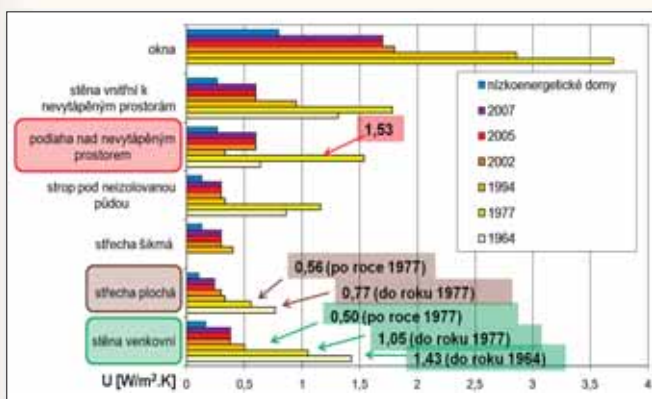




Zateplení a výměna oken

Zateplování obvodových konstrukcí panelových domů

Výstavba panelových domů probíhala v České republice ve velmi širokém časovém rozmezí, a to mezi lety 1956 a 1992. Během tohoto období došlo několikrát ke změně požadavků na tepelně-izolační vlastnosti konstrukcí, což mělo vliv zejména na skladbu obvodových panelů a střešních panelových domů. Na začátku výstavby byly panely vyráběny z lehčených betonů, do kterých byla pro zlepšení izolačních vlastností přidávána struska, pemza či piliny. Později se začaly používat sendvičové panely, které měly mezi dvě vrstvy železobetonu vložený pěnový polystyren nejprve v mocnosti 4 cm, později v 80. letech v mocnosti 6 a 8 cm. Ovšem i s touto tloušťkou izolantu konstrukce zdaleka nedosahují na izolační kvalitu dnes běžně používaných obvodových konstrukcí.



Vývoj normových požadavků ČSN 73 0540 na součinitel prostupu tepla konstrukcí. (Zdroj: EkoWATT)

Pokud chceme u těchto budov v maximální míře ušetřit náklady na vytápění, je nutné panelový objekt dostatečně a kvalitně zateplit a vyměnit původní okna za nová s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi. Tímto krokem lze snížit tepelnou ztrátu objektu přinejmenším na úroveň dnes nově stavěných bytových domů a dosáhnout tak srovnatelných provozních nákladů.

Velká část panelových domů v České republice již absolvovala první fázi rekonstrukce, která vedla ke snížení jejich tepelné ztráty. Ve většině objektů byla provedena výměna oken, zateplení části nebo celé fasády. Potenciál úspory tepla také nabízejí další konstrukce tvořící obálku, a to střecha a strop nevytápěného suterénu, které jsou v současnosti zateplovány jen ojediněle.

Jaká je optimální sada úsporných opatření, při které by bylo dosaženo maximální úspory provozních nákladů při přijatelných investičních nákladech na rekonstrukci? Na tuto otázku bohužel neexistuje jednoznačná odpověď, protože jednotlivé panelové objekty se mezi sebou velmi liší. Především rokem jejich výstavby, počtem pater a tzv. faktorem tvaru (členitostí objektu). Volbou optimální tloušťky izolace a správným provedením lze ovšem rozdíl ve spotřebě tepla na vytápění jednotlivých panelových domů velmi snížit. Pokud však vezmeme všechny tyto faktory, které se liší pro jednotlivé panelové domy, lze najít rozmezí například optimální tloušťky izolace pro zateplení.

Zateplení fasády

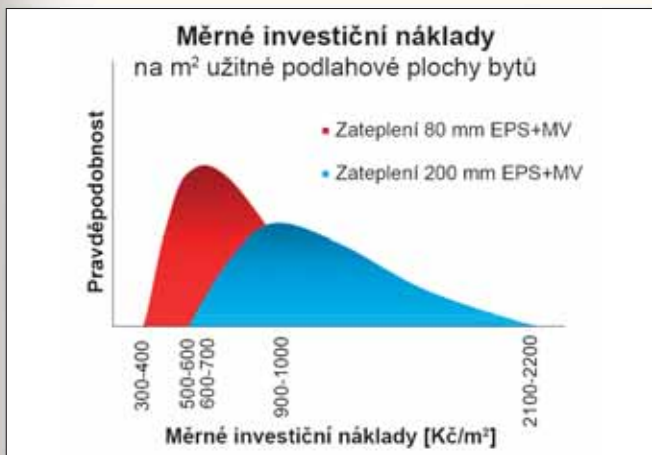
Pro dodatečné zateplování fasád se v současnosti nejběžněji používá kontaktní zateplovací systém ETICS s tenkovrstvou omítkou jako vnější vrstvou. Tepelně-izolační vrstvu v tomto systému tvoří nejčastěji minerální vlákna nebo expandovaný polystyren. Tyto materiály nelze při zateplování fasády volit zcela libovolně. Požární norma platná od jara 2009 zpřísňuje požadavky na kontaktní zateplovací systém. Pro většinu panelových budov mimo tzv. vesnické typy (méně jak 5 nadzemních podlaží) platí nově povinnost nadokenních pásů s vyššími požadavky třídy reakce na oheň.



Použití různých tepelně-izolačních materiálů při zateplování panelových objektů. (Zdroj: EkoWATT)

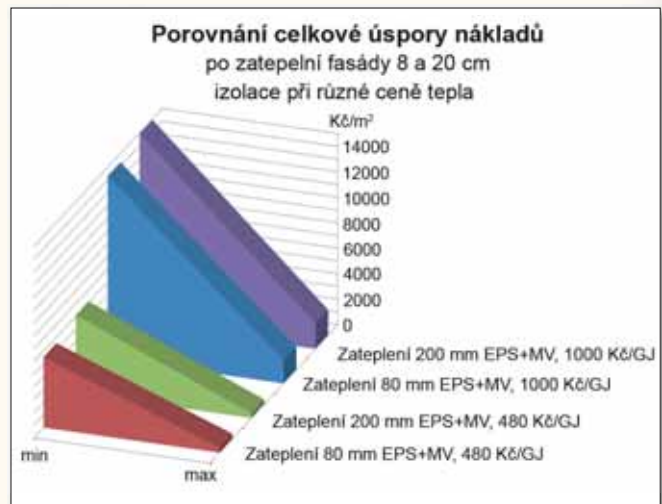
Nadokenní pásy si tedy teoreticky vynucují střídání polystyrenu a minerální vlny v ploše zateplení fasád. Toto je však na průčelních fasádách panelového domu s vysokým procentem zasklení velmi pracné. Do budoucna tak lze předpokládat praxi zateplování materiály třídy reakce na oheň A1 nebo A2 (minerální vlna) v plné ploše. Použití minerální vlny však spolu nese jisté navýšení investičních nákladů. Cena ETICS expandovaného polystyrenu je v porovnání s minerálními vlákny přibližně o 400 Kč na m² materiálu nižší (cenový stav 2010). Na štitových stěnách, kde je podíl zasklení minimální, lze až do požární výšky 22,5 m očekávat preferenci expandovaného polystyrenu jako tepelného izolantu.

Při běžně prováděných rekonstrukcích se pro zateplení fasády nejčastěji používají tloušťky izolantu 8 nebo 10 cm. Je tato tloušťka ovšem dostatečná? Nebylo by z hlediska úspory nákladů výhodnější zvolit vyšší tloušťku izolantu? Cena materiálu stoupá rovnoměrně přibližně do tloušťky izolantu 20 cm, což je dnes limit pro jednovrstvou izolaci. Po překročení této hranice dojde ke skokovému nárůstu ceny z důvodu nutnosti kotvení další vrstvy, sání větru a větším nárokům na pracnost provádění. Sání větru se liší v různé výšce budovy, podle geografické oblasti a větrné expozice budovy. Počet kotev a jejich rozmístění po fasádě má být vzhledem k proměnnému sání v různých místech fasády provedeno v souladu s projektem kotvícího plánu, který by měl být součástí projektové dokumentace. Pokud se rozhodneme zateplovat panelový dům kontaktním zateplovacím systémem, kde je jako izolant použit expandovaný polystyren o tloušťce 8 cm všude tam, kde to požární předpisy dovolují, lze očekávat investici do zateplení fasády mezi 300 a 1 200 Kč na m² podlahové plochy bytů. Při volbě minerální vaty po celé fasádě stoupne investice přibližně o 100 Kč na m² podlahové plochy bytů. Při volbě kontaktního zateplovacího systému s mocností 20 cm vzroste investice přibližně o třetinu, přičemž větší rozdíl v ceně bude u objektů méně kompaktních, tedy u objektů s větším poměrem ochlazovaných konstrukcí.



Rozmezí měrných investičních nákladů na zateplení fasády při použití 8 a 20 cm expandovaného polystyrenu v kombinaci s minerálními vlákny vztážené na m² podlahové plochy bytů. (Zdroj: EkoWATT)

Pokud zvolíme při zateplování starších panelových objektů stavěných v 60. až 70. letech mocnost izolantu 8 cm, bude výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce splňovat přibližně hodnoty požadované v dnešní době platnou normou. Pro objekty vystavěné později je tato minimální tloušťka izolantu 5 cm. Volbou této tloušťky bude mít tedy rekonstruovaný panelový dům stejné izolační vlastnosti obálky budovy, jako nově stavěné objekty s nehoršími tepelně-technickými vlastnostmi. Rekonstrukci je ovšem nutné provádět s výhledem do budoucna tak, aby nebyla již za pár let zastaralá. V následujících letech lze očekávat zpřísnění tepelně-technických požadavků na konstrukce a nárůst cen energií. Z toho důvodu je výhodnější již dnes investovat do vyšších tloušťek zateplení, které přinesou vyšší úsporu provozních nákladů. Například při předpokládaném meziročním růstu cen energie 3 % v oblastech, kde je cena tepla ze systému CZT 480 Kč/GJ, lze zateplením fasády pomocí 8 cm minerální vaty dosáhnout průměrné úspory 1200 Kč/m² podlahové plochy bytů za 40 let od aplikace opatření (hodnota úspor je po odečtení investičních nákladů na zateplení). Vhodnější je ovšem zvolit tloušťku izolantu 12-20 cm, při které lze dosáhnout vyšší úspory nákladů. V oblastech s dražším teplem (až 1000 Kč/GJ) bude úspora přibližně dvakrát vyšší.



Celková úspora nákladů vlivem zateplení fasády za 40 let vztážená na m² užité podlahové plochy bytů při ceně tepla 480 Kč/GJ a 1 000 Kč/GJ. (Zdroj: EkoWATT)

Řešení detailů

Kvalitní zateplení fasády nemá vliv pouze na snížení spotřeby tepla na vytápění, ale také na zlepšení stavu vnitřního prostředí v bytech. Důkladné zateplení je nutné provést zejména v koutech u obvodových stěn nebo v okolí oken, kde mohou vznikat tepelné mosty. Povrchová teplota vnitřní stěny je zde nižší a při nedostatečném větrání zde může kondenzovat vlhkost a docházet ke vzniku plísní. Kvalitním řešením tepelných mostů dojde ke zvýšení povrchové teploty stěn v interiéru, zabránění kondenzace a zamezení vzniku plísní. Častým problematickým detailem je osazení okna. Zde platí, že je okno vhodné buďto vysadit až do úrovně zateplovacího systému, nebo v případě ponechání původní pozice okna dostatečně zateplit boky, parapet a nadpraží okna. Dalšími standardně podceňovanými detaily jsou řešení atiky, střešní vpustě, řešení soklu a stropu nevytápěného suterénu. Kromě kvalitního zateplení je ovšem nutné dostatečně větrat, aby vlhkost v interiéru nebyla příliš vysoká.

Zateplení střechy

Dodatečné zateplení střechy je vždy spojeno se sanací celého pláště střechy. Stejně jako obvodové stěny, i střechy jednotlivých panelových objektů mají rozdílné tepelně-technické vlastnosti. Dále se střechy liší ve své skladbě a v jejím současném technickém stavu. K těmto faktorům je třeba přihlížet, pokud volíme tloušťku a materiál tepelné izolace, který bude pro zateplení střechy použit. Základními typy střech, které najdeme na panelových domech, jsou střechy jednoplášťové, dvouplášťové a inverzní. Nejjednodušší je zateplení jednoplášťové střechy, u které je možné na stávající skladbu střechy přidat vrstvu tepelné izolace z expandovaného polystyrenu nebo z minerální vaty, a následně hydroizolaci. Pokud k zateplení použijeme takovou tloušťku tepelné izolace (např. 12 cm minerální vaty), se kterou zpravidla bude splněn součinitel prostupu tepla požadovaný normou, dosáhnou investiční náklady na sanaci přibližně 1900 Kč na m² střechy. Cena tepelného izolantu tvoří malý podíl z celkové ceny sanace, při použití 22 cm minerální vaty, se kterými zpravidla dosáhne skladba střechy na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla, stoupne cena o pouhých 300 Kč na m² střechy. Finančně o něco málo náročnější je zateplení inverzní střechy, jelikož je k zateplení nutné použít dražší extrudovaný polystyren. Komplikovanější a také nejdražší je sanace dvouplášťových střech. Například u střech, kde je horní plášť tvořen dřevěným záklopem, je vzhledem ke stavu původní skladby nevhodnější sejmut všechny

vrstvy střechy až na spodní nosnou konstrukci a původní skladbu nahradit novým souvrstvím. V tomto případě vyšplhají investiční náklady až na 3 000 Kč/m² střechy při použití 17 cm a na 3 500 Kč/m² střechy při použití 26 cm minerální vaty jako izolantu.

Vzhledem k velmi rozdílným nákladům na jednotlivé typy sanace, je i výsledná ekonomická efektivita zateplení střech rozdílná. Zateplení střeš s méně kvalitní původní konstrukcí, které najdeme v panelových domech vystavěných přibližně do roku 1980, se z ekonomického hlediska vždy vyplatí. Úspora nákladů na vytápění v dlouhodobém horizontu je vyšší než investice do zateplení střechy. Je vhodné a výhodné použít minimálně takovou tloušťku izolantu, se kterou splní skladba střechy doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla.



Realizace zateplení střechy. (Zdroj: EkoWATT)

Při volbě investičně náročnějšího druhu sanace nebo zateplování kvalitnější původní konstrukce střechy je investice do tohoto opatření z ekonomického hlediska nevýhodná v oblastech s nízkou cenou tepla ze systému CZT, protože investice převyšuje možnou úsporu nákladů za dobu předpokládané životnosti tohoto opatření. Z hlediska úspory peněz by investice do zateplení střechy v tomto případě neměla smysl. Sanace střeš je však již dnes v řadě panelových domů neodkladná z důvodu jejich technického stavu. Při této sanaci je vhodné rovněž střechu zateplit, protože to přinese úsporu provozních nákladů za cenu jen minimálního navýšení nákladů na sanaci.

Zateplení stropu suterénu

Strop nevytápěného suterénu tvoří další část obálky budovy ohraničující jeho nevytápěnou a vytápěnou část. Zejména v případech alespoň částečně provětrávaného suterénu lze významně snížit celkovou tepelnou ztrátu objektu. Optimální, zejména z pohledu jednoduchosti provádění, je řešení pomocí podvěšeného deskového podhledu, který podporuje vloženou izolaci (nejčastěji z minerální vaty kvůli požadavkům na požární bezpečnost). V případě zateplení stropu suterénu je dostačující mocnost izolantu 10 cm. Cena tohoto úsporného opatření je mnohem nižší v porovnání se zateplením střechy a dosahuje přibližně 800 Kč na m² plochy stropu.

Zateplení stropu nevytápěného suterénu by mělo být součástí každé rekonstrukce panelových domů, protože je z hlediska úspory nákladů na vytápění velmi výhodné. V dlouhodobém časovém horizontu 40 let přináší finanční úsporu 200-2000 Kč na m² podlahové plochy bytů při ceně tepla 480 Kč/GJ. Při ceně tepla 1 000 Kč/GJ úsporu dvojnásobnou. Toto široké rozmezí je zde uvedeno proto, že náklady na zateplení stropu jsou rozpočítány na celkovou podlahovou plochu bytů objektu, která se liší především podle počtu podlaží. U vysokých panelových objektů např. s 13 NP lze očekávat investici na dolní hranici tohoto rozmezí, u nízkých staveb naopak bude měrná investice na byt vyšší.

Doporučení při zateplování

- zateplit kompletní obálku budovy
- pro fasády volit mocnost izolantu 16, 20 cm, případně zvažovat i více
- při sanaci střechy zohlednit doporučené hodnoty dané normou
- zateplit strop nevytápěného suterénu alespoň 10 cm izolantu
- věnovat pozornost řešení detailů



Celková úspora nákladů vlivem zateplení stropu suterénu za 40 let vztažená na užité podlahové plochy bytů při ceně tepla 480 Kč/GJ a 1 000 Kč/GJ. (Zdroj: EkoWATT)

Výměna oken

Při revitalizaci panelových domů jde zateplení obvodového pláště domu ruku v ruce s výměnou starých oken za nová okna s tepelně-izolační výplní.

Dříve používaná okna v panelových domech byla většinou dřevěná, zdvojená se součinitelem prostupu tepla $U = 2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ a součinitelem prostupu solárního záření $g = 0,75$. Tato okna nevyhovují současným tepelně technickým normám, avšak svými netěsnostmi zpravidla zajišťují dostatečný přívod čerstvého větracího vzduchu pro zajištění optimálních vnitřních podmínek z hlediska požadavků na koncentrace CO_2 a vodní páry. Tuto průvzdušnost nová okna nemají, a větrání tak závisí na otevírání oken obyvateli bytů, které ve většině případů není dost časté na to, aby výměna vzduchu vyhovovala hygienickým požadavkům. Dochází tak sice k velké úspoře tepla, ale zároveň je uvnitř bytů vytvářeno nezdravé a nepříjemné vnitřní prostředí. Proto je doporučeno se zateplením objektu a výměnou oken zároveň řešit nucené větrání. Toto se sice negativně projeví na provozních nákladech bytu, ale z hlediska zdravého bydlení je to nutnost.

Základní vlastnosti oken

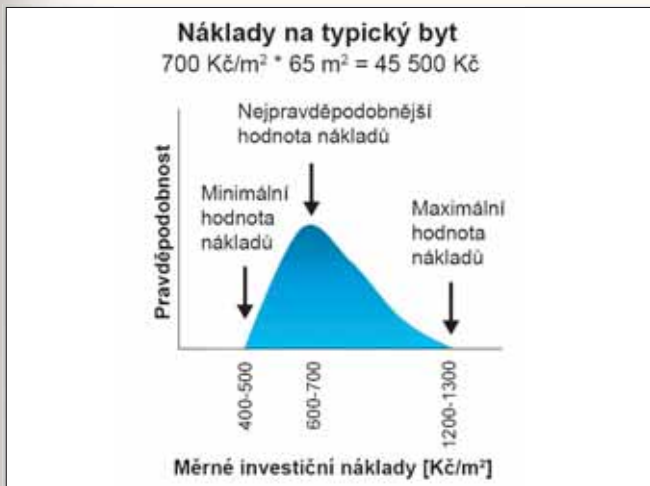
- izolace proti úniku tepla do vnějšího prostředí
- přívod denního světla do interiéru
- izolace proti hluku z vnějšího prostředí
- ochrana proti klimatickým vlivům
- prostup slunečního záření a využití solárních zisků
- zajištění výměny vzduchu

Okna pro panelové domy

Při výměně oken v panelových domech musíme brát na zřetel následující - zateplením objektu a výměnou oken se výrazně sníží tepelná ztráta objektu. Také solární zisky v zimním období budou hrát významnou roli v pokrytí tepla na vytápění. **V podmínkách**

ČR tvoří pasivní solární zisky 33-39% tepla na vytápění. Pro efektivní využívání pasivních solárních zisků je důležitá dynamická regulace otopné soustavy s termoregulačními ventily.

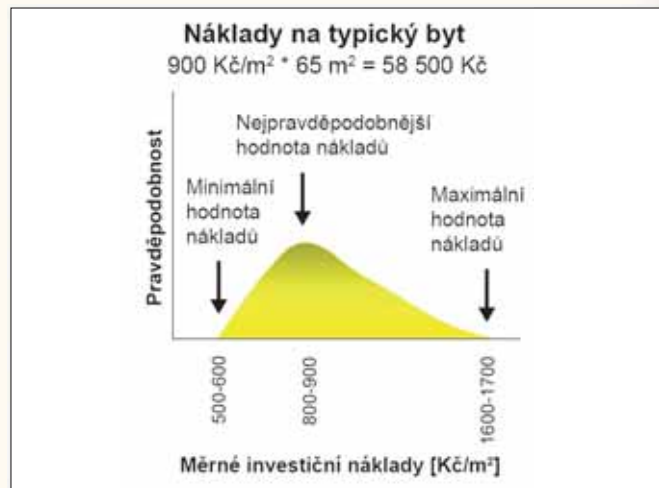
Proto je důležité se při porovnávání vhodnosti oken zaměřit nejen na součinitel prostupu tepla a snížení tepelné ztráty prostupem, ale také na součinitel prostupu solárního záření a pasivní solární zisky. Na výzkumném vzorku 10 000 panelových domů byly porovnávány výměny oken různých vlastností v bytech a ve schodišťových prostorech. Nejvhodnější variantou pro panelové domy se ukázala výměna starých oken za nová okna s tepelně izolačními dvojskly se součinitelem prostupu tepla $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ a součinitelem prostupu solárního záření $g = 0,75$.



Rozmezí měrných investičních nákladů na výměnu oken v bytech při použití oken s izolačním dvojsklem a $U = 1,1$ vztažené na m² podlahové plochy bytů. (Zdroj: EkoWATT)

Při osazení oken s tepelně izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ a součinitelem prostupu solárního záření $g = 0,50$, které bylo ve výzkumu také uvažováno, se sice mírně snížily tepelné ztráty okny, ale také poklesly pasivní solární zisky, které tepelné ztráty okny kompenzují. Společně s výrazně vyšší cenou oproti ceně oken s dvojsklem je toto hlavní kritérium, proč použít v bytech okna s kvalitními dvojskly. Na druhou stranu okna s trojskly poskytují výrazné zlepšení komfortu v interiéru díky vyšším povrchovým teplotám, a tím odstraňují nepříjemný standardní efekt sálání chladných okeních ploch. Pokud přesto chceme použít okna s trojskly, je doporučeno použít taková, která mají vyšší koeficient prostupu slunečního záření.

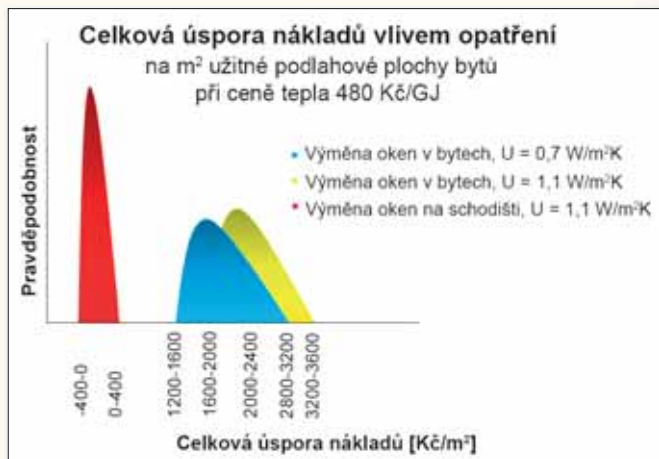
Výměna oken ve schodišťovém prostoru se, vzhledem k menšímu tepelnému spádu mezi nevytápěným schodištěm a tím i malým tepelným ztrátám, již nevyplácí. Zde je tedy možno použít okna o nižším standardu než v bytech. Porovnání jednotlivých variant je možné vidět na grafu celkové úspory nákladů, ve kterém se promítají celkové ušetřené prostředky akumulované za dobu životnosti opatření přepočítané na 1 m² podlahové plochy bytů.



Rozmezí měrných investičních nákladů na výměnu oken v bytech při použití oken s izolačním trojsklem a $U = 0,7$ vztažené na m² podlahové plochy bytů. (Zdroj: EkoWATT)

Doporučení při výměně oken

- výměna oken společně se zateplením domu
- otopná soustava s dynamickou regulací pro efektivní využívání pasivních solárních zisků
- řešení nuceného větrání pro zajištění přísunu čerstvého vzduchu
- použití kvalitního dvojskla s lepším prostupem pro sluneční záření spíše než dražšího trojskla
- výměna oken na schodišti není ekonomicky návratná a může tak následovat až v druhé řadě



Celková úspora nákladů vlivem opatření za 40 let vztažená na m² užitné podlahové plochy bytů při ceně tepla. (Zdroj: EkoWATT)

Vydal: EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie

Praha: Švábky 2, 180 00 Praha 8

České Budějovice: Žižkova 1 (budova PVT), 370 01 České Budějovice

Liberec: Rumunská 655/9, 460 01 Liberec

tel.: +420 266 710 247

tel.: +420 389 608 211

tel.: +420 486 123 478

e-mail: info@ekowatt.cz

www.ekowatt.cz, www.energetika.cz, www.panelovedomy.ekowatt.cz

Texty: Jan Antonín, Jiří Beranovský, Petr Koteč, František Macholda, Zdeněk Ročárek, Lucie Šancová, Miroslav Purkert, Petr Vogel.

Grafika a obrázky: Petr Koteč, Milan Tobolka. Sazba a tisk: Sdružení MAC, spol. s r.o., © EkoWATT, 2010.

ISBN 978-80-87333-05-1

Publikované výsledky jsou výstupem výzkumného projektu VAV-SP-3G5-221-07 zadaného MŽP ČR. Publikace je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2010 – část A – Program EFEKT.

