kč
úspora		7 084 Kč
náklady na kondenzační kotel		50 000 Kč
návratnost		7 roků

Příklad návratnosti kondenzačního kotle.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

3.6. KOGENERACE

Jednou z příčin vysoké spotřeby energií v ČR je oddělená výroba tepla a elektřiny. Uhelné a jaderné elektrárny vypouštějí do vzduchu jako odpadní teplo asi 2/3 tepla, které vznikne spálením uhlí (resp. štěpnou reakcí u jaderných elektráren). V teplárnách a některých dalších zařízeních se energie vyrábí výrazně efektivněji – pomocí kombinované výroby elektřiny a tepla, neboli tzv. kogenerace. Principem kogenerace je vyrábět elektřinu tam, kde je potřeba teplo. Ve velkém měřítku takto funguje např. elektrárna Mělník a některé teplárny, které dodávají teplo do pražské sítě CZT. V menším měřítku lze osadit kogenerační jednotky do většiny současných plynových kotlen – od blokových kotlen až po rodinné domky. Pro jejich provozovatele to může mít i zajímavý finanční přínos.



Porovnání účinnosti výroby energie.

Zatímco velká zařízení používají různé typy turbín, jednotky menších výkonů (do 1 MW) jsou postaveny většinou se spalovacím motorem. Lze se setkat s upravenými automobilovými motory i s motory vyrobenými speciálně pro kogeneraci. Palivem je nejčastěji zemní plyn, bioplyn nebo skládkový plyn. Palivem může být i dřevoplyn nebo rostlinný olej.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

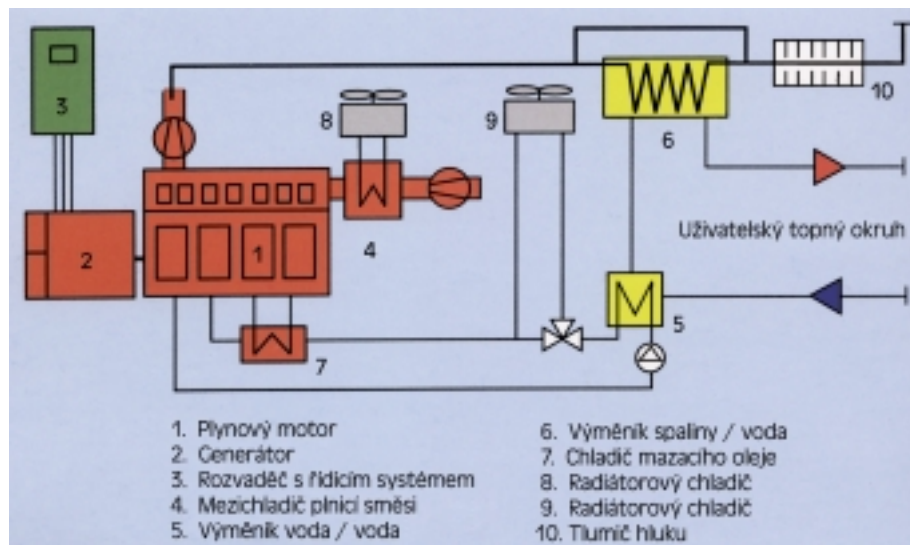
Kogenerační jednotka se spalovacím motorem se skládá ze zážehového spalovacího motoru, který pohání přímo alternátor vyrábějící elektřinu, a z výměníků pro využití odpadního tepla z motoru. Odpadní teplo z motoru je odváděno pomocí dvou výměníků na dvou teplotních úrovních. První výměník odvádí teplo z bloku motoru a z oleje na úrovni cca 80–90 °C. Druhý výměník odvádí teplo z odcházejících výfukových spalin 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 toplovodního systému 90/70 °C, méně již do systému 110/85 °C resp. 130/90 °C. Kogenerační jednotky se zážehovými spalovacími motory se dodávají o el. výkonech v rozsahu od cca 20 kW do 5 000 kW. Na trhu bohužel chybí nejmenší zařízení pro rodinné domky, s tepelným výkonem 5–10 kW.



Základem mnoha kogeneračních jednotek je upravený motor z automobilu, na snímku bez protihlukového krytu.



Blokové schéma kogenerační jednotky.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA



Prototyp malé plynové kogenerační jednotky se Stirlingovým motorem.

roku běžela co nejvíce hodin. Proto bude pracovat neefektivněji tam, kde je celoročně stálý odběr tepla. Takovým místem mohou být ubytovací zařízení (hotely, penziony, internáty), bazény, nemocnice, sociální zařízení, sídlištní blokové kotelny atp. Ve větších zařízeních může být kogenerační jednotka jen základním zdrojem tepla, který bude během zimních špiček doplněn běžným kotlem.

Pro kogenerační jednotky nejmenších výkonů (do 50 kW) se vyrábí i zařízení se Stirlingovým motorem. Jeho výhodou je jednodušší provoz, protože palivo se nespaluje uvnitř válců, ale vně. V principu lze použít jakékoli palivo, vyvíjí se např. jednotka spalující dřevní peletky.

Z technického hlediska lze kogenerační jednotkou nahradit jakýkoli zdroj tepla (kotel) srovnatelného výkonu. Aby však byla instalace kogenerační jednotky ekonomicky výhodná, je potřeba, aby během



Kogenerační jednotka ve sklepě nevypadá jako složité zařízení.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

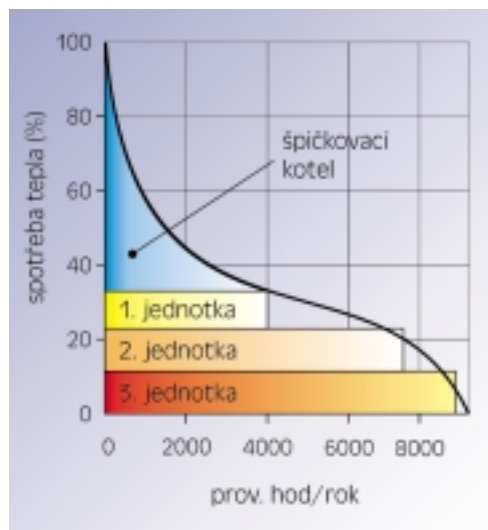
Velikost kogenerační jednotky se nejčastěji odvozuje od spotřeby tepla v daném objektu. Kogenerační jednotka může pokrývat základní spotřebu tepla, špičky pak pokrývá jiný zdroj, např. plynový kotel. Častější však je volba výkonnější jednotky v kombinaci s akumulací tepla. Pak se kogenerační jednotka uvádí do provozu tak, aby dodávala proud v době, kdy je nejvýhodnější tarif výkupních cen elektřiny. Vyrobenou elektřinu je možno spotřebovat přímo v objektu, nebo ji prodat do sítě. První způsob je obvykle výhodnější, vzhledem k prodejním a výkupním cenám elektřiny.

Kogenerační jednotka spotřebovuje na výrobu jedné kWh zemní plyn v ceně cca 2,30 až 3,80 Kč/kWh, servisní náklady jsou cca 0,40 až 0,60 Kč/kWh. Je-li cena elektřiny ze sítě vyšší než 4 Kč/kWh, může být výhodné provozovat kogenerační jednotku pro krytí vlastní potřeby a teplo navíc je „zdarma“.

Elektřinu z kogenerační jednotky je také možné prodat do veřejné sítě. Provozovatel distribuční soustavy (PRE, a. s.) je povinen tuto elektřinu vykoupit, jsou-li dodrženy technické podmínky. Pokud je palivem bioplyn, dřevoplyn nebo jiný druh biomasy, jsou výkupní ceny vyšší. Výši výkupní ceny předepisuje pro každý rok zvlášť Energetický regulační úřad (www.eru.cz). Cena se liší podle druhu paliva a velikosti zařízení. U elektřiny z biomasy či bioplynu lze uplatnit tzv. zelené bonusy v případě, že elektřina je spotřebovávána ve vlastním objektu výrobce.

Ekonomickou efektivitu investice je třeba vždy určit individuálně. Žadoucí je provést pečlivý rozbor provozu – nejlépe jej zadat odborníkům.

Podle platného energetického zákona je možno do sítě prodávat jak vyrobenou elektřinu, tak teplo. Je však nutné splnit technické požadavky správce tepelné sítě (Pražská teplárenská, a. s.). Proto se kogenerační jednotka obvykle navrhuje tak, aby veškeré teplo spotřeboval provozovatel.



Pokrytí roční spotřeby tepla třemi kogeneračními jednotkami a špičkovým kotlem.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

3.7. KAMNA A KOTLE NA DŘEVO

Dřevo je tradiční zdroj energie, v podmínkách Prahy bohužel hůře dostupný. Jeho hlavní výhoda – nízká cena – se dovozem na větší vzdálenosti ztrácí. Ten, kdo má dřevo jako hlavní zdroj tepla, potřebuje i poměrně velké skladovací prostory. Velmi oblíbené je „rekreační“ topení dřevem. Kamna nebo krbová vložka je doplňkovým zdrojem, v němž se topí pro potěšení o večerech a víkendech. Během týdne pak topí kotel na plyn či elektřinu.

KOTLE NA POLENOVÉ DŘEVO

Spalování dřeva v kotlích konstruovaných pro uhlí je málo efektivní (spaluje se s nižší účinností). Kotle na kusové dřevo se vyrábí téměř výhradně jako zplyňovací, tj. spaluje se v nich dřevoplyn, který se při vysoké teplotě uvolní ze dřeva v nasypance kotle. Díky tomu je účinnost spalování vysoká a emise jsou nízké. Palivem je poledenové dříví, které lze částečně míchat s pilinami a jiným drobným dřevním odpadem. Aby kotel dobře fungoval, musí být palivo suché (vlhkost do 20 %).

Z konstrukčních důvodů jsou na trhu kotle s výkonem od 18 kW. To je pro dobře izolovaný dům zbytečně moc. Ale i neizolovaný dům potřebuje plný výkon kotle jen několik desítek hodin v roce. Aby se kotel nemusel zbytečně „škrtit“, je vhodné systém ústředního vytápění doplnit akumulací nádrží. Kotel pak pracuje určitou dobu na plný výkon a teplo se akumuluje pro pozdější spotřebu v akumulací nádrži. Po nabití se kotel přepne do tzv. teplé rezervy, kdy palivo zvolna prohořívá a kotel má přitom nepatrný výkon s minimální spotřebou paliva.

Podle velikosti akumulací nádrže a venkovní teploty pak stačí přikládat palivo do kotle jen občas, navíc v době, kdy má majitel čas – odpadá přikládání na noc, ranní roztápění atd.

Regulace ústředního vytápění si podle potřeby odebírá teplo z akumulací nádrže, což zvyšuje efektivitu systému a značně zlepšuje jeho regulovatelnost.

Další výhodou tohoto řešení je dosažení nejvyšší účinnosti spalování při nejnižších emisích. Kromě úspory paliva se tak prodlouží i životnost kotle. Akumulací nádrž lze také doplnit o ohřev solárním systémem nebo jiným (levným) zdrojem tepla.

Nevýhodou je cena akumulací nádrže a potřeba prostoru – pro rodinný domek je potřeba asi 1 000 litrové nádrže.



Kotel na kusové dřevo bez akumulací nádrže není ideální.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

KOTLE NA PELETKY

Problém s přípravou dřeva a částečně i se skladovacím prostorem řeší peletky. Jsou vždy suché (zvlhnou-li, rozpadají se), mají vysokou výhřevnost a dobře se skladují. Sklad paliva však musí být suchý a poblíž kotle. Do kotle se peletky dopravují automaticky, šnekovým dopravníkem. Automatika kotle řídí přísun peletek podle potřeby (spalují se přímo, bez zplyňování).

V ČR je rozšířenější systém kotlů s vlastní násypkou, která vydrží až na několik dní provozu. Konstrukce kotle obvykle umožňuje vybírat popel i za chodu, takže může hořet nepřetržitě od podzimu do jara. Některé kotle umožňují spalovat místo peletek obilí nebo kukuřici. Na trhu jsou i interiérová kamna na peletky, která lze použít jako doplňkový zdroj.

Cena kotlů na peletky je ve srovnání s cenou kotlů na kusové dřevo až dvojnásobná. Cenu dále zvyšuje potřeba skladu a případně dopravníku paliva.



Peletky představují velmi pohodlný způsob topení biomasou.



Kamna jako doplňkový zdroj tepla.

KOMBINOVANÝ ZDROJ

Oblibě se těší také krbové vložky nebo interiérová kamna s teplovodní vložkou. Část jejich tepelného výkonu se odvádí do systému ústředního vytápění, resp. do akumulární nádrže. Kamna v obýváku tak mohou fungovat jako zdroj tepla pro celý dům.

To může být i nevýhoda – topení dřevem přece jen vyžaduje nosit dřevo a vynášet popel, a obytná místnost je tak zatěžována prachem.

Jinou potíží je poměr výkonu do vzduchu a do vody. Obvykle jsou 2/3 tepla předávány do místnosti a 1/3 do topení. Místnost s kamny se tak poměrně snadno přehřeje, zatímco radiátory nemají dostatečný výkon.



Při topení dřevem je třeba myslet na skladovací prostory.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

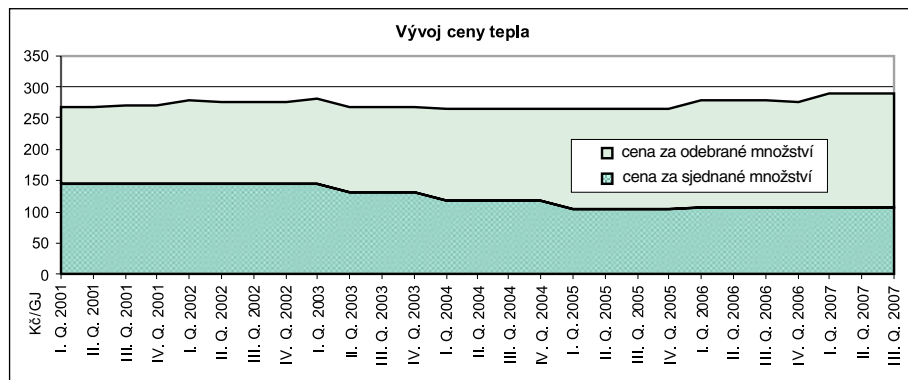
3.8. CENTRÁLNÍ ZÁSOBOVÁNÍ TEPLEM

Dálkové teplo v Praze dodává Pražská teplárenská, a.s. Asi 35 % tepla vzniká v elektrárně Mělník, v kogeneračním režimu. Další teplo pochází z tepláren Malešice, Michle a Holešovice, kde se teplo také vyrábí společně s elektřinou. Dále jsou na území Prahy další výtopny, které slouží pouze jako zdroj tepla, a kde provozovatel plánuje postupně zvyšovat podíl kogenerace.

Ve městech s hustou zástavbou je centrální zásobování teplem (CZT) vhodným řešením, protože velký zdroj má lepší emise než by měly stovky drobných kotelů. Pokud se teplo vyrábí současně s elektřinou, palivo se využívá efektivněji. Teplo pro Prahu se vyrábí z černého uhlí a plynu.

Teplo se účtuje v několika sazbách, podle typu připojení a podle zdroje tepla. Cena je dvousložková, to znamená, že se platí za sjednané množství a za odebrané množství. Cena tepla mírně kolísá, cena za sjednaný odběr klesá a naopak roste cena za odebrané teplo.

Výše sjednaného odběru se sjednává předem. Je vhodné prověřit, zda sjednané množství odpovídá odebranému – pokud by bylo příliš vysoké, platili bychom za teplo zbytečně mnoho. Zejména v případě, že dojde k zateplení domu, je třeba s dodavatelem dojednat nové podmínky. Naopak, pokud odebereme výrazně více, než bylo sjednáno, dodavatel to může penalizovat.



Vývoj ceny tepla Pražské teplárenské, a. s. (sazba N15).

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

3.9. PALIVA A OVZDUŠÍ

Výroba a spotřeba energie patří mezi lidské činnosti s nejvýraznějšími dopady na životní prostředí. Úspory energie vždy znamenají i snížení těchto negativních dopadů. Konkrétní dopady na životní prostředí se samozřejmě liší podle druhu energie, použitého paliva a podle toho, kde a jak se palivo spaluje. Například špatně seřazený kotel na tuhá paliva v rodinném domku může mít v některých ohledech emise srovnatelné se spalovnou odpadů! Tento problém je přímo viditelný v řadě českých obcí a menších měst, kde jsou lokální topeniště v zimním období hlavním zdrojem znečištění. Vytápění domácností je dokonce hlavním zdrojem emisí prachových částic (je zdrojem 45 % těchto emisí) a také emisí dioxinů a polyaromatických uhlovodíků. Důvodem je zejména spalování nekvalitních paliv, odpadků a špatně seřazených kotlů. Mít kotel správně seřazený 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 těch na pevná paliva. Proto je dobré nechat kotel zkontrolovat alespoň jednou za dva roky.

Mezi hlavní dopady spalování paliv, které lze navíc přesně kvantifikovat, patří emise nejrůznějších znečišťujících látek. Spalování fosilních paliv (uhlí, ropy, zemního plynu) je hlavním zdrojem emisí CO_2 , které přispívají ke globálním změnám klimatu. Z těchto paliv vychází nejlépe zemní plyn, kde jsou emise CO_2 zhruba poloviční. Výrazně lépe potom vychází obnovitelné zdroje energie, u kterých jsou emise CO_2 , i když uvažujeme celý životní cyklus technologie, o dva řády nižší. Provozní emise CO_2 ze spalování biomasy se považují za nulové, neboť jde o CO_2 , které rostliny absorbovaly během svého růstu, a které by se při jejich zetlení stejně uvolnily. Nejde tedy o další dodatečné emise.

V grafu jsou srovnány emise hlavních znečišťujících látek, které připadají na výrobu energie 10 tis. kWh tepla (= 36 GJ), což zhruba odpovídá spotřebě neza tepleného bytu. Při přechodu na jiné palivo (třeba z plynu na elektřinu pro tepelné čerpadlo) můžeme snížit svoje náklady, avšak zatížení životního prostředí se může i zvýšit.

Znečišťující látka	černé uhlí	hnědé uhlí	zemní plyn	dřevo	elektřina	tepelné čerpadlo	CZT
	(kg/rok)	(kg/rok)	(kg/rok)	(kg/rok)	(kg/rok)	(kg/rok)	(kg/rok)
Tuhé látky	55,8	44,6	0,0	41,0	3,8	1,3	0,39
SO_2	25,9	75,7	0,0	3,3	18,7	6,2	8,25
NO_x	3,5	11,6	1,9	9,8	15,9	5,3	4,99
CO	104,0	174,2	0,4	3,3	4,0	1,3	0,36
CO_2	5828	6524	2398	0	8983	2994	

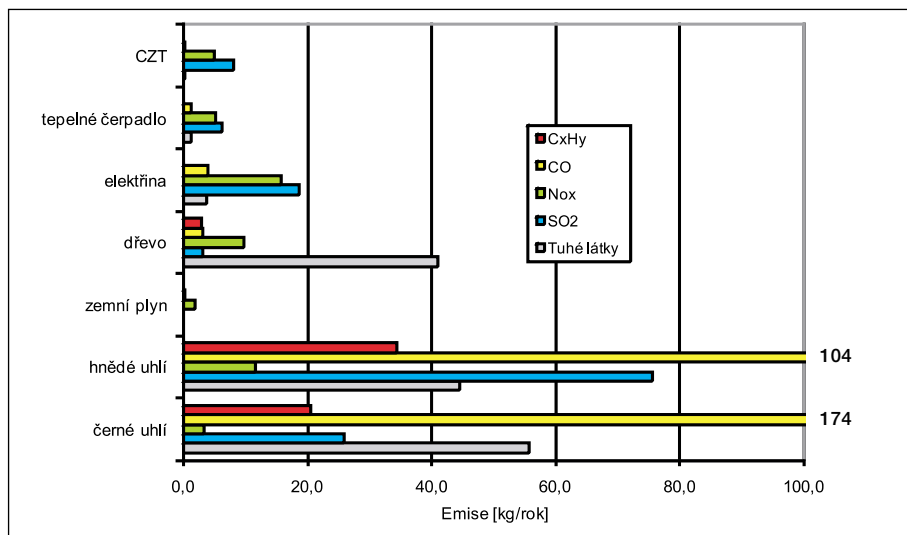
Emise podle druhů paliv při potřebě 10 tis. kWh tepla (36 GJ).

Emise CZT vycházejí ze skutečných emisí Pražské Teplárenské a. s. Ostatní emise vycházejí z tzv. emisních faktorů, tedy hodnot typických pro dané zařízení. Emise z výroby elektřiny jsou počítány pro případ, že elektřina pochází výhradně z hnědouhelných elektráren. To vychází z předpokladu, že ostatní zdroje (atomové, plynové) pracují trvale a případné snížení spotřeby se projeví právě snížením výkonu uhelných elektráren. Vliv vodních elektráren a dalších obnovitelných zdrojů lze zanedbat, na produkci se podílejí necelými 4 %.

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

Skutečné emise záleží na účinnosti a seřízení kotle a na kvalitě paliva. U moderních kotlů, (zejména se známkou Ekologicky šetrný výrobek), mohou být emise výrazně nižší. Jejich seznam najdete třeba na www.ekoznacka.cz.

Emise NO_x jsou u moderních plynových kotlů až o řád nižší než uvádí tabulka. Při správném topení uhlím mohou být emise tuhých látek, CO a C_xH_y zhruba poloviční, zato špatně seřízený kotel může produkovat emise až řád vyšší. Moderní kotle na dřevo mají výrazně nižší emise tuhých látek. To je důležité, protože biomasa je (spolu se spalováním fosilních paliv a dopravou) zdrojem emisí velmi problematických nejjemnějších prachových částic.



Emise při spotřebě tepla 10 tis. kWh (36 GJ) dle emisních faktorů.

Další závažné dopady představuje poškození přírody a krajiny a zábor půdy spojené se získáváním a přenosem energie. Povrchová těžba hnědého uhlí a vápence pro odsiřování znamená nejen likvidaci původní přírody, ale v minulosti i celých vesnic. Výrazné dopady na krajinu má také těžba a přeprava ropy a zemního plynu. V případě využívání obnovitelných zdrojů energie, a zejména v případě decentralizace a lokálního využití, jsou tyto dopady výrazně nižší. Tzv. optické znečištění krajiny, které je vyčítáno větrnými elektrárnami, v případě elektrických stžárů bereme jako natolik samozřejmé, že jej už ani nevnímáme.

Použití uranu pro výrobu elektřiny znamená na jedné straně úsporu fosilních paliv a snížení souvisejících problémů (např. emisí CO_2), na druhé straně sebou nese jiné obtížně řešitelné problémy – zejména otázku způsobu a ceny likvidace vyhořelého paliva i vlastních elektráren a také riziko teroristického útoku. Nezanedbatelná rizika útoků a havárií spojená s rozsáhlými úniky škodlivin jsou také u ostatních centralizovaných energetických provozů a při přepravě paliv a energií (rafinérie, velké elektrárny, energetické apod.).

3. VOLBA ZDROJE TEPLA

3.10. SPALOVÁNÍ ODPADŮ V DOMÁCNOSTI

Velká část komunálních odpadů se v Praze likviduje spaláním. Proč tedy odpadu neušetřit cestu do spalovny, když ho můžeme nacpat doma do kotle? V první řadě je nutno připomenout, že spalování odpadů mimo k tomu určená zařízení je **zakázáno zákonem**. Vystavujeme se tak tedy riziku postihu. Důvody tohoto zákazu jsou zřejmé: kotel pro rodinný domek není spalovna odpadu – není tedy pochopitelně vybaven technologií pro čištění spalin. Spalování ve spalovnách probíhá za mnohem vyšších teplot, což je z hlediska emisí příznivé. Při spalování v kamnech či domácím kotli vzniká mnoho nebezpečných škodlivin. Důvodem je právě relativně nízká teplota hoření a špatné oksyličování paliva. Několik rodinných domků spalujících odpady tak může znečistit prostředí v obci více než jediná spalovna odpadu či průmyslový podnik.

Při „domácím“ pálení odpadu unikají z komína fenoly, kyanidy, dioxiny, dehet, polyaromatické uhlovodíky, benzen, styreny a další toxické látky, které vážně **ohrožují zdraví obyvatel v okolí**. Tyto látky mohou být škodlivé už při velice nízkých koncentracích, tedy i při spálení relativně malého množství odpadu. Jejich emise dlouhodobě způsobují vznik chronických dýchacích potíží hlavně u dětí a starších lidí a přispívají ke vzniku nádorových onemocnění, poškození imunitního systému, neplodnosti a ovlivňují i vývoj nenarozených dětí, kde mohou způsobit vrozené vady. Krátkodobě se mohou objevit také bolesti hlavy, únava, deprese a poškození očí a sliznic.



Domácí kamna se pro spalování odpadů nehodí.

Mezi nejnebezpečnější odpady z hlediska spalování patří PVC a ostatní plasty, nebezpečné odpady, jako například baterie, barvy a další chemikálie, pneumatiky, tetrapakové obaly, ale také natřené či jinak chemicky ošetřené dřevo (starý nábytek apod.) nebo celobarevné letáky a časopisy.

Dalším pádným důvodem, proč v domácích kamnech netopit odpady, je to, že spalování odpadů a plastů **zásadně zkracuje životnost kotlů a komínů**. Tato snaha ušetřit tedy může být záhy vytreštěna nemalými náklady na jejich opravu.

4. FOTOVOLTAICKÉ ZDROJE ELEKTŘINY

4.1. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Už dávno neplatí, že elektrárna musí být obrovské a drahé zařízení, do kterého mohou investovat pouze velké společnosti nebo stát. Z fotovoltaických panelů lze sestavit elektrárnu libovolné velikosti – od panelu velikosti poštovní známky na kalkulačce přes instalaci na střeše rodinného domku až po mnohahektarové areály. Fotovoltaická elektrárna navíc při provozu nevydává žádný hluk, žádné emise, nepolyká kamióny paliva. Energie vložená do výroby fotovoltaických panelů je v našich podmínkách těmito panely získána zpět během zhruba 6 let, předpokládaná životnost je přitom minimálně 20 let.

Fotovoltaické články mají za sebou 50 let vývoje, dnes rozlišujeme 4 generace:

- První generace – z destiček z monokrystalického křemíku, v současnosti jde stále o nejpoužívanější typ.
- Druhá generace – z polykrystalického, mikrokrystalického nebo amorfního křemíku. Oproti první generaci jsou levnější, protože spotřebují méně křemíku, lze je najít i na ohebných podkladech (na oblečení, fóliové střešní krytině).
- Třetí generace – nevyužívají křemík, ale třeba organické polymery. Dosud se komerčně příliš nepoužívají.
- Čtvrtá generace – kompozitní články z různých vrstev, schopné lépe využívat sluneční spektrum – každá vrstva využívá světlo jiné vlnové délky.

	běžná účinnost	max. laboratorní účinnost
Monokrystalický	14–17 %	25 %
Polykrystalický	13–16 %	20 %
Amorfní	5–7 %	12 %

Účinnost křemíkových článků.

Protože výkon článků závisí pochopitelně na okamžitém slunečním záření, udává se jejich výkon jako tzv. špičkový (peak), označuje se W_p . Je to výkon při dopadajícím záření s intenzitou $1\ 000\ \text{W/m}^2$ při definovaném spektru. Článek s účinností 17 % má při ploše $1\ \text{m}^2$ špičkový výkon $170\ \text{W}_p$.



Fotovoltaika jako zábradlí balkonu.

4. FOTOVOLTAICKÉ ZDROJE ELEKTŘINY

Při dané účinnosti fotovoltaických článků lze energetický výnos zvýšit třemi způsoby, které je možné i vzájemně kombinovat. Nevýhodou je, že takovéto systémy lze jen výjimečně integrovat do budov. Většinou se tedy neobejdou bez záboru volné plochy.

- **Oboustranné moduly** – při instalaci článku na průhlednou podložku na něj dopadá světlo z obou stran. I když na spodní stranu dopadá jen odražené a difúzní záření, uvádí se zvýšení produkce až o 30 %.
- **Natáčení za sluncem** – pokud na článek dopadají paprsky kolmo, zvýší se výtěžnost asi o 35 %. To zajistí dvouosý polohovací systém, který však zvýší také investiční náklady a vyžaduje i údržbu a reinvestice.
- **Koncentrátory** – pro koncentraci záření lze použít čočky nebo různá korýtková zrcadla, nejlevnější jsou ovšem plochá zrcadla. Díky nim se sluneční záření „sbírá“ z větší plochy a koncentruje na článek. Zrcadlo je vždy levnější než fotovoltaický článek. Koncentrátory obvykle vyžadují alespoň jednoosý polohovací systém, který udrží článek v ohnisku. Kvůli koncentraci záření je nutno také použít články, které snesou vyšší teploty. Zvýšení výnosu závisí na velikosti koncentrátoru – běžně je to několik desítek procent.

Vzhledem k výhodným výkupním cenám se fotovoltaické systémy provozují většinou jako systémy připojené k síti. Pokud je systém součástí budovy, je veškerá produkce obvykle prodávána do sítě a budova odebírá elektřinu podle vlastní potřeby, nezávisle na okamžitém výkonu fotovoltaiky. Je také možné spotřebovávat část vlastní výroby v budově a prodávat pouze přebytky, je však potřeba zvolit technicky náročnější řešení a ani současná legislativa toto řešení nepodporuje. Ekonomicky je nejvýhodnější spotřebovávat v budově všechnu elektřinu vyrobenou z fotovoltaiky a uplatnit platby za tzv. zelené bonusy.

Součástí systému je vždy střídač, který přemění stejnosměrný proud z fotovoltaického článku na střídavý. Jeho životnost je obvykle kratší než u zbytku systému, a je tedy nutno počítat s reinvesticí. Systémy připojené k síti fungují zcela automaticky díky mikroprocesorovému řízení.



Fotovoltaické panely (tmavší) a solární systém pro ohřev vody.

4. FOTOVOLTAICKÉ ZDROJE ELEKTŘINY

4.2. VLIV UMÍSTĚNÍ PANELŮ



Pevně umístěné panely
s orientací na jih
a sklonem 30
až 60°, 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**
osa je otočena na jih,
výkon závisí na ploše
zrcadla, roční produkce
cca 170 kWh/m²
(156 %)

**Pevně umístěné panely
na fasádě s jižní orientací**
roční produkce
cca 75 kWh/m²
(68 %)



Porovnání výnosů různých systémů. Skutečná produkce závisí na účinnosti použitých fotovoltaických modulů a střídače.

4. FOTOVOLTAICKÉ ZDROJE ELEKTŘINY

4.3. PODMÍNKY PROVOZU

Pokud chceme provozovat fotovoltaickou elektrárnu (FVE) jako podnikatelskou činnost, je nutno získat licenci pro podnikání v energetice podle Energetického zákona č. 458/2000 Sb. Tato licence nahrazuje živnostenský list. Je nutno splnit určité požadavky, např. bezúhonnost nebo vzdělání. Pokud nemá provozovatel vzdělání v oboru, je nutno absolvovat rekvalifikační kurs (pro zařízení do 1 MW). Další možností je ustanovit odpovědného zástupce, který bude požadavky splňovat. Držitel licence se pak musí řídit energetickým zákonem, například vykazovat měsíčně množství vyrobené elektřiny. Poplatek za získání licence závisí na velikosti zdroje, pro elektrárny do 1 MW to je 1 000 Kč.

Elektřinu z FVE je možno dodávat do sítě. Distributor (PRE, a. s.) je povinen ji vykoupit, pokud zařízení splňuje technické požadavky. Výkupní ceny předepisuje Energetický regulační úřad (www.eru.cz) pro každý rok zvlášť. Zákonem je garantováno, že tato cena se nezmění po dobu 15 let od uvedení FVE do provozu.

Dále je možné spotřebovávat veškerou produkci FVE v budově a uplatnit platbu za tzv. zelené bonusy. Při ceně elektřiny pro domácnost 4,34 Kč/kWh je druhý způsob výnosnější – celková suma je v součtu vyšší než přímá výkupní cena. Současná legislativa neumožňuje část produkce spotřebovávat a do sítě dodávat jen přebytky.

Podrobnosti o získání licence a další související předpisy jsou na stránkách Energetického regulačního úřadu (www.eru.cz).

Elektrárna uvedená do provozu	Výkupní cena elektřiny do sítě Kč/kWh	Zelené bonusy Kč/kWh
po 1. 1. 2008	13,46	12,65
mezi 1. 1. 2006 a 31. 12. 2007	13,80	12,99
před 1. 1. 2006	6,57	5,76

Výkupní ceny a zelené bonusy pro fotovoltaickou elektrárnu v roce 2008.

Aby bylo možno elektrárnu připojit do sítě, musí být splněny tzv. pravidla provozování distribučních soustav (jsou shodné pro PRE, ČEZ, E.ON). Tato pravidla jsou zveřejněna např. na www.pre.cz.

4. FOTOVOLTAICKÉ ZDROJE ELEKTŘINY

4.4. POSTUP PRI STAVBĚ

Pokud uvažujete o stavbě FVE, doporučujeme následující postup:

- Nechte si zpracovat podnikatelský záměr a studii proveditelnosti, která zváží i rizika (Např. co se stane, když elektrárna nebude kvůli poruše půl roku v provozu – budete moci splácet úvěr? Co když produkce elektřiny bude nižší než udával výrobce? Atd.).
- Abyste získali jistotu, že své peníze investujete optimálně, můžete si nechat zpracovat energetický audit, který porovná třeba různé technologie, jejich cenu a výnos energií. Energetický audit budete potřebovat, pokud budete žádat o dotaci. Výhodné je nechat jej zpracovat souběžně se studií proveditelnosti.
- Začněte jednat s PRE, a. s., o podmínkách připojení k síti. Vyžádejte si příslib připojení k síti.
- Souběžně začněte jednat s ERÚ o přidělení licence pro podnikání v energetice.
- Podle velikosti a umístění FVE požádejte případně o vydání stavebního povolení.
- Proveďte výběrové řízení na dodavatele technologie.
- Instalujte systém a připojte k síti, získejte od distributora souhlas s připojením a provozem. Zařízení musí mít nezávislé měření dodané energie.
- Získejte od ERÚ licenci a vyřídte ostatní formality spojené s podnikáním (na finančním úřadě, u zdravotní pojišťovny, u Státní správy sociálního zabezpečení...)
- A pak už jen sledujte oblohu a elektroměr. Nezapomínejte však včas a řádně plnit veškeré povinnosti – vykazování, účtování, ohlašování změn, pojištění osob i zařízení, údržbu zařízení, daňové příznání a tak dále.



*Fotovoltaická elektrárna na budově Ministerstva životního prostředí ČR.
Foto: MŽP ČR*

5. DOTACE

Pro různá opatření v oblasti úspor energie a využívání obnovitelných zdrojů lze získat dotace z několika zdrojů, které však zpravidla nelze kombinovat. Dotační podmínky se v průběhu času mění, je tedy nutno sledovat aktuální informace např. na internetu. Podrobnosti vám sdělí poskytovatel dotace. Na žádnou z uvedených dotací v současnosti není právní nárok.

5.1. HLAVNÍ MĚSTO PRAHA

Hlavní město Praha od roku 1994 podporuje přeměnu topných systémů. Z **Programu dotací hl. m. Prahy na přeměnu topných systémů a využití obnovitelných zdrojů energie na území hl. m. Prahy** lze žádat podporu na změnu nebo zavedení nového zdroje tepla nebo elektřiny v bytech a rodinných a bytových domech:

- na náhradu vytápění neekologickými palivy (uhlí, koks atp.) vytápěním zemním plynem, elektrickou energií, obnovitelnými zdroji energie nebo centrálním zásobováním teplem;
- na náhradu vytápění neobnovitelnými zdroji (zemní plyn, elektřina, uhlí atp.) zařízením využívající obnovitelné zdroje energie, jako např. vytápěním biomasou, tepelným čerpadlem, solárními kolektory atp.;
- na instalaci nového zařízení využívající obnovitelné zdroje energie, včetně solárních systémů na ohřev vody a výrobu elektřiny v nových bytech a domech.

Příspěvek je určen fyzickým nebo právnickým osobám s trvalým pobytem nebo sídlem v ČR, které na území hl. m. Prahy vlastní nebo užívají byt nebo dům s trvale obývanými byty, které neslouží k podnikání.

typ systému	maximální výše dotace
vytápění plynem, elektřinou, CZT	2 000 Kč/kW, max. 30 000 Kč na byt
tepelné čerpadlo	max. 80 000 Kč, max. 50 % nákladů
vytápění biomasou	max. 40 000 Kč, max. 50 % nákladů
solární kolektor, fotovoltaický systém	4 000 Kč/m ² , max. 80 000 Kč na zařízení, max. 50 % nákladů
mikrokogenerační jednotka	max. 80 000 Kč, max. 50 % nákladů

Dotace hl. m. Prahy v roce 2007.

Lhůta pro podání žádosti o dotaci je do 21 kalendářních dnů od uvedení nového zdroje do provozu. Příjem žádostí ale probíhá pouze po část roku – cca od začátku června do začátku listopadu. V případě, že došlo ke zprovoznění v mezidobí, je lhůta podání žádosti do 30. 6. téhož, respektive následujícího roku.

Podrobnější informace a formuláře žádostí jsou na internetu:
www.praha-mesto.cz > Dotace a granty > Životní prostředí a energetika

Kontaktní místo:

**Magistrát hl. města Prahy, odbor ochrany prostředí, dveře č. 418
Jungmannova 35/29, Praha 1, tel: 236 00 43 14, dotace.topeni@cityofprague**

5. DOTACE

5.2. STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

STÁTNÍ PROGRAM NA PODPORU ÚSPOR ENERGIE A VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE – ČÁST B

Rozlišuje se, zda je žadatelem fyzická osoba nebo nepodnikatelská právnická osoba, např. společenství vlastníků. Podnikatelé zde žádat nemohou. Právnická osoba může dostat kromě dotace ještě půjčku, fyzické osoby mohou dostat pouze dotaci.

Fyzické osoby mohou získat dotaci na solární systém na ohřev vody či přítápění, dále na tepelné čerpadlo, na kotel na biomasu (nikoli kamna!) a na fotovoltaický systém. Právnické osoby navíc i na rekonstrukci zdroje tepla, pokud se týká využití obnovitelného zdroje.

dotace pro fyzické osoby	dotace	
kotle na biomasu	50 %	max. 50 tis. Kč
solární systémy na teplou vodu	50 %	max. 50 tis. Kč
solární systémy na přítápění a teplou vodu	50 %	max. 60 tis. Kč
fotovoltaické systémy	50 %	max. 200 tis. Kč
tepelná čerpadla	30 %	max. 60 tis. Kč

Dotace SFŽP pro fyzické osoby v roce 2007.

Fyzické osoby o dotaci žádají zpětně, až po uvedení zařízení do provozu, nejdéle ale 12 měsíců od trvalého uvedení do provozu. Vzhledem k omezenému rozpočtu SFŽP obvykle přijímá žádosti jen po část roku (např. od dubna do září, přičemž předem nelze říci, kdy SFŽP vyhlásí začátek a konec). Podmínky se každý rok mění, je nezbytné zjistit si vždy aktuální znění. V případě, že bude Evropskou komisí schválen obdobný program podpory fyzických osob v rámci Operačního programu Životní prostředí (viz níže) bude jím tato část programu nahrazena.

Podrobnější informace a formuláře žádostí jsou na internetu: www.sfzp.cz

Kontaktní místo:

Státní fond životního prostředí

Kaplanova 1931/1

148 00 Praha 11-Chodov

tel: 267 994 300

fax: 272 936 597

kancelar@sfzp.cz

OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

V rámci tohoto programu lze žádat dotace na opatření, která povedou ke zlepšení kvality ovzduší a k udržitelnému využívání zdrojů energie. Žádat lze vždy v rámci výzvy k předkládání žádostí, přičemž podmínky se v každé výzvě mění. Mění se i typy subjektů, které mohou žádat o podporu.

Vlastníci bytových a rodinných domů (družstva, společenství vlastníků i fyzické osoby) a další subjekty mohou žádat dotaci na snížení emisí ze zdroje, tj. např. na pořízení nízkoemisního zdroje, rekonstrukci kotelny apod. (oblast 2.1.). Výše

5. DOTACE

dotace může být až 85 % z tzv. uznatelných nákladů. V praxi je třeba počítat s tím, že dotace bude nižší, protože některé náklady na projekt nemusí spadat do kategorie uznatelných nákladů a procentní výše dotace se může snížit podle toho, nakolik konkrétní projekt splňuje různá hodnotící kritéria.

Zdroje tepla a elektřiny z obnovitelných zdrojů, včetně kogenerace pro bytová družstva a společenství vlastníků jsou podporovány z oblasti 3.1.

Dále je možné žádat dotaci na výstavbu domu v nízkoenergetickém a vyšším standardu, případně rekonstrukci do tohoto standardu (oblast 2.2.) – tyto dotace mohou čerpat družstva a společenství vlastníků a také fyzické osoby.

Záměrem SFŽP je dotovat i instalace obnovitelných zdrojů energie fyzickým osobám (oblast 3.3.). Přesné podmínky ale nejsou dosud známy (čeká se na schválení této části programu). Dotace by měly být poskytovány na instalaci solárního systému, kotle na biomasu, tepelného čerpadla a využití odpadního tepla (rekuperace). V případě, že bude tato část programu Evropskou komisí schválena, nahradí obdobnou část státního programu SFŽP uvedenou výše.

Podrobnější informace a formuláře žádostí jsou na internetu: www.opzp.cz.

Kontaktní místo:

Státní fond životního prostředí

Kaplanova 1931/1

148 00 Praha 11-Chodov

tel: 267 994 300

fax: 272 936 597

Bezplatné telefonní číslo 800 260 500 ve všední dny od 7.30 do 16.00.



S dotací na solární systém je koupání v bazénu příjemnější.

5. DOTACE

5.3. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU

Ministerstvo spravuje Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie – část A. Do roku 2007 měla tento program na starosti Česká energetická agentura, od roku 2008 bude pravděpodobně přímo pod ministerstvem. Neposkytují se dotace fyzickým osobám. Právnícké osoby mohou získat dotaci na modernizaci zdroje tepla, kogenerační jednotky, tepelná čerpadla, solární systémy a další. Dotace v roce 2007 mohla činit 30 až 40 % podle typu projektu. Podmínkou u většiny projektů je návratnost investice max. do poloviny životnosti zařízení, což je u objektů pro bydlení dost vzácné.

V roce 2007 bylo možno získat i dotaci 35 % na výstavbu nízkoenergetického bytového domu, tj. domu se spotřebou tepla na vytápění menší než 50 kWh/m².rok.

Přesné znění a podmínky se vyhláší vždy pro každý rok, obvykle koncem předchozího roku a žádosti se přijímají asi do dvou měsíců od vyhlášení. Je tedy nutno mít projekt předem připravený.

Podrobnější informace a formuláře jsou na internetu: www.mpo.cz.

Kontaktní místo:

Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
Na Františku 32
110 15 Praha 1
tel.: +420 224 851 111
fax: +420 224 811 089
e-mail: posta@mpo.cz

5.4. STÁTNÍ FOND ROZVOJE BYDLENÍ

Tento fond spravuje program Panel, který je určen na opravy a modernizaci panelových domů – do října 2007 poskytoval dotace na úhradu úroků z úvěrů na tyto účely ve výši až 4 % po dobu 15 let. Dotaci bylo možno využít na zateplení domu, podmínkou bylo splnění předpisů na energetickou náročnost budov.

V současnosti se žádosti o dotaci nepřijímají. Podle SFRB nelze zaručit, že po obnovení příjmu žádostí budou podmínky programu beze změny zachovány.

V současnosti lze získat záruku za úvěr na opravu domu, ve výši až 80 % jistiny úvěru.

Podrobnosti na internetu: www.sfrb.cz.

Kontaktní místo:

Státní fond rozvoje bydlení
Dlouhá 13, 110 00 Praha 1
tel.: 234 712 611, 221 771 611
fax: 222 318 868

6. KDO VÁM PORADÍ

6.1. ENERGETICKÉ PORADNY

Bezplatné konzultace poskytují Energetická konzultační a informační střediska (EKIS). Konzultační hodiny jsou stanoveny pro všechny stejně, vždy **v pondělí a ve středu od 13 do 17 hodin**. Na konzultaci je vhodné se předem objednat (některá střediska jsou hojně navštěvovaná). Aktuální seznam středisek je na www.i-ekis.cz, kde funguje i internetová poradna. Díky možnosti prohlížet zodpovězené dotazy se můžete o vašem problému dozvědět více i z jiných úhlů pohledu.

Centrum stavebního inženýrství a. s. Pražská 16, 102 21 Praha 10 telefon: 281 017 475 fax: 271 751 122 e-mail: ao@csias.cz www.csias.cz	EkoWATT Švábky 2, 180 00 Praha 8 telefon: 266 710 247 fax: 266 710 248 e-mail: poradna@ekowatt.cz www.ekowatt.cz www.energetika.cz
ENVIROS, s. r. o. Na Rovnosti 1, 130 00 Praha 3 telefon: 284 007 487 fax: 284 861 245 e-mail: ekispraha@enviros.cz www.enviros.cz	RAEN spol. s r. o. Buzulucká 4, 160 00 Praha 6 telefon: 224 318 049 fax: 233 331 817 e-mail: raen@raen.cz www.raen.cz
SEVen, Středisko pro efektivní využívání energie, o. p. s. Americká 17, 120 00 Praha 2 telefon: 224 252 115 fax: 224 247 597 e-mail: ekis@svn.cz www.svn.cz	Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů Na Mlejnku 2/781, 147 00 Praha 4 telefon: 244 467 062 fax: 244 463 687 e-mail: spvez@spvez.cz www.spvez.cz
STÚ-E a. s. Na Strži 1702/65, 140 62 Praha 4 telefon: 296 330 144, 296 330 145 e-mail: horakova@stu-e.cz www.stu-e.cz	Tebodin Czech Republic s. r. o. Prvního pluku 224/20, 186 59 Praha 8 telefon: 251 038 257 fax: 251 038 219 e-mail: povysil@tebodin.cz www.tebodin.cz

*Rekonstruovat úsporně
historický objekt
není jednoduché.*



6. KDO VÁM PORADÍ

6.2. DODAVATELÉ

Pražská energetika, a. s.,
Poradenské středisko, budova B
Na Hroudě 1492/4, Praha 10 – Vršovice
tel: 267 053 157, 267 053 159
po-čt 9:00–18:00
www.pre.cz

Pražská teplárenská, a. s.
Partyzánská 1/7
170 00 Praha 7
tel.: 266 752 311
www.ptas.cz

Pražská plynárenská, a. s.
Obchodní kancelář
Jungmannova 31, Praha 1
Po-čt 9:00–18:00,
pá 9:00–12:00
U Plynárny 500, Praha 4
Po-čt 9:00–18:00,
pá 9:00–12:00
zákaznická linka: 840 555 333
www.ppas.cz

Pražské vodovody a kanalizace, a. s.
Dykova ulice č.3
Praha 10 – Vinohrady
Po-čt 8:30–17:00
pá 8:30–15:00
Call centrum: 800 111 112
www.pvk.cz



Zateplení není jediná cesta k úsporám.

6. KDO VÁM PORADÍ

6.3. EKOLOGICKÉ PORADNY

Poradny zaměřené na životní prostředí vám pomohou s otázkami, které se týkají odpadů, životního prostředí ve městě, s právním řešením problémů atp. Existuje mnoho mimopražských poraden, které váš dotaz mohou zodpovědět na dálku. Přehled poraden najdete např. na www.ekospotrebitel.cz nebo na www.ekoporada.cz.

Středisko ekologické výchovy hl. m. Prahy Toulcův dvůr

Kubatova 1/32, 102 00 Praha 10

tel: 271 750 548

www.toulcuvdvur.cz

info@toulcuvdvur.cz

Ochrana přírody, zeleň, zvířata, voda, praní, čištění, ovzduší, hluk, ekologické zemědělství, biopotraviny, pozemkové spolky, energie, doprava, odpady, recyklace, třídění, bydlení, účast veřejnosti, právo a kontakty.

Otevřeno každý všední den od 8:00 do 16:30 hodin

Zelený kruh

Lublaňská 18, 120 00 Praha 2

tel: 222 518 352

www.zelenykruh.cz

zk@ecn.cz

Kontakty na neziskové organizace, odborníky a informace o nakládání s odpady a obaly, používání čistících a pracích prostředků, ekologickém značení výrobků, ochraně městské zeleně, péči o raněná a handicapovaná zvířata, informace o biopotravinách, ekologickém zemědělství atp.

Otevřeno každý čtvrtek od 10 do 16 hodin.

Zelená domácnost na Ekolist.cz

www.zelenadomacnost.cz

Otázky, náměty a zajímavé myšlenky, které se týkají problematiky domácí ekologie.



Nízkoenergetický dům z přírodních materiálů se zelenou střechou.

S energií

efektivně

Karel Srdečný



Publikaci zpracoval

EkoWATT

Centrum pro obnovitelné zdroje

a úspory energie

Švábky 2

180 00 Praha 8

www.ekowatt.cz

info@ekowatt.cz

PRA HA
PRA GUE
PRA GA
PRA G

Publikaci vydal

Magistrát hlavního města Prahy

Odbor ochrany prostředí

Jungmannova 35/29

111 21 Praha 1

www.praha-mesto.cz

oop@cityofprague.cz

