

INFOLISTY O EFEKTIVNÍM VYUŽÍVÁNÍ ENERGIE

Produkt ČEA k podpoře poradenství, vzdělávání a propagace v roce 2007



autoři:

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

odborná spolupráce:

Ing. Milan Švaňa, doc. Ing. Jiří Vašíček, CSc., Mgr. Karel Murtinger, Jaroslav Knápek, CSc.,
Ing. Zdeněk Porš

září 2007



Anotace:

Produkt obsahuje 6 informačních listů – letáků na téma efektivní využití energie: Kombinovaná výroba elektřiny a tepla, úsporná opatření v rodinných a bytových domech, zásady výstavby nízkoenergetických domů, zásady výstavby pasivních domů, úsporné osvětlení a spotřebiče v domácnosti. Jsou zde základní informace o úsporách energií v bytových a rodinných domech, zateplování, osvětlení, volbě tarifu, energetickém štítkování spotřebičů a domů. Jsou zde základní technické údaje o jednotlivých technologiích a informace o související legislativě. Pro hlubší zájemce je zde odkaz na doporučenou literaturu. Text je ilustrován fotografiemi, mapkami a doplněn technickými schématy. Náklad je 6 x 10 tis. ks.

Cílová skupina:

Produkt je určen nejširší veřejnosti. Bude distribuován zejména prostřednictvím středisek EKIS ČEA, jako prvotní informace o efektivním využívání energie. Ve větší míře bude využit na výstavních akcích (Aquatherm, Hobby, atd.), kterých se EkoWATT účastní.

Identifikační údaje

Zadavatel: <i>ulice:</i> <i>psč město:</i> <i>tel.:</i> <i>fax:</i> <i>e-mail:</i> Zastupuje:	Česká energetická agentura Vinohradská 8 120 00 Praha 2 257 099 011 257 530 478 cea@ceacr.cz Ing. Josef Bubeník, ředitel
Vypracoval: <i>ulice:</i> <i>psč město:</i> <i>tel.:</i> <i>fax:</i> <i>e-mail:</i> <i>www:</i> Statutární zástupce: Autoři:	EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie Bubenská 6 170 00 Praha 7 266 710 247 266 710 248 ekowatt@ekowatt.cz www.ekowatt.cz Ing. Jiří Beranovský. PhD. Ing. Karel Srdečný Ing. Jan Truxa Mgr. František Macholda Ing. Jiří Beranovský. PhD.
Spolupráce:	Mgr. Monika Kašparová
Zpracováno:	září 2007
Šíření:	Dokument lze užívat pouze ve smyslu příslušné smlouvy o dílo. Kopírování a rozšiřování pouze po předchozím souhlasu EkoWATTu.

Obsah

1. ÚVOD	4
2. KOMBINOVANÁ VÝROBA ELEKTRINY A TEPLA	5
2.1. Velká kogenerační zařízení	6
2.2. Malé kogenerační jednotky	7
2.3. Palivové články	8
2.4. Použití	9
2.5. Ekonomika provozu	10
2.6. Legislativa	11
3. ÚSPORNÁ OPATŘENÍ V RODINNÝCH DOMECH	12
3.1. Zateplování zdiva	12
3.1.1. Vnější zateplení – výhody a nevýhody	12
3.1.2. Vnitřní zateplení – výhody a nevýhody	12
3.2. Tepelná pohoda	12
3.3. Na co si dát pozor	13
3.4. Vlhké zdivo	14
3.5. Izolování podlah	14
3.6. Izolování stropů a střechy	14
3.7. Čím izolovat	15
3.8. Kolik izolace ?	15
3.9. Únik tepla okny	15
3.9.1. Výměna oken	15
3.9.2. Repase oken	16
3.10. Únik tepla větracím vzduchem	17
3.11. Větrání s rekuperací tepla	17
3.12. Legislativa	18
4. ÚSPORNÁ OPATŘENÍ V BYTOVÝCH DOMECH	19
4.1. Úspory a rekonstrukce: dvě mouchy jednou ranou	19
4.2. Zateplování zdiva	19
4.2.1. Vnější kontaktní zateplení	19
4.2.2. Zateplení s předsazenou fasádou	19
4.2.3. Vnitřní zateplení	20
4.2.4. Tepelně-izolační omítky	20
4.3. Na co si dát pozor	20
4.4. Meziokenní vložky (MIV)	20
4.5. Tepelná pohoda	21
4.6. Izolování stropů a střechy	21
4.6.1. Jednoplášťové střechy	21
4.6.2. Dvoupplášťové střechy	22
4.7. Izolování vnitřních konstrukcí	23
4.8. Zasklení lodžii a balkonů	23
4.9. Únik tepla okny	24
4.9.1. Výměna oken	24
4.9.2. Repase oken	24
4.10. Únik tepla větracím vzduchem	24

4.11. Úpravy topného systému	25
4.12. Legislativa	25
4.13. Energetický audit	25
5. ZÁSADY VÝSTAVBY NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ	26
5.1. Optimalizace	26
5.2. Volba místa	27
5.3. Tvar a dispozice domu	27
5.4. Konstrukce domu	28
5.5. Stěny	28
5.6. Okna	29
5.7. Tepelné mosty	29
5.8. Těsnost budovy	30
5.9. Větrání	30
5.10. Zimní zahrady	31
5.11. Solární systém pro ohřev vody	31
5.12. Šedá energie	31
5.13. Bezpečnost a nezávislost	31
5.14. Legislativa	31
6. ZÁSADY VÝSTAVBY PASIVNÍCH DOMŮ	33
6.1. Volba místa	34
6.2. Tvar a dispozice domu	34
6.3. Konstrukce domu	34
6.4. Stěny	35
6.5. Okna	35
6.6. Tepelné mosty	36
6.7. Těsnost budovy	36
6.8. Větrání	36
6.9. Bezpečnost a nezávislost	38
6.10. Legislativa	38
7. ÚSPORNÉ OSVĚTLENÍ A SPOTŘEBIČE V DOMÁCNOSTI	39
7.1. Žárovky	39
7.2. Žárovky halogenové	39
7.3. Zářivky	40
7.4. Zářivky kompaktní s oddělenými předřadníky	40
7.5. Zářivky kompaktní s integrovanými předřadníky	40
7.6. Zářivky lineární - trubicové	40
7.7. Porovnání kompaktní zářivky s běžnou žárovkou	40
7.8. Osvětlovací soustavy	41
7.9. Energeticky úsporné spotřebiče	41
8. POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	45
Seznam tabulek	48
Seznam obrázků	48
Příloha : CD ROM s prací a softwarem	

1. Úvod

Produkt navazuje na úspěšnou sérii infolistů o úsporách a OZE podpořených několikrát ČEA v minulých letech a na zkušenosti z poradenské činnosti.

Od roku 1996 vydává EkoWATT informační listy o obnovitelných zdrojích energie (OZE) a kogeneraci. V roce 2002 byly vydány (kromě OZE) i tři infolisty věnované úsporám zejména v bytové sféře (úsporná opatření v rodinných domech, úsporná opatření v bytových domech a zásady výstavby nízkoenergetických domů). O tyto listy projevily zájem odborná poradenská střediska EKIS, laická veřejnost i nevládní ekologické organizace. Toto vydání vydané nákladem 10 tis. ks je již rozebráno (stav září 2005). Střediska EKIS a další organizace pracující s veřejností se přitom na EkoWATT obrací se žádostmi o další letáky.

Přestože na www.ekowatt.cz je obsah infolistů přístupný, pro nejširší veřejnost je stále nejlepším materiálem tištěný leták. Ten lze rozdávat na výstavách a jiných akcích, zasílat poštou atd. Proto vydal EkoWATT další sérii infolistů. Byla doplněna témata úsporného osvětlení a spotřebitelského chování, které je v době otevření trhu s elektřinou pro domácnosti velmi aktuální. Text zpracován s využitím nejnovějších poznatky v oboru. Dále jsou zde zpracovány odpovědi na nejčastější otázky, se kterými se autoři setkávají ve střediscích EKIS v Praze, Č. Budějovicích a zejména na www.ekowatt.cz.

Produkt je určen široké veřejnosti. Bude distribuován zejména prostřednictvím středisek EKIS ČEA a ekologických organizací (ekoporaden). Ve větší míře budou infolisty použity na výstavních akcích (Aquatherm, Hobby, atd.), kterých se EkoWATT účastní.

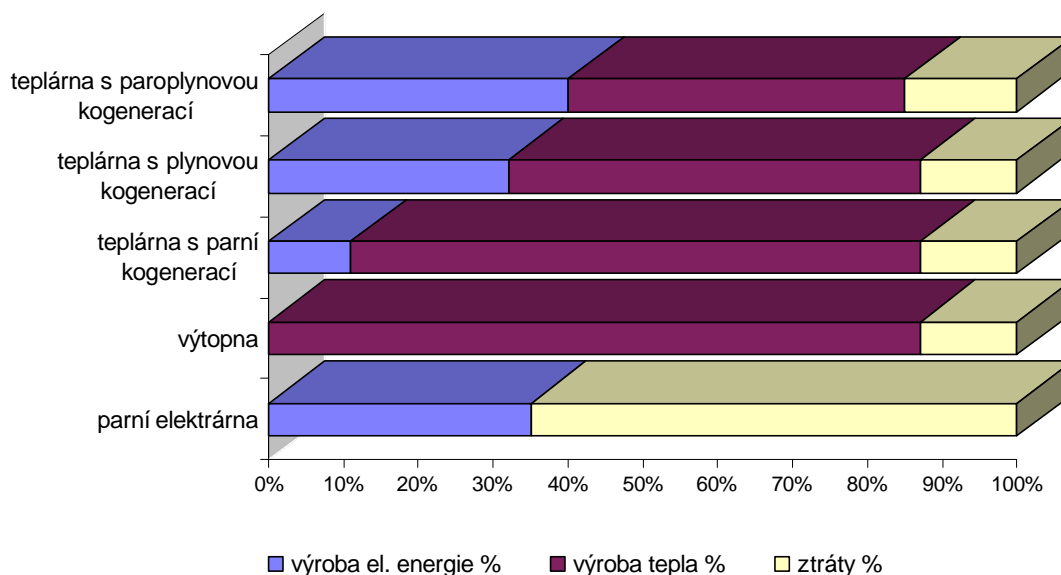
2. Kombinovaná výroba elektřiny a tepla

Kombinovaná výroba tepla a elektrické energie (neboli „**kogenerace**“ z anglického „co-generation“), je účinným způsobem využívání energie. Principem kogenerace je využít teplo, které jinak při výrobě elektřiny odchází bez užitku.

Při výrobě elektřiny ve velkých tepelných (uhelných a jaderných) elektrárnách se využije 30 % (u starých) a až 42 % (u moderních) energie obsažené v palivu; zbytek se bez užitku odvádí do vzduchu chladicími věžemi. Na druhou stranu u nás existují tisíce městských vytopen a větších kotelen, které z uhlí vyrábějí pouze teplo, ačkoli by mohly produkovat i elektřinu.

V teplárnách a jiných kogeneračních zařízeních, kde se teplo využívá, je spotřeba neobnovitelných fosilních paliv **nižší**. Tomu odpovídá i snížení emisí škodlivin ze zdrojů energie v globálním měřítku. Kromě významného faktoru decentralizace výroby elektřiny vede použití kombinované výroby elektřiny a tepla ke snížení ztrát v elektrorozvodné síti a k vyšší bezpečnosti dodávek – výpadek jednoho zdroje nemá větší vliv.

Porovnání oddělené a kombinované výroby tepla a el. energie



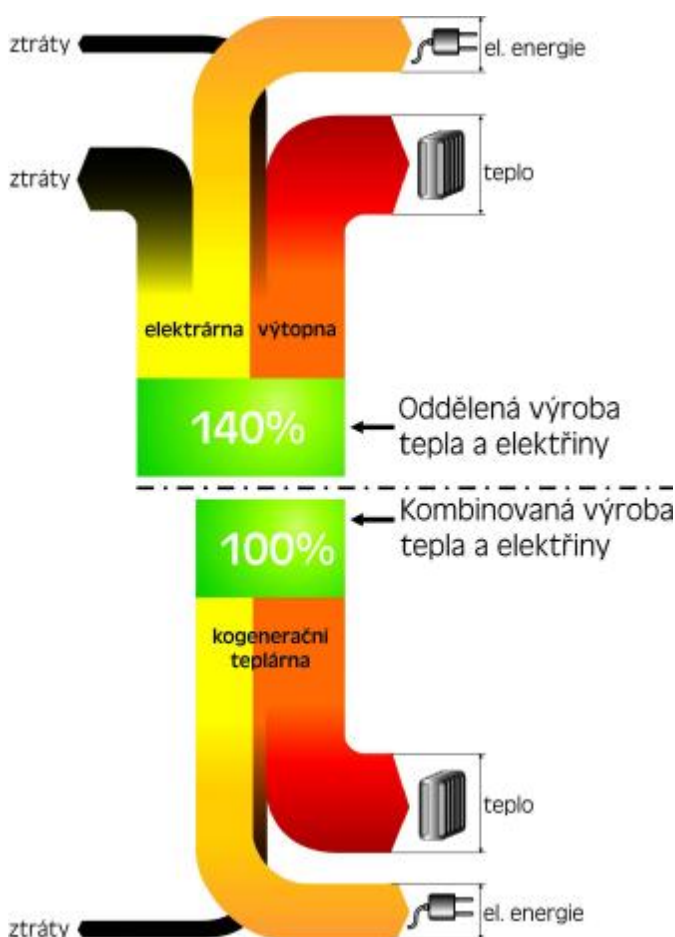
Obrázek 1: Rozdělení tepla přivedeného v palivu (na výrobu elektřiny, tepla a tepelné ztráty) v jednotlivých typech kombinované výroby elektřiny a tepla a porovnání s oddělenou výrobou tepla.

e	(-)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
Δq_{pv}	(%)	9	19	25	30	34	37	41	44	47	49

Tabulka 1: Vliv poměru výroby el. energie a tepla ($e = Q_{EL}/Q_{TEP}$) na měrnou úsporu paliva Δq_{pv} při kombinované výrobě tepla a elektřiny oproti oddělené výrobě tepla a elektřiny.

Typ teplárny	Podíl výroby elektřiny a tepla Q_{EL}/Q_{TEP}	Účinnost elektrická	Účinnost tepelná	Účinnost celková	El. výkon teplárny
	(-)	(%)	(%)	(%)	(MW)
S parním strojem	0,16 - 0,25	8 - 12	60 - 67	68 - 87	0,1 - 2
S parními turbínami	0,24 - 0,34	12 - 15	6 - 8	72 - 80	0,15 - 100
Se spalovacími motory	0,7 - 1	32 - 41	44 - 53	82 - 90	0,1 - 10
Se spalovacími turbínami	0,5 - 0,8	23 - 38	36 - 50	68 - 85	2 - 100
Paroplynové	0,5 - 1,5	35 - 44	32 - 50	78 - 87	5 - 200 a více

Tabulka 2: Základní parametry jednotlivých typů kombinované výroby elektřiny a tepla.



Obrázek 2: Porovnání účinnosti výroby energie (Sankeyův diagram).

2.1. Velká kogenerační zařízení

Lze se s nimi setkat hlavně v městských teplárnách a podnikových zařízeních. Jejich výkon je ve stovkách kW až několika MW.

Kogenerační jednotka se **spalovací turbínou** se skládá ze soustrojí **spalovací turbína-alternátor** vyrábějícího elektřinu a **spalinového kotle**. Spaliny z turbíny jsou přiváděny do spalinového kotle k výrobě tepla ve formě **páry** nebo **horké** resp. **teplé vody**. Při požadavku na zvýšení tepelného výkonu spalinového kotle je instalován tzv. **dohořivací (přihřívací) hořák** na zemní plyn (hořák používající jako okysličovadlo spaliny ze spalovací turbíny). Ten

je vřazen do spalin proudících z turbíny do kotle a zvyšuje teplotu spalin přicházejících z turbíny (cca 450 – 600 °C) na maximální teplotu 900 °C. Hlavní výhodou kogeneračních jednotek se spalovacími turbínami proti kogeneračním jednotkám se spalovacími motory je možnost volby média, kterým je odváděno teplo ze spalínového kotle. Kogenerační jednotky se **spalovacími turbínami** se dodávají o elektrickém výkonu v rozsahu od cca 1 MW do 200 MW.

Stupeň konverze energie obsažené v primárním palivu na elektřinu je oproti parní kogeneraci podstatně vyšší cca 23 – 41 %, účinnost výroby tepla je cca 35 – 57 %. Celková účinnost využití energie v palivu činí cca 68 – 90 %. Cenou za vyšší podíl vyráběné el. energie je ale nutnost spalování plyného paliva, tzn. ve většině případů drahý zemní plyn.

Parní kombinovaná výroba elektřiny a tepla se provádí prostřednictvím páry vyrobené v parním kotli pomocí fosilních či nefosilních paliv (např. hnědé uhlí, biomasa). Pára se přivádí do **parního motoru, protitlaké** nebo **kondenzační odběrové** parní turbíny, kterými se pohání generátor elektrické energie. Teplo ve formě páry, jejíž tlak odpovídá konstrukci stroje nebo požadované teplotní úrovni tepelné energie, se odebírá z výfuku parního stroje, z protitlaku (odběru) parní turbíny.

Pro nižší elektrické výkony (cca 50 kW - 15 MW) jsou dodávána soustrojí s protitlakými turbínami **axiálními** nebo **radiálními** (pro vyšší výkony pouze s turbínami axiálními), které pohání přes převodovku alternátor. Z hlediska dosahované termodynamické účinnosti jsou výhodné moderní rychloběžné radiální turbíny jednostupňové nebo dvoustupňové s malou měrnou hmotností a krátkou dobou najíždění. Turbíny axiální i radiální jsou v uvedeném výkonovém rozsahu konstruované pro vstupní / výstupní tlak páry 0,9-6,5/0,1-0,7 MPa a teplotu páry 200-450 °C. Regulace elektrického výkonu soustrojí je zajištěna regulačním ventilem na přívodu páry do turbíny, případně navíc natáčivými statorovými lopatkami.

Celková účinnost využití energie obsažené v primárním palivu je cca 77–87 %, přičemž dominantní je účinnost výroby tepla (v závislosti na tlaku před a za turbínou cca 62-76 %). Účinnost výroby elektřiny se pohybuje mezi 8–20 %. Stupeň zhodnocení primárního paliva na elektřinu je tedy nízký. Oproti plynové kombinované výrobě elektřiny a tepla je však výhodou možnost spalování levného paliva (uhlí) nebo obnovitelného paliva - biomasy.

Paroplynová kombinovaná výroba elektřiny a tepla je snahou o maximální podíl výroby elektřiny, což je zajištěno kombinací dvou turbosoustrojí se spalovací a parní turbínou.

Pára, která se vyrábí ve spalínovém kotli odpadním teplem ze spalovací turbíny, pohání soustrojí s parní turbínou. Někdy se část vyrobené páry vstříkuje do spalovací komory spalovací turbíny. Teplo se získává ze spalin spalovací turbíny a z protitlaku (odběru) parní turbíny. Ojedinele se vyskytuje i kombinace parní turbíny se spalovacím motorem.

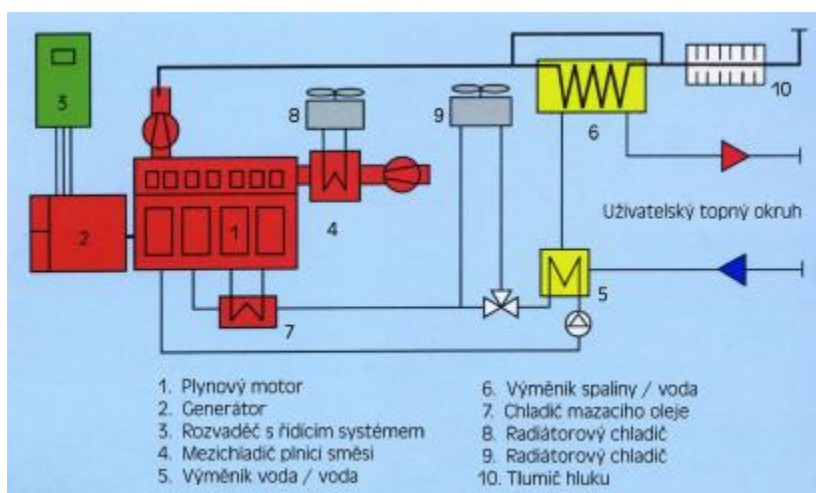
Jinými slovy pára vyrobená v kotli využitím tepla spalin ze spalovací turbíny pohání **ještě** parní turbínu. Poměrem dodávky paliva do spalovací komory turbíny a spalínového kotle je potom dán poměr výkonu spalovací a parní turbíny. U větších instalací se obvykle používá dvoutlakového spalínového kotle a tomu odpovídající dvoutlakové parní turbíny. Poměr elektrických výkonů turbosoustrojí se spalovací a parní turbínou je většinou přibližně 3:1 až 4:1.

Podstatou tohoto typu kombinované výroby tepla a elektrické energie je dosažení maximálního podílu výroby elektrické energie, který může přesáhnout až 44 % z přivedeného tepla v palivu. Jinak v paroplynovém cyklu platí stejné možnosti a omezení jako u cyklu plynového.

2.2. Malé kogenerační jednotky

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

Kogenerační jednotka se **spalovacím motorem** se skládá ze zážehového spalovacího motoru pohánějícího přímo alternátor vyrábějící elektřinu a výměníků pro využití odpadního tepla z motoru. Odpadní teplo z motoru je odváděno pomocí dvou výměníků na dvou teplotních úrovních. První výměník odvádí teplo z bloku motoru a z oleje na úrovni cca 80 – 90 °C. Druhý výměník odvádí teplo z odcházejících výfukových spalin o teplotě cca 400 – 500 °C. Výměníky jsou z hlediska průtoku teplotního média zapojeny do série. Obvykle jsou kogenerační jednotky oncipovány pro dodávku tepla do teplovodního 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 5000 kW. Na trhu bohužel chybí nejmenší zařízení pro rodinné domky, s tepelným výkonem 5 – 10 kW.



Obrázek 3: Blokové schéma kogenerační jednotky.

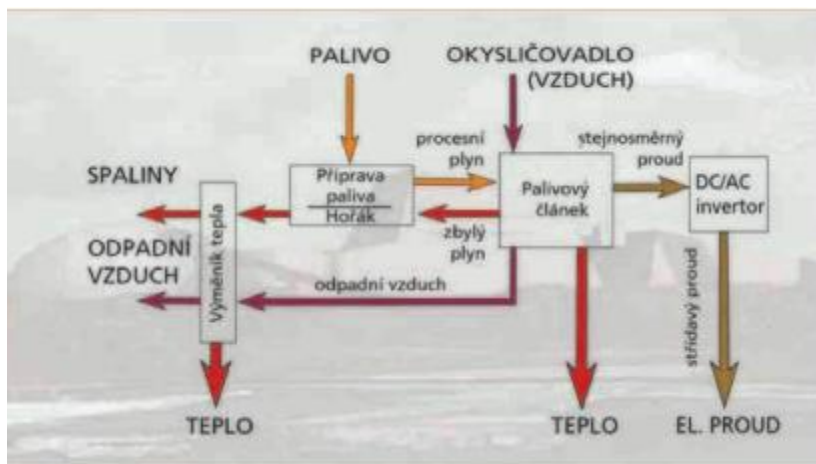
2.3. Palivové články

Kombinovaná výroba elektřiny a tepla palivovými články je založena na principu chemické reakce plynu s okysličovadlem v tzv. **palivovém článku** tvořeném vhodnými elektrodami a elektrolytem. Palivo a okysličovadlo se na katalytickém povrchu elektrod ionizují, ionty jsou vedeny elektrolytem k druhé elektrodě a uvolněné elektrony vytvářejí elektrický proud. Tato přímá přeměna energie chemicky vázané v palivu na energii elektrickou není limitována stejnými termodynamickými principy jako ve spalovacích motorech (Carnotův cyklus) a umožňuje tak dosažení **vyšší účinnosti**. Dalšími výhodami jsou téměř bezhlučný provoz a minimální či nulové emise škodlivin.

Nejvhodnějším palivem je vodík, který se však obtížně získává, transportuje a skladuje. Proto existují i články, spalující zemní plyn nebo jiný uhlovodíkový plyn. Okysličovadlem je vždy vzduch.

Produktem reakce je **voda**, neboť se jedná se o proces inverzní k elektrolýze vody. V palivovém článku je vyráběn **stejnoseměrný** elektrický proud, pro dodávku vyrobené elektřiny do sítě je tedy nutnou součástí **střídač**.

Palivové články jsou však pro komerční využití stále příliš drahé.

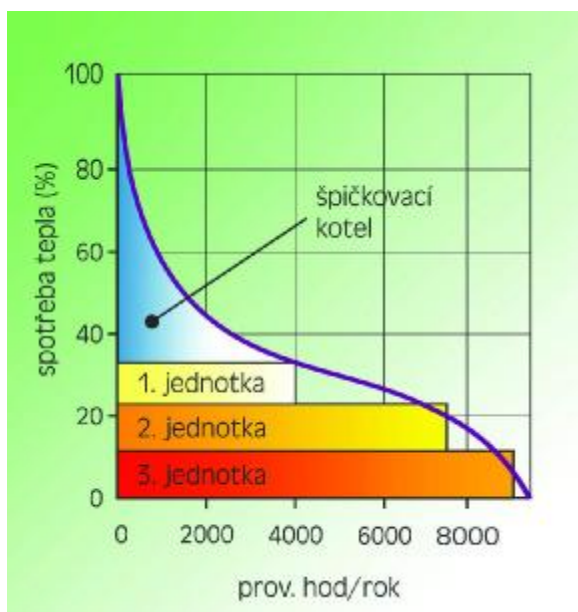


Obrázek 4: Kogenerace s palivovým článkem na zemní plyn

2.4. Použití

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

Velikost kogenerační jednotky se nejčastěji odvozuje od spotřeby tepla v daném subjektu. 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.



Obrázek 5: Pokrytí roční spotřeby tepla třemi kogeneračními jednotkami a špičkovacím kotlem.

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. Je také možné, aby kogenerační jednotka byla jediným zdrojem elektřiny v objektu. V tomto tzv. **ostrovním provozu**, bez připojení na síť, vzrůstají náklady na regulaci.

Pro návrh kogenerační jednotky je vhodné znát:

- § denní a roční **harmonogram spotřeby tepla a elektřiny**
- § druh požadovaného **teplonosného média**,
- § **dostupnost** jednotlivých paliv,
- § stávající **instalovaný výkon** kotlů a jejich teplotní a tlakové parametry.

2.5. Ekonomika provozu

Tam, kde má kogenerační jednotka doplnit nebo nahradit stávající zdroj tepla (kotel), bývá rozhodujícím parametrem krytí vlastní spotřeby elektřiny. Kogenerační jednotka spotřebuje na výrobu jedné kWh zemní plyn v ceně cca 2,50 Kč/kWh, servisní náklady jsou cca 0,40 až 0,60 Kč/kWh. Je-li cena elektřiny ze sítě vyšší než 3 Kč/kWh, je už výhodné provozovat kogenerační jednotku pro krytí vlastní potřeby a teplo navíc je „zdarma“. Větším odběratelům elektřiny, kteří platí za připojený elektrický příkon a špičkový odběr, může kogenerační jednotka tyto platby výrazně snížit.

Elektřinu z kogenerační jednotky je také možné prodat do veřejné sítě. Provozovatel distribuční soustavy (regionální energetický podnik) je povinen tuto elektřinu vykoupit, jsou-li dodrženy technické podmínky. Výši výkupní ceny předepisuje Energetický regulační úřad (ERÚ), je však možné dohodnout individuálně cenu jinou, zejména pro dodávky ve špičce.

Někteří dodavatelé zemního plynu nabízejí pro kogenerační jednotky speciální ceny plynu.

Pokud je palivem bioplyn, dřevoplyn nebo jiný druh biomasy, může být ekonomicky výhodnější elektřinu prodat do sítě. I zde je výkup povinný a ceny určuje ERÚ.

Pro výstavbu kogeneračních jednotek využívajících obnovitelné zdroje energie lze také získat i dotace z různých zdrojů, zejména strukturálních fondů EU, dále České energetické agentury a Státního fondu životního prostředí.

Rozhodnutí o instalaci kogenerační jednotky však musí předcházet pečlivý ekonomický rozbor jejího provozu. V neposlední řadě závisí možnost použití i na způsobu financování stavby (výše úvěru, úroků, doba splatnosti).



Obrázek 6: Kogenerační jednotka na ČOV Česká Lípa, výkon 125 kWe, palivo bioplyn
Obrázek 7: Kogenerační jednotka na ČOV Brno, výkon 2x 520 kWe, palivo bioplyn + zemní plyn

2.6. Legislativa

Ačkoli podle platného energetického zákona je možno prodávat jak vyrobené teplo tak elektřinu, v praxi je velmi obtížné splnit technické požadavky správce tepelné sítě. Proto se kogenerační jednotka navrhuje tak, aby veškeré teplo spotřeboval provozovatel. Elektřinu pak může podle potřeby buď spotřebovat sám, nebo ji prodávat do sítě.

Pokud chceme elektřinu, případně teplo prodávat, je nutné získat licenci pro podnikání v energetice, kterou vydává ERÚ (licence nahrazuje živnostenský list).

Komerčně dostupné kogenerační jednotky splňují příslušné bezpečnostní a emisní parametry, takže jejich instalace je z tohoto hlediska bez problémů. Vzhledem k poněkud hlučnějšímu provozu je třeba při stavebním řízení prokázat, že okolí nebude obtěžováno nadměrným hlukem. Podle hygienických předpisů MZ ČR, vyhláška 13/1977 Sb., je nejvyšší přípustná hladina hluku ve venkovním prostoru na obytném území příměstském u menších sídelních útvarů ve dne 50 dB a v noci 40 dB. Tyto hodnoty lze při instalaci kogenerační jednotky s protihlukovým krytem dodržet.

3. Úsporná opatření v rodinných domech

Starší rodinné domy zřídka vyhovují moderním požadavkům na spotřebu paliva, na uživatelský komfort i na obsluhu vytápění. V současnosti úsporám energie motivují také rostoucí ceny paliv i současné předpisy. Úsporná opatření se týkají nejčastěji spotřeby tepla na vytápění, protože zde je největší potenciál. Ani úspory elektřiny však nejsou zanedbatelné: výroba elektřiny silně zatěžuje životní prostředí a její cena není malá. Přitom šetření energií nemusí znamenat snížení komfortu, naopak úspornými opatřeními můžeme významně zlepšit kvalitu svého bydlení

3.1. Zateplování zdiva

Spotřeba tepla je dána zejména tepelnou ztrátou budovy. Teplo z domu neustále uniká dvojím způsobem: jednak prostupuje stěnami a okny a jednak uniká se vzduchem, kterým větráme. Průniku tepla obvodovým pláštěm budovy nelze nikdy zcela zabránit (to by bylo proti fyzikálním zákonům), ale lze ho značně snížit. Stejně jako si v chladných dnech oblékáme svetr a kabát, můžeme i dům opatřit izolací. Je to efektivnější, než topit a topit.

3.1.1. Vnější zateplení – výhody a nevýhody

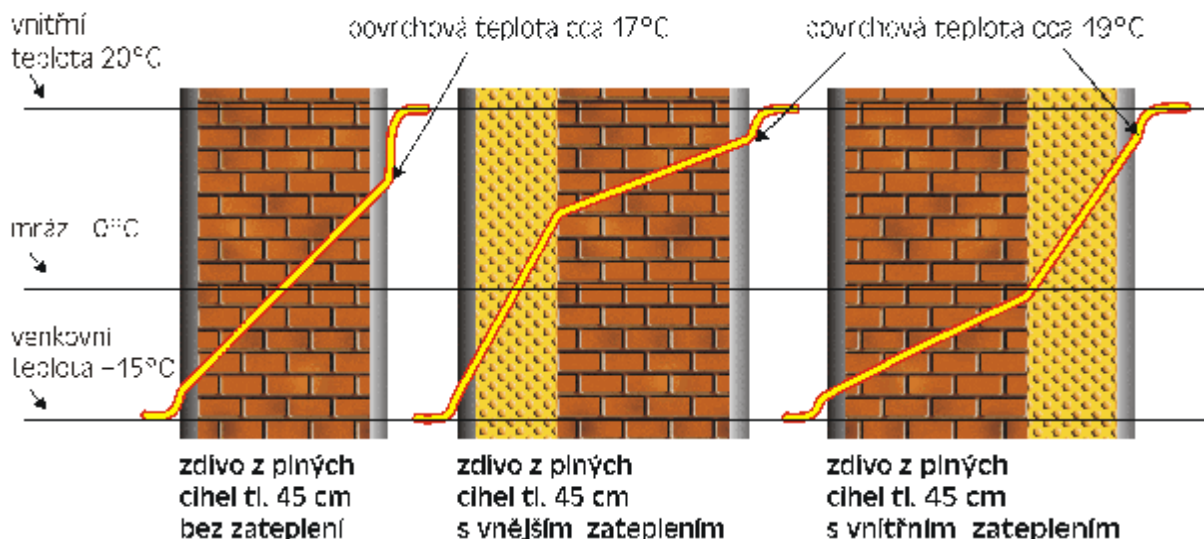
- + zdivo je „v teple“ a není tolik namáháno výkyvy teplot a povětrností
- + zvýší se akumulační schopnost domu
- + snáze se eliminují tepelné mosty v konstrukci (okenní překlady, věnce, stropy aj.)
- + riziko kondenzace vlhkosti ve zdivu je minimální
- + budova získá novou fasádu = úspora nákladů na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

3.1.2. Vnitřní zateplení – výhody a nevýhody

- + možnost izolovat jen jednu místnost
- + snadný přístup, bez lešení
- + možno instalovat bez ohledu na počasí
- + snáze se provádí svépomocí
- riziko kondenzace vlhkosti ve stěnách domu
- riziko promrzání vnějšího zdiva
- riziko růstu plísní, zejména v oblasti tepelných mostů
- snížení akumulační schopnosti zdiva
- zmenšení plochy místností

3.2. Tepelná pohoda

Zateplením stěn dojde vždy i ke zvýšení jejich povrchové teploty. To má vliv na tepelnou pohodu – čím jsou stěny chladnější, tím je pobyt méně příjemný a naopak (to je také důvod, proč je teplo kachlových kamen vnímáno jako velmi příjemné). V konečném důsledku můžeme v dobře zateplené místnosti udržovat trošku nižší teplotu vzduchu, aniž bychom pociťovali chladno. To opět vede ke snížení energie. (snížení teploty o 1°C představuje úsporu cca 6%).



Obrázek 8: Vliv zateplení na povrchovou teplotu stěny.

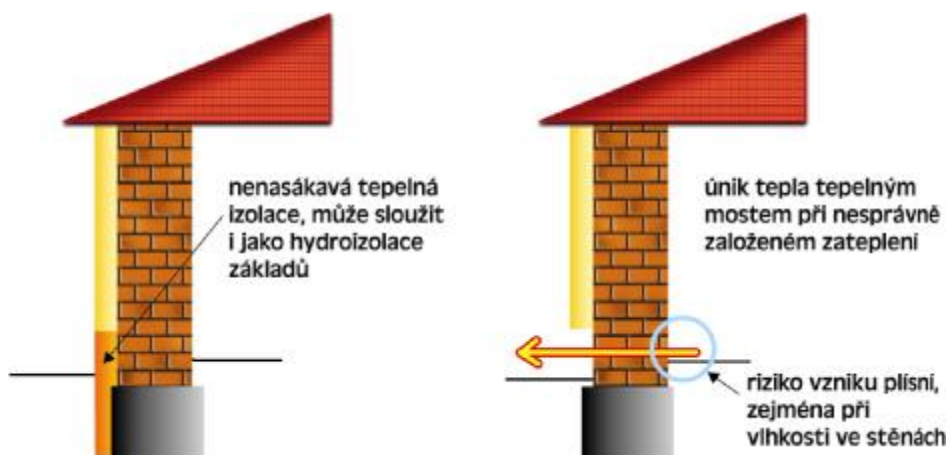
3.3. Na co si dát pozor

Vždy platí, že návrh (projekt) zateplení je lepší svěřit odborníkům. Každý dům je trochu jiný a tak se může stát, že to, co se osvědčilo u souseda, v našem domě přinese problémy. Zkušenosti, které takto získáme, jsou zaplacené až příliš draze.

Zejména při vnitřním zateplení je třeba mít kvalitní návrh, protože zde se dá zkazit opravdu hodně. Špatné zateplení může ohrozit funkci domu (destrukce zdí promrzáním) i zdraví jeho obyvatel (růst plísní v bytě).

Při vnějším zateplení je rizikem hlavně nekvalitní provedení, které později vede třeba k praskání omítek. Často se při realizaci podceňuje důsledné izolování celé vnější plochy - okenních ostění, nadpraží a parapetů a pruhu zdiva nad terénem. To může později působit poruchy v konstrukci

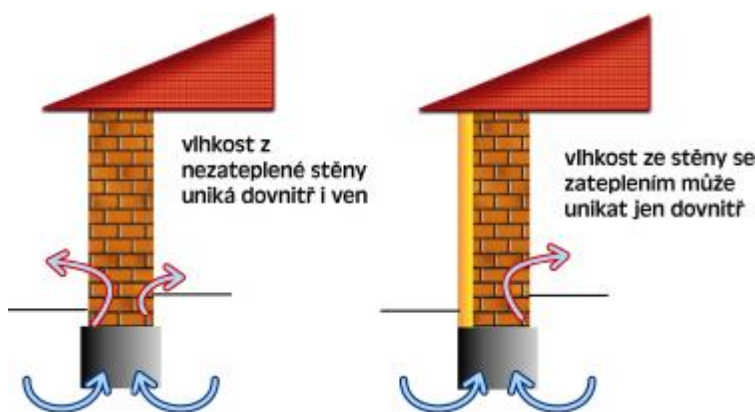
Většinou se vyplatí svěřit práci firmě, která má zkušenosti a nelitovat času na to jít se podívat, jak vypadá zateplení, které už dělala a jak jsou s ním uživatelé spokojeni.



Obrázek 9: Zateplení spodní části zdí.

3.4. Vlhké zdivo

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



Obrázek 10: Zateplení spodní části zdí.

3.5. Izolování podlah

Izolace podlah je mnohdy problematická. Někdy ji nelze provést bez zásadního zásahu do interiéru. To je případ podlah na terénu. Někdy je možno nahradit izolaci plochy podlahy tím, že izolujeme zeminu pod objektem – třeba zapuštěním izolace pod terén v okolí základů (takováto tepelná izolace může výhodně sloužit i jako izolace proti vlhkosti).

Jestliže jsou obytné místnosti podsklepeny, je vhodné zateplit jejich podlahy zespona, nalepením izolantu na strop. Pokud jsou stropy klenuté, je možno nahradit stávající násyp klenby tepelně-izolačním násypem.

Izolace podlah je nutná zejména v případě, že chceme instalovat podlahové vytápění.

3.6. Izolování stropů a střechy

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

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

Stále častěji se dosud nevyužívaná půda rekonstruuje na podkroví. To je vhodná příležitost pro izolaci střechy. I zde bohužel platí, že špatným návrhem a hlavně nekvalitním provedením se dá hodně zkazit. Tepelná izolace, hydroizolační fólie a parotěsná zábrana musí být provedeny tak, aby původní konstrukce krovu trvale nevlhla. Je dobré, aby dřevo mohlo „dýchat“, tedy aby voda, která se do konstrukce přes pečlivou instalaci zateplení

dostane (zatékáním nebo kondenzovanou vlhkostí, která proniká z interiéru) mohla zase odejít. V opačném případě může být krov napaden hnilobou a houbami.

3.7. Čím izolovat

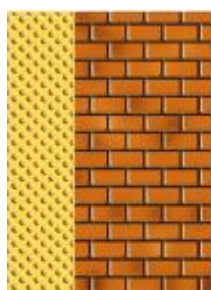
Na trhu je mnoho druhů izolace, která se prodává pod desítkami obchodních značek. Nejčastěji se používá polystyren a minerální a skelná vata. Oba materiály izolují přibližně stejně dobře. Konkurovat jim začíná izolace z ovčí vlny, která je velmi ekologická. Pro specifické případy (např. izolace pod terémem) je nutno použít obvykle dražší materiály; v jiných případech naopak můžeme použít i izolaci velmi levnou (např. slámu).

Návrh materiálu by měl být součástí odborného návrhu zateplení; obvykle se vyplatí nechat si zpracovat různé cenové návrhy. Je však dobré si uvědomit, že zejména u venkovního zateplení tvoří cena vlastního izolantu jen asi ¼ celkových nákladů. Kotvící prvky, lišty, lepící a omítkové hmoty a ovšem i cena montáže tvoří v celkovém rozpočtu největší část. Proto nemusí být síla izolace tím nejlepším místem, kde ušetřit na nákladech.

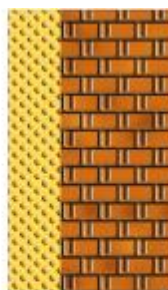
3.8. Kolik izolace ?

Optimální tloušťka izolace je pro každý dům jiná – závisí nejen na materiálu zdi, ale i na ceně paliva a prioritách majitele domu. Při životnosti zateplení nejméně 40 roků je potřeba zvažovat růst cen energií v celé této dlouhé době. Pokud tloušťku izolantu podceníme, těžko budeme po několika letech zateplovat dům znovu.

Současné požadavky je možno splnit jen s poměrně silnými tloušťkami izolace – viz obrázek.



zdivo z plných cihel tl. 45 cm
+ zateplení 10 cm polystyren
nebo minerální vlna
 $U < 0,38 \text{ W/m} \cdot \text{K}2$



zdivo z děrovaných cihel
TYN tl. 36,5 cm
+ zateplení 8 cm polystyren
nebo minerální vlna
 $U < 0,38 \text{ W/m} \cdot \text{K}2$

Obrázek 11: Tloušťky izolantu pro splnění požadavků normy

3.9. Únik tepla okny

Okny vždy uniká poměrně velké množství tepla. Vývoj v této oblasti však zaznamenal velký pokrok, takže nová moderní okna jsou dvakrát lepší, než ta, na které jsem u starších budov zvyklí.

3.9.1. Výměna oken

Výměna oken za nová je vždy poměrně nákladná. Rozhodneme-li se však už okna vyměnit (třeba kvůli špatnému stavu původních), neměli bychom šetřit na nesprávném místě. Tím je zasklení. Okna jsou nabízena s různými typy dvojskel, přičemž rozdíl mezi nejlevnějším a nejdražším typem je asi 10% ceny okna. Naproti tomu rozdíl v izolační schopnosti je až dvojnásobný. Měli bychom tedy vždy dát přednost kvalitnímu dvojsklu s mezerou mezi skly

plněnou argonem nebo jiným inertním plynem. Důležité je, aby vnitřní sklo dvojskla bylo opatřeno pokovením, které dokáže odrážet teplo zpět do místnosti.

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

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



Obrázek 12: U oken je nutno izolovat ostění, nadpraží i parapety



Obrázek 13: Esteticky i funkčně pochybná výměna okna

3.9.2. Repase oken

Jestliže jsou stávající okna v dobrém stavu, lze uvažovat o jejich repasi. Ta spočívá v opravě poruch, případně výměně závěsů a kování, instalaci těsnění a zejména výměně vnitřního skla. U menších křidel, která snesou přetížení, lze instalovat izolační dvojsklo. Jinak se vnitřní sklo vymění za nové, s pokovením, které odráží tepelné záření do místnosti. Součinitel prostupu tepla se tak sníží přibližně o čtvrtinu.

součinitel prostupu tepla U [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
repasované špaletové okno, zasklení s pokovením	1,9 - 2,1

Tabulka 3: Parametry oken s různým zasklením.

3.10. Únik tepla větracím vzduchem

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

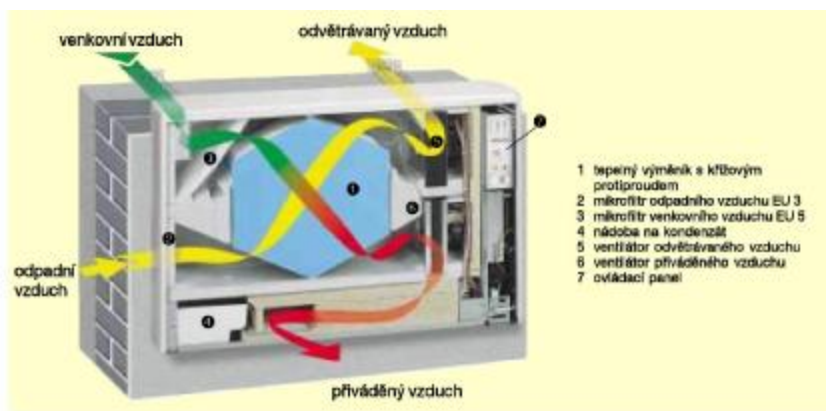
Nesmíme však nikdy zapomínat na větrání, jsou-li v domě lidé. Na trhu jsou okna, jejichž kování umožní „netěsnou“ polohu nebo okna s větracím otvorem v rámu, jehož velikost se dá regulovat.

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

3.11. Větrání s rekuperací tepla

Velmi efektivním a komfortním řešením je instalovat systém nuceného větrání s rekuperací tepla. Větrací vzduch je pak přiváděn o odváděn ventilátory, takže je žádoucí mít těsná okna (mohu být i neotevíravá). 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 umisťuje do sklepa, na půdu nebo do dostatečně odhlučněné místnosti. Srdcem systému je obvykle kompaktní jednotka s odtahovým i přívodním ventilátorem, filtry, rekuperačním výměníkem tepla a ohřívačem vzduchu (případně i chladičem). Ohřívač 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.

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



Obrázek 14: Nástěnná větrací jednotka s rekuperací tepla a elektrickým dohřevem.



Obrázek 15: Zateplení domku vyřeší i potřebu nové fasády.

3.12. Legislativa

Pokud dům rekonstruujeme v rozsahu, který vyžaduje vydání stavebního povolení, je nutno splnit požadavky ČSN 730540, která byla v roce 2002 novelizována. V praxi to znamená téměř vždy zateplit většinu konstrukcí budovy tak, aby vyhověly požadavkům normy. Na projekt, který to nerespektuje, by nemělo být vydáno stavební povolení. Norma definuje i tzv. energetický štítek budovy, podle kterého lze budovu hodnotit podle tepelné náročnosti, podobně jako pračky nebo ledničky. Štítek by měl být součástí projektové dokumentace.

součinitel prostupu tepla U [W/m ² .K]	požadovaná hodnota	doporučená hodnota
venkovní stěny lehké	0,30	0,20
venkovní stěny těžké (zděné)	0,38	0,25
ploché střechy	0,24	0,16
podlahy na terénu	0,60	0,40
podlaha a stěna s vytápěním	0,30	0,20
strop pod nevytápěnou půdou	0,30	0,20
okna nová	1,70	1,20
okna upravená	2,00	

Tabulka 4: vybrané požadavky ČSN 730540-2.

4. Úsporná opatření v bytových domech

4.1. Úspory a rekonstrukce: dvě mouchy jednou ranou

Většina oprav bytových domů, zejména panelových, je spojována se zateplením. Vedou k tomu jak současné předpisy, tak stále rostoucí ceny energií. Obvykle se zvýší také hodnota domu a s novou fasádou dům ožije. Rekonstrukce však není levná záležitost. Jak tedy postupovat, aby výdaje na rekonstrukci přinesly maximální efekt?

4.2. Zateplování zdiva

Teplo z domu uniká dvojnásobně: jednak prostupuje stěnami a okny a jednak uniká se vzduchem, a to nejen při větrání, ale i když jsou okna zavřena. Průniku tepla obvodovým pláštěm budovy nelze nikdy zcela zabránit (to by bylo proti fyzikálním zákonům), ale lze ho značně snížit. Stejně jako si v chladných dnech oblékáme svetr a kabát, můžeme i dům opatřit izolací. Je to efektivnější, než topit a topit.

Pro většinu budov je vhodnější použít venkovní zateplení. Zejména u panelových domů je to i účinná cesta k prodloužení životnosti domu. Zateplení chrání v zimě před mrazem a v létě před slunečním žářem, takže klesne namáhání pláště budovy tepelnou roztažností. Zateplením se potlačí i tepelné mosty ve spárách mezi panely a při správném návrhu i u okenních otvorů. Pozor však na nesprávný návrh zateplení! Pokud dojde ke kondenzaci vody v železobetonovém panelu, hrozí koroze ocelových prvků, což by bylo pro dům fatální.

4.2.1. Vnější kontaktní zateplení

Často používaná technologie, která je obvykle také nejlevnější. Spočívá v nalepení desek z polystyrenu nebo minerální vaty na stěnu. Desky jsou přikotveny hmoždinkami (jak kvůli své hmotnosti, tak 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. 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.

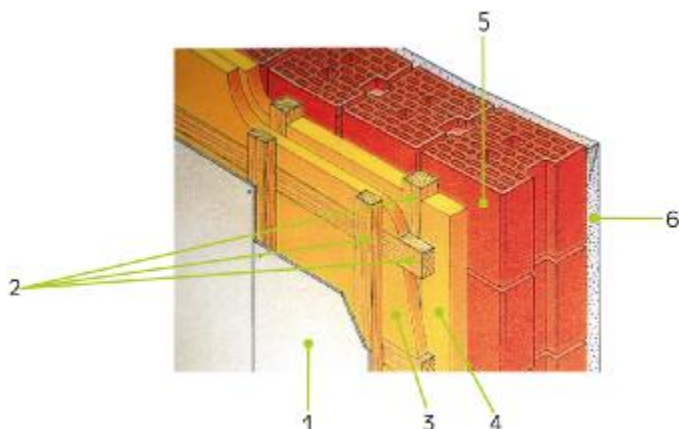
Důležité je, aby jednotlivé prvky (izolant, lepicí a omítkové hmoty, lišty, hmoždinky a další) tvořily dohromady systém se zaručenými parametry. Kombinovat různé prvky vybírané způsobem „aby to moc nestálo“ se nemusí vyplatit – v zateplení mohou vznikat trhliny, životnost může být kratší a případná reklamace velmi složitá.

4.2.2. Zateplení s předsazenou fasádou

Budova se opatří novou fasádou, upevněnou na nosné konstrukci kotvené do původní stěny. 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 unikat vlhkost pronikající z interiéru, takže riziko trvalé kondenzace se výrazně snižuje.

Nová fasáda může být z nejrůznějších materiálů – hliníkových či plastových lamel, betonových tvarovek, dřeva, mramoru atd. atd. Podle hmotnosti vnější fasády se volí nosný systém, vždy ale tak, aby tvořil minimální tepelný most. Špatný návrh může zhoršit izolační efekt velmi výrazně – kovový rošt může fungovat jako chladič.

Výhodou tohoto systému je možnost demontáže a opětného použití – například rozhodneme-li se přistavět nové křídlo budovy. Rovněž opravy jsou snazší. Jinou výhodou je to, že obklad odolává strakapoudům a jiným ptákům, kteří někdy rozklouvají dutě znějící kontaktní zateplení s polystyrenem.



Obrázek 16: Zateplení s předsazenou fasádou.

4.2.3. Vnitřní zateplení

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 sníží. Podmínkou je samozřejmě kvalitní návrh i realizace zateplení. Vnitřní zateplení může spočívat v přizdění 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.

4.2.4. Tepelně-izolační omítky

Na trhu jsou speciální omítky, které ve srovnání s běžnými omítkami propouštějí méně tepla. Mohou mírně vylepšit parametry zdiva, zejména zvýšit jeho vnitřní povrchovou teplotu. Použití takovéto omítky ale nelze pokládat za skutečné zateplení. Rozdíl je zřejmý, pokud si uvědomíme, že pro zateplení se používají materiály, které izolují čtyřikrát lépe a v síle 10 až 40 cm. Naproti tomu vrstva omítky má sílu nanejvýš 6 cm.

4.3. Na co si dát pozor

Vždy platí, že návrh (projekt) zateplení je lepší svěřit odborníkům. Dokonce i na první pohled stejné paneláky se ve skutečnosti často liší právě stavební konstrukcí. Zkušenosti, které získáme vlastními chybami jsou zaplacené příliš drazo.

Zejména při vnitřním zateplení je třeba mít kvalitní návrh, protože zde se dá zkazit opravdu hodně. Špatné zateplení může ohrozit funkci domu (destrukce zdí promrzáním, hnití zhlaví stropních trámů) i zdraví jeho obyvatel (růst plísní v bytě).

Při vnějším zateplení je rizikem hlavně nekvalitní provedení (časté je špatné přilepení výztužné síťoviny), které později vede třeba k praskání omítek. Dále se při realizaci podceňuje důsledné izolování celé vnější plochy - okenních ostění, nadpraží a parapetů, hran štítových panelů atd. To může později působit poruchy v konstrukci.

Většinou se vyplatí vybrat pro montáž zateplení firmu, která má zkušenosti, vyžádat si seznam referenčních zakázek, prověřit, jak tyto zakázky vypadají doopravdy a jak firma dodržuje smluvní podmínky, termíny a kvalitu (např. má-li certifikaci výrobce zateplovacího systému).

4.4. Meziokenní vložky (MIV)

Mnoho panelových domů je řešeno tak, že mezi okny jsou lehké konstrukce s dřevěným rámem, zvenku nejčastěji opláštěné sklem, plechem nebo cementotřískovými deskami.

Mnohdy jsou ve špatném stavu, způsobeném vnitřní kondenzací vlhkosti. 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 umožní snížit velikost nových oken a tedy i náklady – interiéry však musí mít dostatek denního světla!

Jsou-li MIV v dobrém stavu a ponechají-li se původní okna, může se při zateplování panelů instalovat izolace i na MIV. Protože jde o lehkou konstrukci, je zde izolant většinou silnější. 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.



Obrázek 17: Změna vzhledu po zateplení.

4.5. Tepelná pohoda

Zateplením stěn dojde vždy i ke zvýšení jejich povrchové teploty na vnitřní straně. To má vliv na tepelnou pohodu – čím jsou stěny chladnější, tím je pobyt méně příjemný a naopak (to je také důvod, proč je teplo kachlových kamen velmi příjemné). V konečném důsledku můžeme v dobře zateplené místnosti udržovat o něco nižší teplotu vzduchu, aniž bychom pociťovali chladno. To opět vede ke snížení energie (snížení teploty o 1°C představuje úsporu tepla cca 6%). Jsou-li stěny v zimě chladné, držíme se od nich dál, takže náš byt se tím zmenšil. Vyšší teplotou tak získáme zpět kus vlastního prostoru.

4.6. Izolování stropů a střechy

Ploché střechy jsou právě u panelových budov častým zdrojem poruch. Nutnost nové krytiny je příležitostí zamyslet se i nad tepelnou izolací.

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

4.6.1. Jednoplášťové střechy

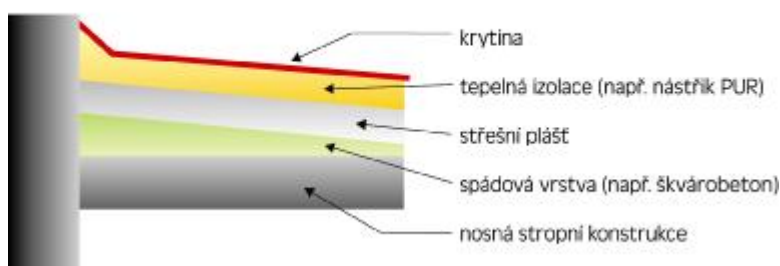
Mezi stropní konstrukcí a vnější spádovou vrstvou je tepelná izolace většinou z lehčených stavebních materiálů (škvárobeton, křemelinové desky atd.). Dodatečnou tepelnou izolaci je tedy nutno dát na horní povrch. Pokud je překryta novou hydroizolací, je tu riziko proslápnutí nebo proražení, protože tepelná izolace je většinou měkkčí. Proto se s oblibou

používá systém tzv. obrácené střechy. Původní krytina je opravena nebo nahrazena novou a na ní je kladena tepelná izolace, překrytá vrstvou kamíneků, dlažbou kladenou nasucho nebo jiným způsobem, kterým voda může pronikat. Pokud střecha snese větší přetížení, lze uvažovat i o „zelené střeše“, tj. překrytím vrstvou zeminy a osázením vhodnými (suchomilnými) rostlinami. Výhodou je, že hydroizolace není namáhána teplotními výkyvy, povětrností ani UV zářením, což zvyšuje její životnost.

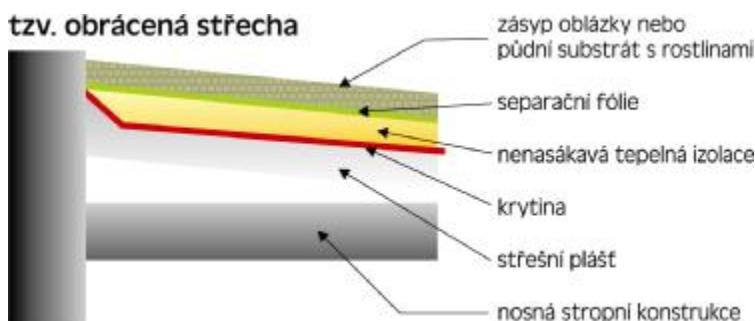
Jinou možností je opatřit střechu nástřikem polyuretanové (PUR) pěny, která funguje jako izolace proti vodě i proti chladu. Nástřikem se vytvoří souvislá vrstva, která vyřeší i problematická místa, jako napojení komínků, atik, výtahových nástaveb atd.

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

jednoplášťová střecha



tzv. obrácená střecha



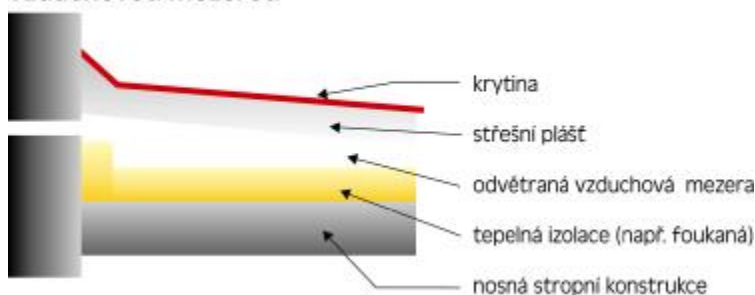
Obrázek 18: Zateplování střech.

4.6.2. Dvouplášťové střechy

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

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

dvouplášťová střecha s odvětranou vzduchovou mezerou



Obrázek 19: Zateplování dvouplášťové střechy.

4.7. Izolování vnitřních konstrukcí

V panelových domech jde zejména o strop technického podlaží, který lze poměrně snadno izolovat. Izolace může být nalepena na strop, případně zakryta podhledem. Je to místo, kde lze s poměrně malými náklady ušetřit poměrně hodně energie.

Někdy je vhodné zateplit i stěny z bytů na schodiště, do zádveří nebo jiných prostor s nižší teplotou. Zde je výběr izolačních materiálů omezen i požadavkem na požární bezpečnost. Vždy platí zásada, že se konstrukce izoluje z ochlazované strany.

4.8. Zasklení lodžii a balkonů

Zasklením lodžii (event. balkonů) 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 přechodném období je možno lodžii užívat jako obytnou místnost. Pokud je ale lodžie vyhřívána z bytu schválně otevřenými dveřmi a okny – 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.



Obrázek 20: Zasklení lodžii.

4.9. Únik tepla okny

Okny vždy uniká velké množství tepla. Díky prudkému vývoji jsou nová moderní okna více než dvakrát lepší než ta, na které jsme u starších budov zvyklí.

4.9.1. Výměna oken

Výměna oken je poměrně nákladná. Málokdy se náklady vrátí na úsporách za teplo. Rozhodujícím důvodem pro výměnu je nejčastěji stáří špatný stav stávajících oken. Při výměně bychom neměli šetřit na nesprávném místě. Tím je zasklení. Okna jsou nabízena s různými typy dvojskel, přičemž rozdíl mezi nejlevnějším a nejdražším typem je asi 20% ceny okna. Naproti tomu rozdíl v izolační schopnosti je až dvojnásobný. Měli bychom tedy vždy dát přednost kvalitnímu dvojsklu s mezerou mezi skly plněnou argonem nebo jiným inertním plynem. Důležité je, aby vnitřní sklo dvojskla bylo opatřeno pokovením (selektivní vrstvou), které dokáže odrážet teplo zpět do místnosti.

Současná tzv. eurookna se vyznačují poměrně tenkým rámem, který vyžaduje správné osazení do zdi. Pokud nejsou okenní ostění, nadpraží a parapety důsledně izolovány, vzniká okolo oken výrazný tepelný most, kterým uniká velké množství tepla. U panelových domů je navíc ještě v okraji okenního otvoru přerušena tepelná izolace. Případné vnější zateplení zdi by tedy mělo přesahovat i na rámy. Je dobré si uvědomit, že v současné době izoluje většina dřevěných a plastových rámu tzv. eurooken hůře než kvalitní dvojsklo!

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

4.9.2. Repase oken

Jestliže jsou stávající okna v dobrém stavu, lze uvažovat o jejich repasi. Ta spočívá v opravě poruch, případně výměně závěsů a kování, instalaci těsnění a zejména výměně vnitřního skla. U menších křidel, která snesou větší zatížení, lze instalovat izolační dvojsklo. Jinak se vnitřní sklo vymění za nové, s pokovením, které odráží tepelné záření do místnosti. Součinitel prostupu tepla se tak sníží přibližně o čtvrtinu.

4.10. Únik tepla větracím vzduchem

Pro dobrý pocit osob a z hygienických důvodů je nutno větrat všude tam, kde se zdržují lidé. 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. Proto má na úsporu velký vliv instalace okenního těsnění, případně instalace nových, dobře těsněných oken.

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

Větrat je nutno i tam, kde vzniká vlhkost (kuchyně, koupelny), aby vlhkost nepronikala do stěn, které tak poškozuje. V místě tepelných mostů (v koutech místností) může dojít i k růstu plísní. Řešením je eliminace studených koutů vnějším zateplením nebo zvýšením vnitřní teploty a větší intenzitou větrání.

Nová okna znamenají prakticky vždy zvýšení komfortu, třeba i kvůli snížení hluku z venkovního prostoru.

4.11. Úpravy topného systému

Zateplením či výměnou oken se sníží potřeba tepla až na polovinu. Je tedy nutno upravit vytápěcí systém, aby místnosti nebyly přetápěny – tím by zateplení ztratilo smysl. Základním opatřením je přenastavení stávající (obvykle ekvitermní) regulace. Dalším krokem by měla být instalace termostatických ventilů, které zabrání přetápění a umožní využít pasivní solární zisky. Současně musí být upraveny hydraulické poměry v systému, jinak nemusí ventily fungovat správně, mohou hlučet, klapat atd. Obvykle se na patě stoupaček osazují speciální armatury, případně se každá stoupačka nebo celý systém opatří oběhovým čerpadlem s elektronicky řízenými otáčkami.

4.12. Legislativa

Zákon o hospodaření energií (č. 406/2000 Sb.) vyžaduje od větších spotřebitelů, aby na své budovy nechali zpracovat energetický audit. To se týká zejména bytových družstev a obcí, protože hranice roční spotřeby 35 tis. GJ představuje asi 500 až 700 bytů.

Majitelé budov se spotřebou vyšší než 700 GJ za rok (přibližně 14 bytů) mají při případné rekonstrukci domu postupovat tak, aby spotřeba tepla po rekonstrukci vyhovovala vyhlášce č. 291/2001 Sb. To musí prokázat již při žádosti o stavební povolení. Jedním z možných způsobů je i nechat si zpracovat energetický audit (který může prokázat i to, že požadavky vyhlášky není možno z technických či ekonomických důvodů splnit). Pro památkově chráněné budovy platí požadavky vyhlášky přiměřeně.

Všichni majitelé pak musí při rekonstrukci budovy v rozsahu, který vyžaduje vydání stavebního povolení, splnit požadavky ČSN 730540. V praxi to znamená téměř vždy zateplit většinu konstrukcí. Na projekt, který to nerespektuje, by nemělo být vydáno stavební povolení. Norma definuje i tzv. energetický štítek budovy, podle kterého lze budovu hodnotit podle energetické náročnosti, podobně jako pračky nebo ledničky.

4.13. Energetický audit

Energetický audit najde různé možnosti, jak snížit náklady na energie v domě; nemusí jít jen o zateplení, ale třeba i přechod na jiné palivo. Audit také pomůže najít optimální tloušťku izolace, která závisí nejen na konstrukci domu, ale i na ceně tepla. Například u venkovního zateplení tvoří cena vlastního izolantu jen asi ¼ celkových nákladů. Největší část v celkovém rozpočtu tvoří kotvící prvky, lišty, lepící a omítkové hmoty a ovšem i cena montáže a lešení. Proto není tloušťka izolace tím nejlepším místem, kde ušetřit na nákladech.

Díky auditu se může zadavatel rozhodnout mezi různými možnostmi úspor a má záruku, že investice byla optimální a že přinese očekávaný efekt. Audit může také napomoci při získávání státních dotací.

5. Zásady výstavby nízkoenergetických domů

Koncept nízkoenergetického domu vznikl jako odpověď na rostoucí ceny energií. I když se neustále zpřísňují předpisy na spotřebu domu a izolační schopnosti, nízkoenergetický dům má ve srovnání s „běžnou“ novostavbou asi poloviční spotřebu tepla na vytápění.

Existují i tzv. pasivní domy, kde je spotřeba tepla ještě nižší, ten ale vyžaduje mnohem náročnější postupy při projektování i výstavbě. Nízkoenergetický dům je tedy v současnosti jakýmsi kompromisem mezi pasivním domem a „běžnou“ výstavbou.

Nízkoenergetický dům má několik základních znaků:

- n Kompaktní tvar
- n Prosklené plochy orientovány na jih
- n Nadstandardní tepelné izolace
- n Regulace vytápění využívající tepelné zisky
- n Strojní větrání s rekuperací tepla

Kromě toho je důležité, aby jednotlivé komponenty domu byly vyvážené a vzájemně spolupracovaly. Například způsob vytápění může ovlivnit volbu konstrukčního systému domu. Je-li vytápění nepřerušované, není příliš důležitá akumulární schopnost konstrukcí domu, lze tedy zvolit tzv. lehkou stavbu, nebo stěny s vnitřní izolací atd.

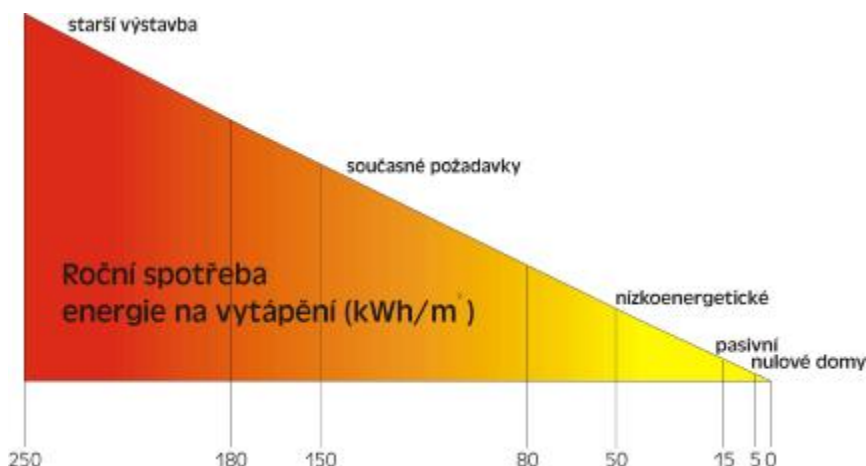
Je tedy vhodné, aby dům projektoval tým specialistů – zadávat projekt postupně různým profesím není ideální.

5.1. Optimalizace

Je dobré si uvědomit, že v domě se energie nespotřebovává jen na vytápění, ale také na ohřev vody a pro elektrospotřebiče v domácnosti. S tím, jak klesá spotřeba na vytápění, význam ostatních roste.

Pokud se soustředíme jen na stavební konstrukce domu, může nám zbytečně uniknout možnost snížit spotřebu pro ohřev vody, například solárním systémem. Leckdy je efektivnější snížit provozní náklady zde, než za srovnatelné peníze pořídit několik centimetrů izolace navíc.

Protože různá paliva mají různou cenu, nestačí porovnávat jen kilowatthodiny spotřeby, ale i náklady. Přitom volba zdroje tepla má vliv i na náklady na domácnost - při topení elektřinou lze využít levnější proud i pro pračku, myčku a další domácí spotřebiče.



Obrázek 21: Škála energetické náročnosti domů.

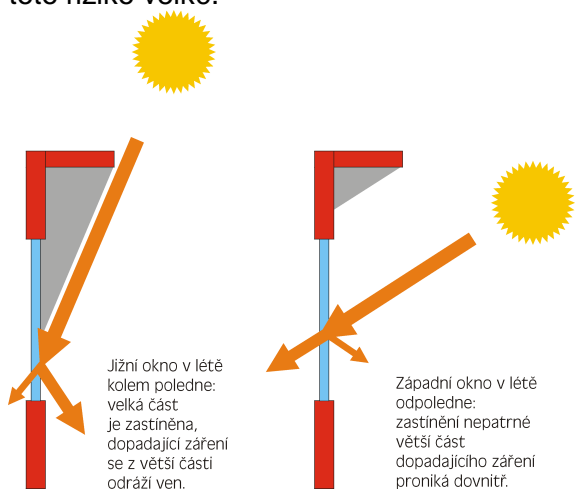
5.2. Volba místa

Aby dům mohl využívat sluneční energii, měl by být otočen k jihu stěnou s bohatým prosklením. Pozemek by tedy měl na této straně poskytovat dost soukromí a současně nesmí být stíněn (lesem, okolní zástavbou). Pokud takový pozemek nemáme k dispozici, je možné sluneční využívat jinak, například pomocí teplovzdušných nebo teplovodních solárních kolektorů.

Orientovat prosklení na východ či západ je nevhodné. Letní slunce má i nízko nad obzorem dost síly, takže by i ráno a večer dům přehřívalo. Jižní zasklení však lze před vysokým sluncem snáze zastínit (např. markýzou) a paprsky dopadající pod ostrým úhlem se z větší části odrážejí ven.

Podobně nejsou příliš vhodná šikmá střešní okna, která nelze zastínit a jimiž vlivem sklonu proniká více slunečního záření. V létě pak hrozí přehřívání interiéru.

Vhodná je i poloha chráněná před větrem. Vítr nejen intenzivně ochlazuje stěny, ale může proniknout i dovnitř konstrukce. Při použití vláknitých izolací z nich vyfoukne vrstvu teplého vzduchu, čímž se izolační efekt ztrácí. Pokud není stavba provedena opravdu kvalitně, je toto riziko velké.



Obrázek 22: Jižní a západní zasklení.

5.3. Tvar a dispozice domu

Je vždy lepší, aby dům měl kompaktní tvar. Není to však nezbytné – jsou-li stěny dostatečně izolovány, není už tolik důležité, jak velká je jejich plocha. Není tedy nutno stavět domy kulové; je ale rozhodně lépe vyvarovat se rozlehlých přízemních rozpláclin nebo domů s mnoha výčnělkou a výstupy.

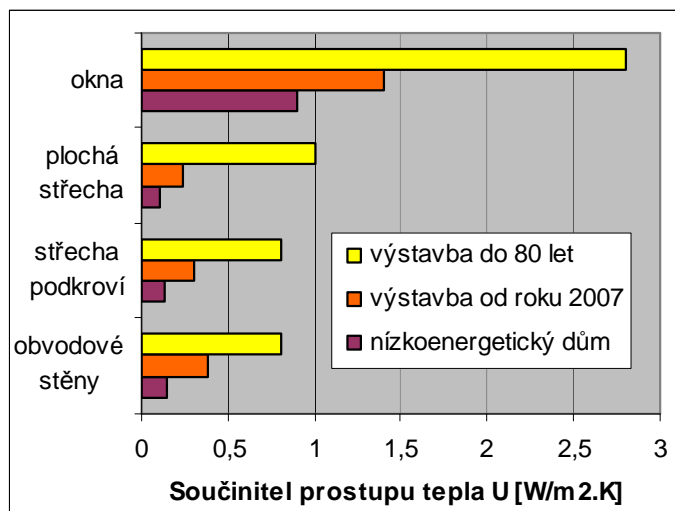
Jednoduchý tvar domu je výhodný i z hlediska eliminace tepelných mostů. Kvůli statickému domu vzniká u složitějších tvarů více detailů, které tvoří tepelný most a jejichž řešení je často velmi obtížné.

Není ani nutno, aby nevytápěné prostory (garáž, sklad, komora aj.) vytvářely nárazníkovou zónu na severní straně domu. Příčky k těmto prostorům musí totiž být izolovány skoro stejně dobře jako venkovní stěny; efekt „nárazníkové zóny“ je tedy nevelký.

V některých případech je požadováno, aby vzduch ohřátý sluncem přirozeně cirkuloval v celém domě. To už je složitější zadání, které lze řešit třeba schodištěm na severní straně pro klesající vzduch a zimní zahradou probíhající přes dvě patra na jižní straně. Nevhodně navržená zimní zahrada však může působit jako chladič a zvyšovat tak spotřebu domu.

5.4. Konstrukce domu

Jedním ze základních prvků nízkoenergetického domu jsou důkladné tepelné izolace, v síle až 50 cm. Izolovány musí být nejen venkovní zdi, ale i vnitřní konstrukce mezi vytápěným a nevytápěným prostorám (garáž, sklep, půda aj.). Rovněž i podlahy a stěny přilehlé k terénu musí mít důkladnou izolaci; chránit dům jenom zapuštěním do země by bylo nedostatečné. V hloubce cca 3 m pod terénem je teplota celoročně cca 4 až 10 °C, takže dům by se musel vytápět nejen v zimě, ale i v době, kdy sousedům topná sezóna dávno skončila. Pokud je použito podlahové topení, je třeba izolovat podlahu mnohem důkladněji.

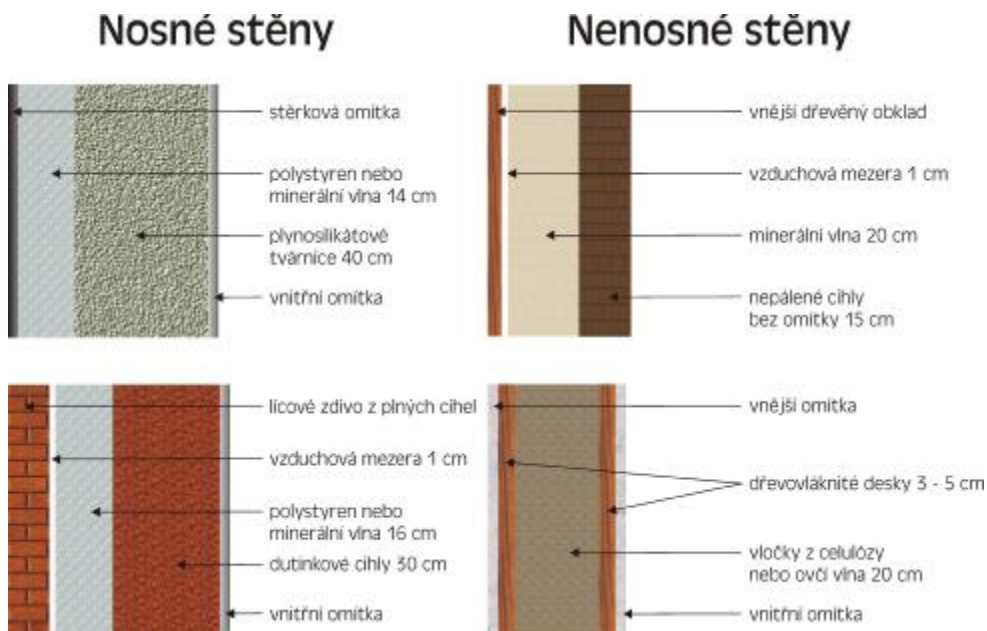


Obrázek 23: Typické parametry stavebních konstrukcí.

5.5. Stěny

Nedá se říci, že nějaký konstrukční systém je pro nízkoenergetický dům ideální. Důležité je, aby stěna dobře izolovala - a to i v místě tepelných mostů, kterým se někdy nelze vyhnout. Má-li stěna dostatečně izolovat a přitom nebýt silnější než zhruba půl metru, na 0,5 m, nemůže být jen z cihel či tvárnic. Taková zeď může snad vyhovět požadavkům normy, to ale pro nízkoenergetický dům nestačí. Proto je rozumné použít nosné zdivo co nejtenčí – tak, aby bylo dostatečně únosné (okolo 30 cm u dutinkových cihel) a doplnit ho izolací. Ta může být provedena jako vnější kontaktní zateplení se stěrkovou omítkou, či keramickým, dřevěným nebo jiným obkladem. Lze použít i sendvičovou konstrukci, kde je izolace mezi dvěma vrstvami zdiva, nebo mezi zdivem a lehkou vnější fasádou.

U staveb ze dřeva je škála konstrukcí velmi široká. Oblíbeným řešením je nosná dřevěná konstrukce, vyplňovaná izolací libovolné síly. Hmota pro akumulaci tepla je tvořena masivními podlahami a vnitřními příčkami a rovněž poměrně tenkou přízdívkou obvodových stěn z plných cihel (někdy nepálených). Venkovní fasáda je ze dřeva, omítnutých desek nebo z cihel



Obrázek 24: Příklady stěn nízkoenergetických domů se součinitelem prostupu tepla $U < 0,2 \text{ W/m}^2$.

5.6. Okna

Protože nízkoenergetický dům je bohatě prosklen kvůli solárním ziskům, musí být toto zasklení kvalitní, aby ztráty nebyly vyšší než tyto zisky. Používají se proto okna s trojsklem, případně tzv. Heat mirror, kde je prostřední tabule skla nahrazena fólií. Výhodou je menší hmotnost. Samozřejmostí je tzv. selektivní vrstva, tedy pokovení, které funguje jako polopropustné zrcadlo. Sluneční záření propustí do interiéru, kde se přemění na teplo. Tepelné záření však již sklem neprojde a odráží se zpět do místnosti.

Dalším prvkem je mezera mezi skly. Platí, že čím je tato mezera širší, tím lépe izoluje. Na trhu jsou trojskla s mezerou 16 mm, celková tloušťka trojskla je pak 46 mm. Málokterý okenní profil je tomu ale přizpůsoben. Proto se nabízí mezera plněná argonem nebo kryptonem, který izoluje lépe než vzduch. Cena je zde ale vyšší.

Protože jedním ze základních požadavků je těsnost domu a protože dům má často nucené (strojní) větrání, nemusí být okna otevíravá. To jednak sníží jejich cenu a jednak zvětší plochu prosklení. Z psychologických důvodů i pro případ výpadku vzduchotechniky se však v každé místnosti nechává nejméně jedno okno otevíravé. Také je nutno zvážit možnost mytí a čištění oken.

Běžný okenní rám izoluje hůře než trojsklo, proto se používají dřevěné i plastové rámy kombinované s izolací (obvykle polyuretanovou).

Vliv na kvalitu okna má i distanční rámeček mezi skly. Běžně se používají nerezové 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 okenním rámu hlouběji. Tím se sníží riziko kondenzace vody na zasklení.

V roční bilanci musí oknem dopadnout dovnitř několikrát více energie, než jím unikne ven.

5.7. Tepelné mosty

Vzhledem k mimořádným izolačním schopnostem použitých konstrukcí mají na spotřebu tepla relativně velký vliv tepelné vazby (místa, kde se stýkají dvě konstrukce a tvoří kout) a tepelné mosty (místa, kde je konstrukce či izolace zeslabena). Tepelná ztráta těmito místy může mít velikost i několik desítek procent celkové tepelné ztráty prostupem tepla.

Proto je třeba věnovat velkou pozornost konstrukčnímu řešení detailů a zejména dbát na dodržování technologických postupů při stavbě. Důležité je například správné napojení tepelné izolace a okenních rámců, izolace pásu zdi nad terénem, napojení izolace svislých stěn a střechy, izolace krokví atd.

5.8. Těsnost budovy

Poměrně novým požadavkem je těsnost budovy – do domu nesmí pronikat nežádoucí vzduch spárami ve stěnách, okolo oken, ze sklepa, otevřeným krbem atd. Jinak by spotřeba energie zbytečně a zcela nekontrolovatelně rostla.

Těsnost se ověřuje zkouškou při dokončení stavby (tzv. blower-door test. Může být i jednou z podmínek převzetí stavby investorem. Je to jeden ze způsobů, jak prověřit opravdu kvalitní a pečlivé provedení stavby. Po uzavření všech oken a dveří, případně komínových průduchů a jiných otvorů se do otvoru vstupních dveří instaluje ventilátor a zbytek prostoru se zakryje fólií. Ventilátor dům „napumpuje“ vzduchem a měří se rozdíl tlaků uvnitř a venku. Netěsnostmi vzduch uteče stejně jako dírou v pneumatice – najít je však velmi obtížné.

5.9. Větrání

Spotřeba energie na ohřev větracího vzduchu tvoří u běžných domů zhruba 30% celkové spotřeby. Čím je dům lépe izolován, tím je tento podíl vyšší.

Pro větrání rodinných domů a bytů dosud neexistují závazné předpisy. Obvykle se větrání navrhuje tak, aby se buď splnil požadavek intenzity výměny vzduchu 0,3 až 0,5 h⁻¹, respektive aby přívod čerstvého vzduchu byl 30 až 50 m³/h na osobu. V době, kdy v domě nikdo není, by měla být intenzita větrání cca 0,1 h⁻¹ kvůli odvodu vlhkosti a případných škodlivin (např. těkavé látky uvolňující se z nábytku). Nízkoenergetické domy mají proto často nucené (strojní) větrání. Lidé v domě tak mají zaručen vždy dostatečný přívod čerstvého vzduchu a na rozdíl od větrání okny se nemusí o nic starat. Vzduch může být filtrován, což sníží prašnost v domě – to ocení zejména alergici. Vzduch je možno i zvlhčovat, což dále zvýší komfort v domě.

Strojní větrání často slouží i pro odvedení přebytečného tepla z jižních místností do chladnějších (neosluněných) částí domu.

Hlavním důvodem pro strojní větrání je však možnost využít teplo z odváděného vzduchu. Nejčastěji se používá rekuperační výměník, kde znečištěný vzduch odváděný zevnitř předává teplo čerstvému vzduchu přiváděnému zvenčí. V zimě se přiváděný vzduch ohřívá, v létě ochlazuje.

Rekuperace může být nahrazena tepelným čerpadlem, které odebírá teplo z odpadního vzduchu a ohřívá vzduch přiváděný, případně vodu pro vytápěcí systém. Výhodou je vyšší účinnost, nevýhodou vyšší cena.

Dostatek čerstvého vzduchu dělá bydlení příjemným a uživateli je vesměs vysoce ceněn. Nesprávný návrh větracího systému však může být zdrojem hluku, což je vždy vnímáno jako zásadní problém.



Obrázek 25: Schéma větrání s rekuperací tepla.

5.10. Zimní zahrady

Zimní zahrada je prvkem, kterým mnohý dům dává najevo své nízkoenergetické vlastnosti. Přitom správný návrh zimní zahrady je velmi nesnadný úkol, protože na tento prostor jsou kladeny protichůdné požadavky. Má-li sloužit pro bydlení, nelze čekat výrazný energetický přínos, spíše naopak (obyvatelé mají tendenci zahradu vytápět i v zimě). Má-li sloužit k získávání energie, snižuje se její obytná funkce (v solárním kolektoru se bydlí nepohodlně). Má-li sloužit k výhledu do okolí, nemůže zde být mnoho květin (skla se vysokou vlhkostí rosí).

Architekt musí tedy vždy navrhovat zimní zahradu „na tělo“ obyvatelům domu a jejich individuálnímu vkusu. Protože se ale ukazuje, že zimní zahrady nejsou pro nízkoenergetický dům nezbytné, upouští se od nich.

5.11. Solární systém pro ohřev vody

Spotřeba energie na přípravu teplé užitkové vody nezávisí na vlastnostech domu, ale jeho obyvatel. Přesto jsou solární kolektory obligátním atributem nízkoenergetických domů.

Teplo pro ohřev vody může tvořit více než třetinu spotřeby nízkoenergetického domu. Solární systém, který může bez problémů ohřát více než $\frac{3}{4}$ celoroční spotřeby teplé vody je tedy důležitý. Lze ho použít i pro přitápění, např. v kombinaci s podlahovým či stěnovým vytápěním. Jinou možností je nahřívání akumulární nádrže, z níž si vytápěcí systém odebírá teplo podle potřeby.

5.12. Šedá energie

Výroba a doprava stavebních hmot potřebuje energii. U starší výstavby byla tato energie malá ve srovnání s tím, co dům spotřeboval na vytápění během svého života. U nízkoenergetických domů to již zanedbatelné není – může to být více než 10 % spotřeby domu za 50 let. Proto je stále větší pozornost věnovaná i materiálům, nenáročným na energii. Největší oblibě se těší dřevo a výrobky z něj. Začíná se vracet nepálená hlína, která má také příznivý vliv na mikroklima v budově. Pro izolaci se může použít izolace z ovčí vlny, bavlny, korku i slámy, případně z recyklovaného papíru či skla.

Domy s nízkou spotřebou energie preferují lidé se vztahem k životnímu prostředí, z čehož vyplývá i stále širší nabídka „přírodních“ a snadno recyklovatelných materiálů.

5.13. Bezpečnost a nezávislost

Dům s nízkou spotřebou energie je méně zranitelný výpadkem energie. Díky silným izolacím a solárním prvkům je do značné míry energeticky soběstačný a svým obyvatelům tak zaručuje větší bezpečnost.

Malá spotřeba je pojistkou vůči růstu cen – obyvatelé snáze zaplatí i velmi drahou energii, pokud ji spotřebují málo.

Spolu se vztahem k životnímu prostředí jsou to právě tyto důvody, které motivují lidi ke stavbě nízkoenergetických domů.

5.14. Legislativa

Od 1. ledna roku 2009 bude každý nový (a mnoho starších) domů povinně vybaven tzv. Průkazem energetické náročnosti budovy. Stavebník nebo kupující by z něho měl snadno poznat, jak je dům úsporný, podobně jako z energetického štítku pro elektrospotřebiče. Hodnotí se nejen spotřeba tepla na vytápění, ale i na ohřev vody, případně větrání, chlazení a osvětlení.

Jinou pomůckou je již dnes existující Energetický štítek obálky budovy, který by měl být součástí projektové dokumentace stavby. Zde se ale hodnotí pouze konstrukce domu (které ovlivňují jen část spotřeby tepla na vytápění). Pozor na záměnu! Graficky jsou si velmi podobné

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Typ budovy, místní označení		Hodnocení budovy		
Adresa budovy		stávající stav	po realizaci doporučení	
Celková podlahová plocha:				
A		C		B
B				
C				
D				
E				
F				
G				
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok		XY	XY	
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ		XY	XY	
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
%	%	%	%	%
Doba platnosti průkazu:				
Průkaz vypracoval		Jméno a příjmení Osvědčení č.		

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY					
Typ budovy, místní označení			Hodnocení obálky budovy		
Adresa budovy			stávající	doporučení	
Celková podlahová plocha $A_p =$ m ²					
Cl	Velmi úsporná		Cl _x		Cl _y
0,3	A				
0,6	B				
1,0	C				
1,5	D				
2,0	E				
2,5	F				
	G				
Mimořádná ne hospodárná					
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{ext} ve W/(m ² ·K)			$U_{ext} = H_v / A$		X Y
Klasifikační ukazatele Cl a jin odpovídající hodnoty U _{ext} pro A/V = m ² /m ³					
Cl	0,30	0,60	(0,75)	1,00	1,50 2,00 2,50
U _{ext}					
Platnost štítku do			Datum		
Štítek vypracoval			Jméno a příjmení Klasifikace		

Obrázek 26: Průkaz pro hodnocení celého domu.

Obrázek 27: Štítek pro hodnocení stavebních konstrukcí.



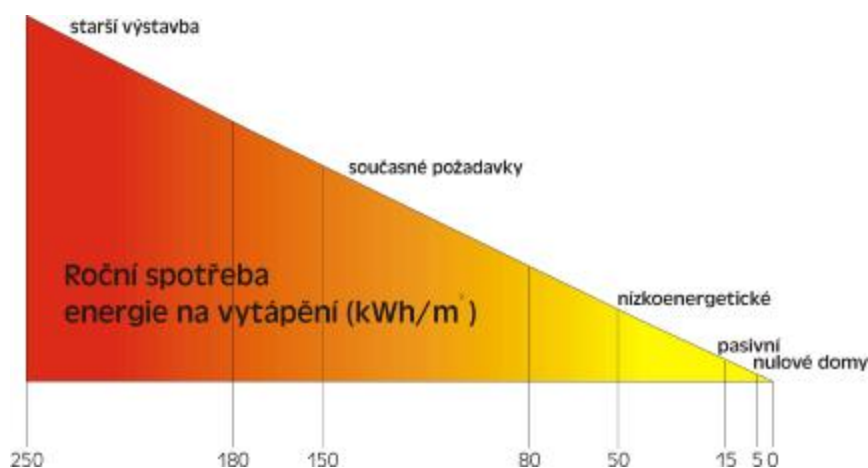
Obrázek 28: Ukázky zahraničních nízkoenergetických domů

6. Zásady výstavby pasivních domů

Trendem moderního stavění je stále větší rozvoj pasivních, případně tzv. nulových domů. Pasivní domy se vyznačují velmi nízkou spotřebou energie na vytápění, tzv. nulové domy mají spotřebu blízkou nule, nebo dokonce i zápornou (dodávají energii do veřejné sítě). Zdá se, že pasivní ani nulový dům není pro každého, ale vyžaduje od svých obyvatel určité chování – dalo by se říci, že bydlení v takovém domě je jisté hobby. Pasivní dům se pozvolna stává standardem, podobně jako kompaktní zářivky pro osvětlení. Svou roli hrají i stále se zpříšňující předpisy.



Obrázek 29: Pasivní domy nejrůznějších tvarů a konstrukcí.



Obrázek 30: Škála energetické náročnosti domů.

6.1. Volba místa

Často se lze setkat s požadavkem, aby dům stál na jižním svahu. I když je takové místo žádoucí, není nezbytné.

Důležitým prvkem pasivního domu jsou velká jižní okna (nebo jiné prosklení), kterými v zimě dopadá dovnitř dostatek sluneční energie. Pozemek by tedy měl na této straně poskytovat dost soukromí a současně nesmí být stíněn (lesem, okolní zástavbou). Orientovat prosklení na východ či západ je nevhodné. Letní slunce má i nízko nad obzorem dost síly, takže by i ráno a večer dům přehřívalo. Jižní zasklení však lze před vysokým sluncem snáze zastínit (např. markýzou) a paprsky dopadající pod ostrým úhlem se z větší části odrážejí ven.

6.2. Tvar a dispozice domu

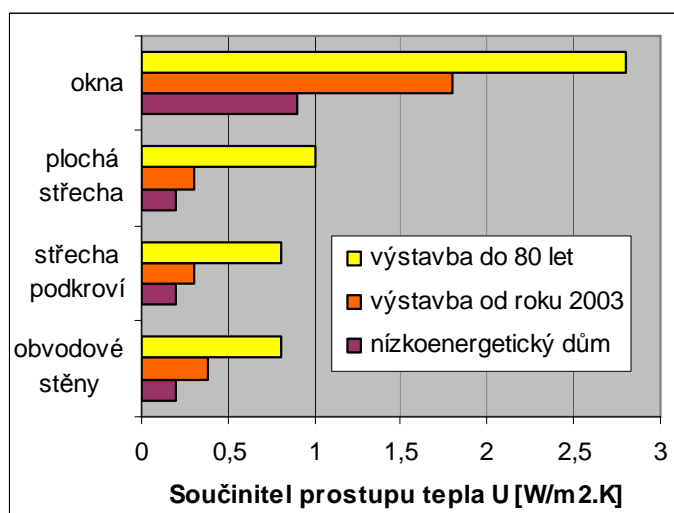
Je vždy lepší, aby dům měl kompaktní tvar. Není to však nezbytné – jsou-li stěny dostatečně izolovány, není už tolik důležité, jak velká je jejich plocha. Není tedy nutno stavět domy kulové; je ale rozhodně lépe vyvarovat se rozlehlých přízemních rozpláclin nebo domů s mnoha výčnělky a výstupy.

Není ani nutno, aby nevytápěné prostory (garáž, sklad, komora aj.) vytvářely nárazníkovou zónu na severní straně domu. Příčky k těmto prostorám musí totiž být izolovány skoro stejně dobře jako venkovní stěny; efekt „nárazníkové zóny“ je tedy nevelký.

V některých případech je požadováno, aby vzduch ohřátý sluncem přirozeně cirkuloval v celém domě. To už je složitější zadání, které lze řešit třeba schodištěm na severní straně pro klesající vzduch a zimní zahradou probíhající přes dvě patra na jižní straně. Nevhodně navržená zimní zahrada však může působit jako chladič a zvyšovat tak spotřebu domu.

6.3. Konstrukce domu

Jedním ze základních prvků pasivního domu jsou důkladné tepelné izolace, v síle až 50 cm. Izolovány musí být nejen venkovní zdi, ale i vnitřní konstrukce mezi vytápěným a nevytápěným prostorem (garáž, sklep, půda aj.). Rovněž i podlahy a stěny přilehlé k terénu musí mít důkladnou izolaci; chránit dům jenom zapuštěním do země by bylo nedostatečné. V hloubce cca 3 m pod terénem je teplota celoročně cca 4 až 10 °C, takže dům by se musel vytápět nejen v zimě, ale i v době, kdy sousedům topná sezóna dávno skončila.



Obrázek 31: Typické parametry stavebních konstrukcí.

6.4. Stěny

Požadavku na dostatečnou izolační schopnost (při tloušťce do 0,5 m) jen stěží vyhoví zeď z jakýchkoli cihel či tvárnic. Taková zeď může snad vyhovět požadavkům normy, to ale pro pasivní dům nestačí. Proto je rozumné použít nosné zdivo co nejtenčí – tak, aby bylo dostatečně únosné (okolo 30 cm u dutinkových cihel) a doplnit ho izolací. Ta může být provedena jako vnější kontaktní zateplení se stěrkovou omítkou, či keramickým, dřevěným nebo jiným obkladem. Lze použít i sendvičovou konstrukci, kde je izolace mezi dvěma vrstvami zdiva, nebo mezi zdivem a lehkou vnější fasádou.

U rodinných domů je oblíbeným řešením nosná dřevěná konstrukce, vyplňovaná izolací libovolné síly. Hmotu pro akumulaci tepla je tvořena masivními podlahami a vnitřními příčkami a rovněž poměrně tenkou přízdívkou obvodových stěn z plných cihel (někdy nepálených). Venkovní fasáda je ze dřeva, omítnutých desek nebo z cihel.



Obrázek 32: Izolace ve dvou vrstvách jsou výhodnější pro potlačení tepelných mostů

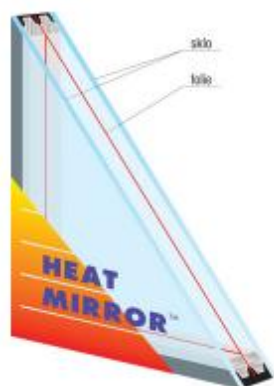
6.5. Okna

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

Dalším prvkem je mezera mezi skly plněná argonem nebo kryptonem, který izoluje lépe než vzduch. Tzv. „vakuová“ skla, kde byl mezi skly zředěný vzduch, se již nepoužívají.

Protože jedním ze základních požadavků je těsnost domu a protože dům má často nucené (strojně) větrání, nemusí být okna otevíravá. To jednak sníží jejich cenu a jednak zvětší plochu prosklení. Z psychologických důvodů i pro případ výpadku vzduchotechniky se však v každé místnosti nechává nejméně jedno okno otevíravé.

V roční bilanci musí oknem dopadnout dovnitř několikrát více energie, než jím unikne ven.



Obrázek 33: Okno s fólií Heat mirror

6.6. Tepelné mosty

Vzhledem k mimořádným izolačním schopnostem použitých konstrukcí mají na spotřebu tepla relativně velký vliv tepelné vazby (místa, kde se stýkají dvě konstrukce a tvoří kout) a tepelné mosty (místa, kde je konstrukce či izolace zeslabena). Tepelná ztráta těmito místy může mít velikost i několik desítek procent celkové tepelné ztráty prostupem tepla.

Proto je třeba věnovat velkou pozornost konstrukčnímu řešení detailů a zejména dbát na dodržování technologických postupů při stavbě. Důležité je například správné napojení tepelné izolace a okenních rámců, izolace pásu zdi nad terénem, napojení izolace svislých stěn a střechy, izolace krokví atd.

6.7. Těsnost budovy

Poměrně novým požadavkem je těsnost budovy – do domu nesmí pronikat nežádoucí vzduch spárami ve stěnách, okolo oken, ze sklepa atd. Jinak by spotřeba energie zbytečně a zcela nekontrolovatelně rostla.

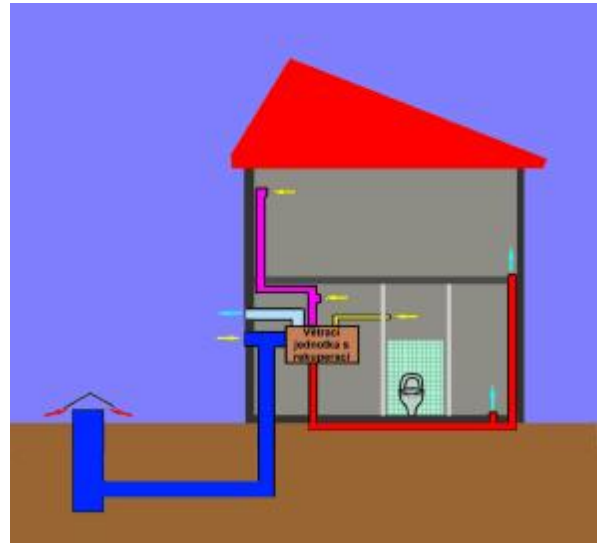
Těsnost se ověřuje zkouškou při dokončení stavby (tzv. blower -door test. Může být i jednou z podmínek převzetí stavby investorem. Je to jeden ze způsobů, jak prověřit opravdu kvalitní a pečlivé provedení stavby. Po uzavření všech oken a dveří, případně komínových průduchů a jiných otvorů se do otvoru vstupních dveří instaluje ventilátor a zbytek prostoru se zakryje fólií. Ventilátor dům „napumpuje“ vzduchem a měří se rozdíl tlaků uvnitř a venku. Netěsnostmi vzduch uteče stejně jako dírou v pneumatice – najít je je však velmi obtížné.

6.8. Větrání

Spotřeba energie na ohřev větracího vzduchu tvoří u běžných domů zhruba 30% celkové spotřeby. Čím je dům lépe izolován, tím je tento podíl vyšší.

Pro větrání rodinných domů a bytů neexistují závazné předpisy. Obvykle se větrání navrhuje tak, aby se buď splnil požadavek intenzity výměny vzduchu $0,3$ až $0,5 \text{ h}^{-1}$, respektive aby přívod čerstvého vzduchu byl 30 až $50 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu. V době, kdy v domě nikdo není, by měla být intenzita větrání cca $0,1 \text{ h}^{-1}$ kvůli odvodu vlhkosti a případných škodlivin (např.

těkavé látky uvolňující se z nábytku). Pasivníké domy mají proto často nucené (strojní) větrání. Lidé v domě tak mají zaručen vždy dostatečný přívod čerstvého vzduchu a na rozdíl od větrání okny se nemusí o nic starat. Vzduch může být filtrován, což sníží prašnost v domě – to ocení zejména alergici. Vzduch je možno i zvlhčovat, což dále zvýší komfort v domě. Strojní větrání často slouží i pro odvedení přebytečného tepla z jižních místností do chladnějších (neosluněných) částí domu. Je-li větrací jednotka vybavena dohřevem (např. plynovým kotlem), může zajišťovat i vytápění. V domě pak nenajdeme radiátory ani jiná topná tělesa, což pro investora znamená snížení nákladů.

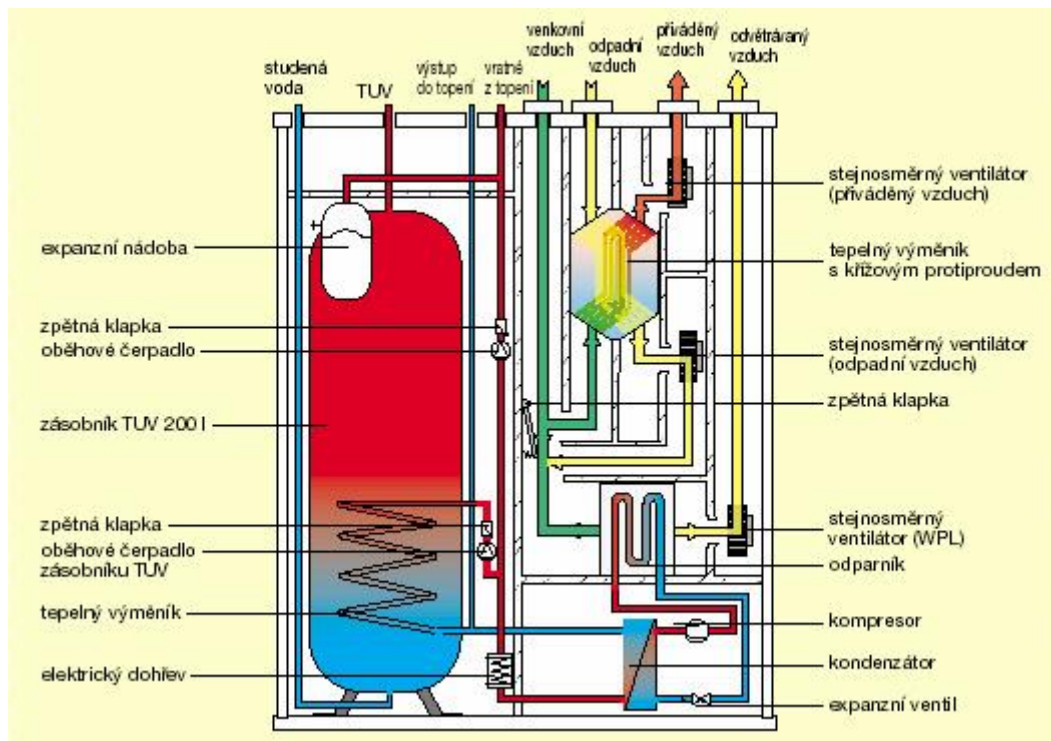


Obrázek 34: Schéma větrání s rekuperací tepla.

Hlavním důvodem pro strojní větrání je však možnost využít teplo z odváděného vzduchu. Nejčastěji se používá rekuperační výměník, kde znečištěný vzduch odváděný zevnitř předává teplo čerstvému vzduchu přiváděnému zvenčí. V zimě se přiváděný vzduch ohřívá, v létě ochlazuje.

Rekuperace může být nahrazena tepelným čerpadlem, které odebírá teplo z odpadního vzduchu a ohřívá vzduch přiváděný. Výhodou je vyšší účinnost, nevýhodou vyšší cena.

Dostatek čerstvého vzduchu dělá bydlení příjemným a uživateli je vesměs vysoce ceněn. Nesprávný návrh větracího systému však může být zdrojem hluku, což je vždy vnímáno jako zásadní problém.



Obrázek 35: Větrání s rekuperací tepla a tepelným čerpadlem.

6.9. Bezpečnost a nezávislost

Dům s nízkou spotřebou energie je méně zranitelný výpadkem energie. Díky silným izolacím a solárním prvkům je do značné míry energeticky soběstačný a svým obyvatelům tak zaručuje větší bezpečnost.

Malá spotřeba je pojistkou vůči růstu cen – obyvatelé snáze zaplatí i velmi drahou energii, pokud ji spotřebují málo.

Spolu se vztahem k životnímu prostředí jsou to právě tyto důvody, které motivují lidi ke stavbě pasivních domů.

6.10. Legislativa

Pro pasivní domy platí stejné předpisy, jako pro běžnou výstavbu. Doporučení pro parametry pasivních domů lze najít v ČSN 730540.

Splnění určitých hodnot může být i jedním z kritérií ve smlouvě mezi investorem a stavební firmou. Může to být i energetická náročnost budovy, kterou definuje norma tzv. energetickým štítkem.



Obrázek 36: Ukázky zahraničních pasivních domů

7. Úsporné osvětlení a spotřebiče v domácnosti

Důležitým prvkem k dosažení zrakové pohody v bytě a jeho zázemí je správně navržený systém umělého osvětlení v jednotlivých místnostech. Důležité při tom je, aby navržené umělé osvětlení plnilo požadavky na zrakovou pohodu a zrakový výkon, ale aby byla minimalizována spotřeba elektřiny pro toto osvětlení.

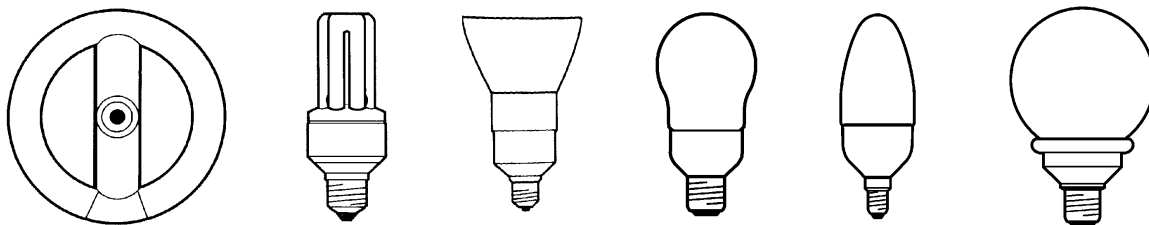
Návrh osvětlovací soustavy a jejího typu (přímá, smíšená, nepřímá) je z hlediska úspor velmi důležitý a může znamenat i několikanásobné zvýšení spotřeby elektřiny při zajištění srovnatelného komfortu uživatelů. V bytě musí zásadně vycházet ze zařizovacího projektu místnosti.

7.1. Žárovky

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

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

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



Tvary kompaktních zářivek s integrovaným předřadníkem.

7.2. Žárovky halogenové

Tyto ve srovnání se standardní žárovkou vykazují standardní trubicové halogenové žárovky v průměru dvojnásobnou životnost. Mají také **vyšší měrný výkon (14-20 lm/W)**.

Halogenové žárovky se při jejím osazování nesmíme dotýkat holou rukou. Pokud se tak stane, musíme žárovku před zapnutím omýt čistým lihem. Látky obsažené v potu dokážou porušit povrch žárovky ve velmi krátké době a může i dojít k explozivnímu prasknutí baňky.

Osvětlovací systémy s halogenovými žárovkami jsou navrhovány jako doplňkové bodové osvětlení, pro optické zdůraznění detailu či osvětlení ve speciálních případech. Zcela nevhodné jsou vzhledem k nízké účinnosti pro plošné osvětlování.

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

- Nerespektování skutečnosti, že i miniaturizovaná svítidla pro halogenové žárovky 12 V i 230 V jsou významnými tepelnými zdroji. Montáž nevhodných typů do hořlavých materiálů. Nadměrné tepelné zatěžování vlastního zařízení nebo okolí. Teplo ze svítidel může způsobit:
 - poškození vlastních zařízení;
 - rušení funkcí jiných zařízení či jejich nadměrnou zátěž;
 - nadměrnou tepelnou zátěž osob se stálým pobytem (například v kuchyni).
- U osvětlovacích soustav na napětí 12 V nerespektování proudové zátěže u napájecích vodičů, zvláště při paralelním napájení jednotlivých svítidel z kmenového vedení;

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

7.3. Zářivky

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

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

7.4. Zářivky kompaktní s oddělenými předřadníky

Vyrábějí se ve třech hlavních typech:

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

Patice u čtyřtrubicových kompaktních zářivek se dvěma a čtyřmi kolíčky jsou si velmi podobné, ale nelze je libovolně zaměňovat.

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

7.5. Zářivky kompaktní s integrovanými předřadníky

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

Měrný výkon a životnost je obdobná jako u zářivek. Aby byl zákazník po výměně světelného zdroje s množstvím světla opravdu spokojen, doporučujeme používat převodní tabulku.

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.

Kompaktní zářivky s integrovaným předřadníkem nelze až na výjimky výslovně uvedené výrobcem bez poškození stmívat.

7.6. Zářivky lineární - trubicové

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


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

7.7. Porovnání kompaktní zářivky s běžnou žárovkou

V místech s častým svícením je používání klasických žárovek zbytečným a drahým luxusem. Kompaktní zářivky s integrovaným předřadníkem poskytují přinejmenším srovnatelnou službu při čtvrtinových až pětinových provozních nákladech.

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		11	400	36	
60	730	12,17		13	600	45	
75	960	12,8		15	900	46	
100	1 380	13,8		26	1 200	46	
150	2 220	14,8		32	2 000	47	8 000

Tabulka 5: Převodní tabulka pro náhradu žárovek

7.8. Osvětlovací soustavy

Typ osvětlovací soustavy	Světelný tok do dolního poloprostoru (%)	Světelný tok do horního poloprostoru (%)
Přímá	90 až 100	0 až 10
Převážně přímá	60 až 90	10 až 40
Smíšená	40 až 60	40 až 60
Převážně nepřímá	10 až 40	60 až 90
Nepřímá	0 až 10	90 až 100

Tabulka 6: Osvětlovací soustavy podle rozložení světelného toku.

Výhodou přímé osvětlovací soustavy je lepší směřování světla do užitečných směrů a tudíž vysoká hodnota činitele využití světelného toku. Její nevýhodou je naopak vytváření ostrých stínů a menší rovnoměrnost osvětlení. V případě, že jsou v interiéru umístěny vysoce odrazné plochy, může navíc docházet k oslnění odrazem světelného zdroje na těchto plochách. U nepřímé osvětlovací soustavy je tomu naopak. Vytváří téměř nezřetelné stíny, osvětlení je velmi rovnoměrné a oslnění (s výjimkou zrcadlového stropu) nehrozí, což je na druhé straně vykoupeno nízkou hodnotou činitele využití světelného toku. Pro konkrétní osvětlovací situaci je tak zpravidla nutno zvolit vhodný kompromis. Z hlediska energetické účinnosti je však třeba volit osvětlení co možná nejpřímější.

7.9. Energeticky úsporné spotřebiče

Počet elektrospotřebičů v domácnostech neustále roste. Cenu za jejich pomoc poznáme také na účtu za elektřinu. Spotřeba závisí zejména na tom, jak se s výrobkem zachází. Co chováním ovlivnit nelze, je spotřeba výrobku, daná jeho konstrukcí. Tak třeba dvacet let stará chladnička bude 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 označují štítkem:

- automatické pračky
- bubnové sušičky prádla

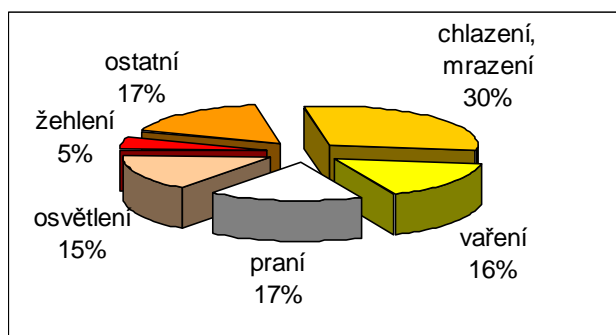
- pračky kombinované se sušičkou
- chladničky, mrazničky a jejich kombinace
- myčky nádobí
- elektrické trouby
- elektrické ohřívače vody
- zdroje světla
- předřadníky k zářivkám
- klimatizační jednotky

Malá chladnička, malá sušička spotřebuje méně energie než velká. Proto je na štítku vždy vyčíslena spotřeba konkrétního typu. Je třeba počítat s tím, že spotřeba se stanovovala v laboratoři za určitých podmínek (které byly srovnatelné pro všechny spotřebiče). Jaká bude spotřeba doopravdy, záleží na tom, jak se bude přístroj používat - může být větší i menší. Označení spotřebiče písmenem slouží k porovnání s podobnými výrobky.

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

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

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



Obrázek 37: Struktura spotřeby elektřiny v domácnosti.

Energie		Pračka
Výrobce		Logo
Model		ABC 123
Úsporné		B
Méně úsporné		
Spotřeba energie kWh/cyklus <small>(na základě výsledku normovaného testu při nastavení programu "běžná 60° C")</small> Skutečná spotřeba energie závisí na způsobu používání spotřebiče		X.YZ
Účinnost praní A: lepší G: horší		A B C D E F G
Účinnost odstředování A: lepší G: horší Otáčky při odstředování (1/min)		A B C D E F G 1100
Náplň pračky (bavlna) kg		y.z
Spotřeba vody l		yx
Hluk (dB(A) re 1 pW)	Praní	XY
	Odstředování	xyz
Další údaje jsou v návodu k použití		
Norma EN 60456 Směrnice 95/12/ES pro označování elektrických praček energetickými třídami		

Obrázek 38: Příklad energetického štítku pro pračku.

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



Obrázek 39: Označení pro nejefektivnější kategorii chladniček a mrazniček.

Označování spotřebičů štítky je povinné, pokud by v obchodě štítek chyběl, riskuje prodejce pokutu. Podrobnosti o štítcích uvádí vyhláška č. 442/2004 Sb.

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



Obrázek 40: Wattmetr pro domácnosti.

8. Použitá a doporučená literatura

- [1] Barták, K.: Nejčastější problémy při rekonstrukcích domů, Grada, 1998
- [2] Barták, K.: Fasády a jejich rekonstrukce, Grada, 1996
- [3] časopis Tepelná ochrana budov
- [4] časopis ERA 21
- [5] ČSN 730540-2
- [6] Haller, A., Humm, O., Voss, K.: Solární energie - využití při obnově budov, Grada, 2001
- [7] Hrdlička, F., Dlouhý, T., Kolovratník, M.: Průmyslová energetika. ČVUT, Praha, 2000.
- [8] Kol.: Spotřebitelské otázky a odpovědi ekologických poraden, STEP, Brno 2002
- [9] Ladener, H. a kol.: Jak pořídit ze staré stavby nízkoenergetický dům, HEL, 2001
- [10] Máchal, A., Vlašín, M., Smolíková, D.: Desatero domácí ekologie, Rezekvítek, Brno, 2000
- [11] Macholda, F., Srdečný, K.: Úspory energie v domě, Grada, Praha, 2004
- [12] Nagy, E.: Nízkoenergetický ekologický dům, Jaga Group, 2002
- [13] Řehánek, J., Janouš, A., Kučera, P., Šafránek, J.: Tepelně technické a energetické vlastnosti budov, Grada, 2002
- [14] Šála, J., Machatka M.: Zateplování budov v praxi, Grada 2002
- [15] Šála, J.: Zateplování budov, Grada 2000
- [16] Tichý, F., Mužík, V.: Zateplování budov, SIA, 1998
- [17] Tintěra, L. a kol.: Úsporná domácnost, ERA, Brno, 2002 energie.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vliv poměru výroby el. energie a tepla ($e = Q_{EL}/Q_{TEP}$) na měrnou úsporu paliva Dq_{pv} při kombinované výrobě tepla a elektřiny oproti oddělené výrobě tepla a elektřiny.....	5
Tabulka 2: Základní parametry jednotlivých typů kombinované výroby elektřiny a tepla.....	6
Tabulka 5: Parametry oken s různým zasklením.....	16
Tabulka 6: vybrané požadavky ČSN 730540-2.	18
Tabulka 7: Převodní tabulka pro náhradu žárovek.....	41
Tabulka 8: Osvětlovací soustavy podle rozložení světelného toku.	41

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Rozdělení tepla přivedeného v palivu (na výrobu elektřiny, tepla a tepelné ztráty) v jednotlivých typech kombinované výroby elektřiny a tepla a porovnání s oddělenou výrobou tepla.	5
Obrázek 2: Porovnání účinnosti výroby energie (Sankeyův diagram).	6
Obrázek 3: Blokové schéma kogenerační jednotky.	8
Obrázek 4: Kogenerace s palivovým článkem na zemní plyn.....	9
Obrázek 5: Pokrytí roční spotřeby tepla třemi kogeneračními jednotkami a špičkovacím kotlem.	9
Obrázek 6: Kogenerační jednotka na ČOV Česká Lípa, výkon 125 kWe, palivo bioplyn.....	11
Obrázek 7: Kogenerační jednotka na ČOV Brno, výkon 2x 520 kWe, palivo bioplyn + zemní plyn.....	11
Obrázek 8: Vliv zateplení na povrchovou teplotu stěny.....	13
Obrázek 9: Zateplení spodní části zdí.	13
Obrázek 10: Zateplení spodní části zdí.	14
Obrázek 11: Tloušťky izolantu pro splnění požadavků normy.....	15
Obrázek 12: U oken je nutno izolovat ostění, nadpraží i parapety.....	16
Obrázek 13: Esteticky i funkčně pochybná výměna okna.....	16
Obrázek 14: Nástěnná větrací jednotka s rekuperací tepla a elektrickým dohřevem.	18
Obrázek 15: Zateplení domku vyřeší i potřebu nové fasády.	18
Obrázek 16: Zateplení s předsazenou fasádou.....	20
Obrázek 17: Změna vzhledu po zateplení.	21
Obrázek 18: Zateplování střech.....	22
Obrázek 19: Zateplování dvouplášťové střechy.	23
Obrázek 20: Zasklení lodžii.	23
Obrázek 21: Škála energetické náročnosti domů.	26
Obrázek 22: Jižní a západní zasklení.	27
Obrázek 23: Typické parametry stavebních konstrukcí.....	28
Obrázek 24: Příklady stěn nízkoenergetických domů se součinitelem prostupu tepla $U < 0,2 \text{ W/m}^2 \dots$	29
Obrázek 25: Schéma větrání s rekuperací tepla.	30
Obrázek 26: Průkaz pro hodnocení celého domu.	32
Obrázek 27: Štítek pro hodnocení stavebních konstrukcí.....	32
Obrázek 28: Ukázky zahraničních nízkoenergetických domů.....	32
Obrázek 29: Pasivní domy nejrůznějších tvarů a konstrukcí.....	33
Obrázek 30: Škála energetické náročnosti domů.	33
Obrázek 31: Typické parametry stavebních konstrukcí.....	34
Obrázek 32: Izolace ve dvou vrstvách jsou výhodnější pro potlačení tepelných mostů.....	35
Obrázek 33: Okno s fólií Heat mirror.....	36
Obrázek 34: Schéma větrání s rekuperací tepla.	37
Obrázek 35: Větrání s rekuperací tepla a tepelným čerpadlem.	37
Obrázek 36: Ukázky zahraničních pasivních domů.....	38
Obrázek 37: Struktura spotřeby elektřiny v domácnosti.	42
Obrázek 38: Příklad energetického štítku pro pračku.....	43
Obrázek 39: Označení pro nejefektivnější kategorii chladniček a mrazniček.	43
Obrázek 40: Wattmetr pro domácnosti.	44