

## **REGENERACE BYTOVÝCH DOMŮ**

## **NÁVOD PRO KOMPLEXNÍ REGENERACE**

**Název**

Návod pro komplexní regenerace

**Autor**

Juraj Hazucha, Centrum pasivního domu, Česká republika

Tato publikace byla zhotovena v rámci PASS-NET projektu IEE

**Editor**



**CENTRUM  
PASIVNÍHO  
DOMU**

**Centrum pasivního domu**  
Údolní 33, 602 00 Brno  
info@pasivnidomy.cz  
www.pasivnidomy.cz  
t +420 511 111 810

září 2009

## Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>4</b>
<b>2. JAK NA KOMPLEXNÍ MODERNIZACI?</b> .....	<b>9</b>
2.1. IZOLACE STĚN .....	11
2.2. IZOLACE STŘECH .....	14
2.3. OBNOVA OKEN .....	16
2.4. NEPRŮVZDUŠNOST .....	19
2.5. VĚTRÁNÍ DO REKONSTRUKCÍ.....	19
2.6. SYSTÉM VYTÁPĚNÍ.....	25
2.7. VYUŽÍVÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE.....	25
2.8. SHRNUTÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ .....	26
<b>3. EKONOMIKA KOMPLEXNÍCH MODERNIZACÍ</b> .....	<b>27</b>
<b>4. PRŮBĚH REKONSTRUKCE</b> .....	<b>29</b>
4.1. PROCES ROZHODOVÁNÍ / ZADÁVÁNÍ ZAKÁZKY: .....	29
4.2. VÝBĚR PROJEKTANTA – POPIS /ZÁSADY.....	32
4.3. VÝBĚR PROJEKTANTA – REALIZAČNÍ FÁZE.....	33
4.4. FÁZE UŽÍVÁNÍ REKONSTRUOVANÝCH BYTŮ.....	33
<b>5. NEJLEPŠÍ UKÁZKY REKONSTRUKCÍ</b> .....	<b>35</b>
5.1. SOLANOVA (DUNAÚJVÁROS, MAĎARSKO).....	35
5.2. NOVÝ LÍSKOVEC (BRNO, ČESKÁ REPUBLIKA) – 1. FÁZE .....	45
5.3. NOVÝ LÍSKOVEC(BRNO, ČESKÁ REPUBLIKA) – 2. FÁZE .....	51
5.4. BYTOVÝ DŮM LINZ (LINZ, RAKOUSKO).....	54
5.5. SHRNUTÍ A DOPORUČENÍ .....	58
<b>6. POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA</b> .....	<b>67</b>

## 1. Úvod

*„Je potřeba si uvědomit, že poloviční a kvalitativně nedostatečná opatření jsou horší, než vůbec žádná opatření. Tyto zákroky nejenže využívají vzácný investiční kapitál současnosti, ale také budoucnosti, a tím zabraňují dlouhodobým a lepším řešením!“*

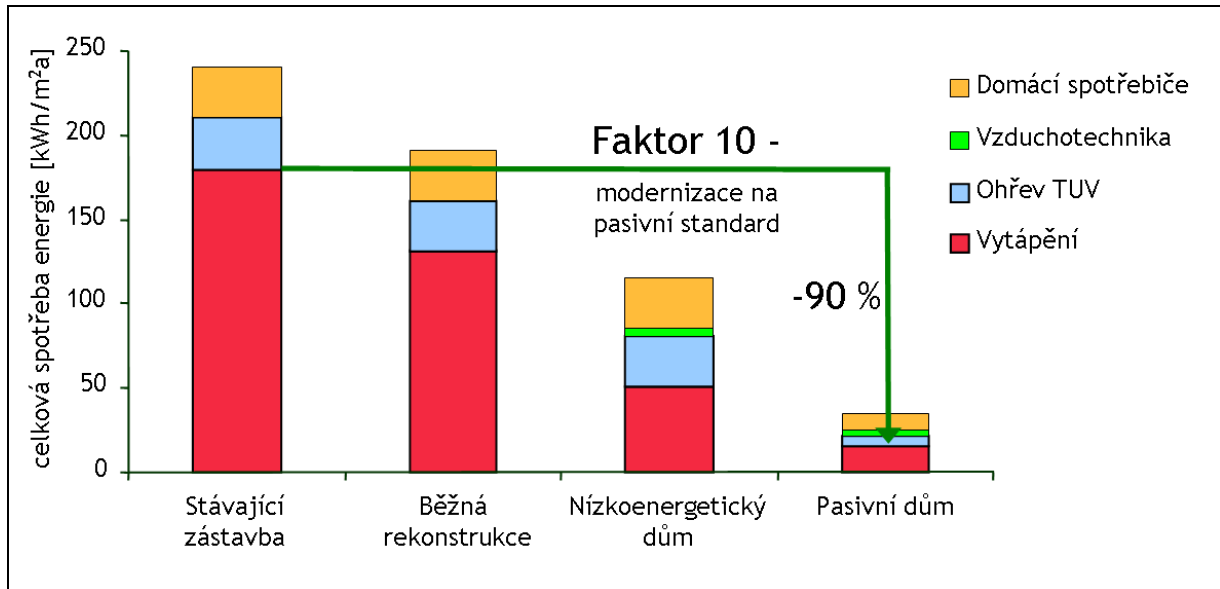
*Ernst Heiduk*

Současný stav našeho bytového fondu není nikterak uspokojivý. Většina budov je totiž technicky i morálně zastaralá a kvalita vnitřního prostředí často nesplňuje hygienické požadavky. Spokojenosti uživatelů už vůbec nenahrává fakt, že ceny energií stále stoupají. Budeme modernizovat? Touto otázkou se zabývá značná část vlastníků a uživatelů bytových domů. Téměř 90 % bytového fondu totiž bylo postaveno před rokem 1990 a podle hodnocení energetické náročnosti budov (EPBD) většina spadá do kategorie D až F, tedy „nevyhovující“ až „velmi nevhodná“. Tyto budovy lze nazvat spíše tepelnými zářiči, protože kvalita obálky je mizerná. V době výstavby těchto domů se vzhledem k velmi nízké ceně energií nikdo nezabýval jejich energetickou náročností. Těmto dobám však odzvonilo a v dosavadním plýtvání zdroji nelze nadále pokračovat, či už z ekonomických nebo ekologických důvodů.

Budovy a domácnosti jsou v současnosti energeticky nejnáročnějším „odvětvím“ a svým provozem se podílejí asi 40% na celkové spotřebě energie. Právě bytové domy a panelové bytové domy (společně bytové domy) zde kvůli vysokému podílu na trhu poskytují největší potenciál úspor. Přes 1 165 000 bytových jednotek se nachází v panelových domech z let 1950 - 1990, v kterých žije bezmála třetina občanů České Republiky (31 %). Další třetina žije v bytových domech zejména z poválečné výstavby. Bytové domy v porovnání s rodinnými domy mají nespornou výhodu kompaktního tvaru a jsou typologicky často podobné, což činí jejich renovaci o mnoho jednodušší a ekonomicky výhodnější. V současné době je zrekonstruováno kolem 20 % bytového fondu, no jen zanedbatelná část těchto domů je komplexně modernizována se zřetelem na maximální úspory energie, trvale udržitelný přístup a zvýšení kvality bydlení. Jedná se o velice aktuální téma, protože opravy a modernizace bytových domů se u nás rychle rozbíhají a zájem vlastníků o komplexní modernizace stoupá. Zdánlivě jsou opravy bytových domů jednoduché a lidé se často domnívají, že se jedná o pouhé zateplení. Ve skutečnosti se jedná o složitý problém, při jehož řešení se dá mnohé vylepšit, ale i pokazit. Tato příručka může posloužit jako inspirace či návod pro vlastníky a uživatele domů čekajících na rekonstrukci, kteří mají zájem investovat nemalé finance určené na opravu co nejefektivněji.

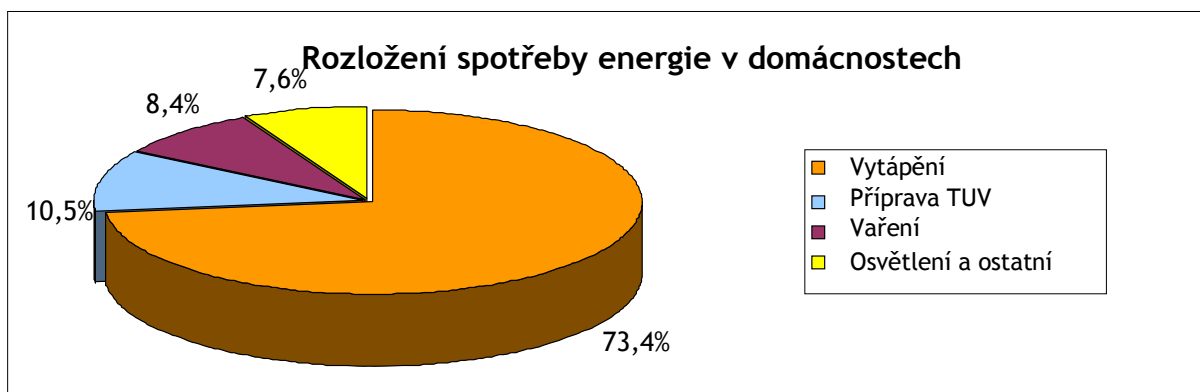
### **Když už, tak už! Rekonstrukce na pasivní či nízkoenergetický standard!**

U rekonstrukcí na pasivní standard se mluví o „faktor 10“, neboli o desetinové spotřebě energie na vytápění po rekonstrukci. To znamená, že ze stávajících domů, které se pohybují se spotřebou energie na vytápění na hodnotách kolem 250 kWh/(m<sup>2</sup>rok), lze po rekonstrukci dosáhnout hodnot 25 kWh/(m<sup>2</sup>rok) a méně.



Obr. 1 Potenciál úspor na vytápění u stávající zástavby je evidentní. Běžné rekonstrukce však běžně dosahují úspor jen 20 – 30 % oproti původnímu stavu. Modernizace s „faktorem 10“ umožňují dosažení až 90 % úspor. (zdroj CPD)

V době, kdy není docela jasná budoucnost cen energií se tyto opatření jeví jako nevýhodnější investice. U rekonstrukcí není nejdůležitější dosažení striktní hranice pasivního standardu, tedy spotřeby energie na vytápění 15 kWh/(m²rok), ale spíše co nejvyšších ekonomicky odůvodnitelných energetických úspor oproti původnímu stavu. Rozložení spotřeby energie v domácnostech jasně ukazuje, že převážná část energie se spotřebovává na vytápění. Pomocí promyšlených energeticky úsporných opatření lze snížit spotřebu energie u komplexně rekonstruovaných domů až o 90 %. Dalších značných úspor lze dosáhnout také ve spotřebě energie na ohřev teplé vody a osvětlení. Obnova stávajících budov tímto způsobem současně prodlužuje životnost konstrukcí a zvyšuje kredit dané oblasti a konkurenceschopnost na trhu s nemovitostmi.



Obr. 2 Největší část spotřeby energie v domácnostech má na svědomí vytápění. Omezení tepelných ztrát objektu je tedy prvořadým úkolem modernizací na pasivní standard. (zdroj Statistický úřad ČR)

### Vyšší komfort

Ovšem nejedná se jen o energetické úspory, které mohou posloužit jako motivace pro investory. Neméně lákavé je také navýšení komfortu či kvality vnitřního prostředí. Teplé povrchy stěn a oken zabezpečují tepelnou pohodu a větrání zabezpečuje neustálý přísun

čerstvého vzduchu prakticky bez tepelných ztrát. U rekonstruovaných objektů má vzduchotechnika i jiné opodstatnění. Utěsněním objektu (např. po výměně oken) logicky dojde ke snížení potřeby energie, ale mohou nastat problémy se zvýšenou vlhkostí, nevětrá-li se dostatečně. Se systémem vzduchotechniky se nemusíme obávat plísní či roztočů, protože vlhkost je odvětrávána kontinuálně.

Život v pasivním domě neznamena pouze úsporu nákladů na vytápění. Můžete také počítat s tím, že se zbavíte některých zdravotních problémů. Zařízení, které pracuje i v noci se stará o přísun čerstvého vzduchu. Současně filtruje vzduch a tím ho zbavuje škodlivých nečistot a prachu. To bude vyhovovat nejen alergikům, ale také těm, na kterých zůstává úklid domácnosti.

### Rekonstruovat nebo stavět nové?

Novostavby jsou zpravidla finančně o mnoho náročnější než rekonstrukce. V případě, že nosné konstrukce jsou vyhovující, je ekonomicky výhodnější objekt rekonstruovat. Případná demolice budovy si vyžaduje značné náklady spojené se samotným odstraněním stavby a následným uložením odpadu. Bez započtení nákladů na demolici činí renovace objektů na pasivní standard běžně mezi 30 – 80 % ceny novostavby dle stavu objektu a rozsahu prací. Jedná se současně o velké časové úspory, protože většina prací při obnově může probíhat alespoň za částečného provozu. Ideální z ekonomického hlediska je dělat všechny komplexní opatření pro dosažení úspor najednou. Není-li k dispozici dostatek financí, lze však renovaci provádět i s omezeným rozpočtem, přičemž objekt je stále v provozu. Zde je nutné upozornit na nezbytnost rozdělení na vhodné etapy (varianty), aby byla dodržena logická návaznost kroků. Kvalitu opatření by však v žádném případě neměl snížený rozpočet ovlivnit. I zde platí pravidlo „radši méně a kvalitně“, než víc s předpokladem kratší životnosti či menší funkčnosti a úspor.



Obr 3: Před renovací - Projekt Tevesstrasse ve Frankfurtu (Německo). Roční spotřeba energie na vytápění 290 kWh/(m<sup>2</sup>a) dle výpočtu PHPP a spotřeba primární energie (pro vytápění, přípravu

teplé vody a pomocnou energii) dle vyhlášky EnEV 270 kWh/(m<sup>2</sup>a) před rekonstrukcí. (zdroj Passivhaus Institut)



Obr 4: Po renovaci na pasivní standard - Projekt Tevesstrasse ve Frankfurtu (Německo). Roční spotřeba energie na vytápění 17 kWh/(m<sup>2</sup>a) dle výpočtu PHPP a spotřeba primární energie (pro vytápění, přípravu teplé vody a pomocnou energii) dle vyhlášky EnEV 37 kWh/(m<sup>2</sup>a). (zdroj Passivhaus Institut)

Rekonstrukce kromě finančních úspor výrazně méně zatěžují životní prostředí. Stavební materiály obsahují velké množství svázané (tzv. šedé) energie spotřebované při jejich výrobě. U rekonstrukcí se množství použitého materiálu značně redukuje a odpadá mnohdy potřebná demolice a náklady spojené s uložením stavebního odpadu. Chcete-li se podílet na klimatických změnách co nejmenší možnou mírou, pak komplexní regenerace na pasivní dům může být tím nejlepším krokem.

Obnova budov obecně, a zejména na pasivní standard, s sebou nese řadu problémů v různých oblastech. Množství koncepčních a technických predispozic si vyžaduje komplexní přístup a někdy i složitější řešení detailů. Základem je kvalitní koncept renovace, případně i více variant s celkovým zhodnocením přínosu a úspor. Nepochybně se jedná o nejdůležitější fázi, která nejvíc ovlivňuje výsledek a to ekonomicky i co se týče dosažených úspor. Rekonstrukce panelových a bytových domů mají další specifikum - vyžadují zdoluhavé jednání s vlastníky bytů, vytrvalou a kvalitní osvětu, jednoznačné vyčíslení přínosů a ukázky zdařilých příkladů. Jen tak se lze vyhnout částečným řešením, která mohou narušit celkovou kvalitu a opodstatněnost vynaložených prostředků. Ti osvícení, kteří se vyhnou krátkozrakým a polovičatým řešením, mohou pak profitovat a užívat si výhod komplexních regenerací a navýšení standardu

Hlavní výhody komplexních regenerací na pasivní standard:

- Redukce spotřeby tepla na faktor 10 – nízké ceny energie
- Tepelná pohoda
- Kvalita vzduchu a zdraví
- Lepší pronajimatelnost bytů, vyšší cena na trhu
- Trvale udržitelná výstavba – ochrana klimatických změn

### Proč je zatím málo komplexních modernizací?

Vše závisí na lidech a není tomu jinak ani v této oblasti. Komplexní rekonstrukce je náročná akce a vyžaduje zkušenosti či alespoň přesvědčení všech zúčastněných ve všech fázích projektu od rozhodovacího procesu až po realizaci. Úspěšnost kvalitní modernizace závisí na více faktorech, přičemž nejhlavnější jsou:

- druh vlastnictví
- možnost financování v dané době a oblasti
- kvalita projektu a provedení
- zapojení obyvatelů/uživatelů bytů.

Druh vlastnictví zásadně ovlivňuje průběh modernizace přes rozhodovací proces, možnosti financování, samotný průběh stavebních úprav až po užívání. Například soukromí vlastníci se o mnoho flexibilněji rozhodují o potřebných úpravách než společenství vlastníků, kde je potřebný souhlas nadpoloviční většiny s navrhovanými opatřeními.

Sehnání dostatečného kapitálu na provedení komplexních opatření je největším problémem vlastníků. Mnohdy se pak volí částečné, nezorganizované a nedostatečné opatření, které v budoucích letech doslova brání opravdu radikálnímu snížení energetické náročnosti. Ideální jsou komplexní opatření, které jsou v součtu levnější a efektivnější než postupné dílčí kroky. Celou modernizaci je samozřejmě možné rozdělit na ucelené části, které však musí mít připravenou návaznost na další opatření. Zde zní pravidlo efektivně vynaložených prostředků: „Radši míň a kvalitně, než víc a nekvalitně!“. Úspory energie za vynaložené peníze jsou přibližně stejné, ale v budoucnosti je možné u kvalitně provedených dílčích opatření, dalšími kroky završit snažení o skutečnou úsporu a navýšení kvality. Objekt, který je zrekonstruovaný sice celý ale v nedostatečné míře, musí, nechceme-li plýtvat financemi na výměnu ještě funkčních prvků, vyčkat na jejich dožití.

Modernizace je obvykle financována dlouhodobými půjčkami. Splátky komplexní modernizace na pasivní standard mohou být o něco vyšší než u běžných rekonstrukcí, ale největší výhodou zůstává fakt, že díky minimalizaci spotřeby energie v bytech není potřeba se obávat o budoucí navyšování cen za energii.

Výběr projekčního ateliéru, který má již zkušenosti s nízkoenergetickými a pasivními domy je také nesmírně důležité, protože množství běžných ateliérů spíš z ne zkušenosti odrazuje investory od vysoce efektivních opatření a větší tloušťky izolace (nad 10 cm) berou jako experiment.



Prováděcí firma velkou mírou ovlivňuje úspěšnost modernizace a je potřeba volit ověřenou firmu se zkušenostmi. Stojí za to ověřit si reference u předchozích zadavatelů, co se týče ceny, kvality provedení, spolupráce, poskytované záruky či řešení stížností a připomínek.

Spokojenost uživatelů/vlastníků bytů se odvíjí od míry jejich zapojení a ztotožnění s navrhovanými úpravami. I ta nejlepší opatření, pokud nejsou přijaty uživateli, nebudou oceněny v plné míře v průběhu užívání. Informování nájemníků/vlastníků a zapojení do procesu rozhodování pomocí dotazníků, diskuzí a setkání je o mnoho důležitější než si myslíme. Jsou to nakonec tito lidé, kteří naplno a dennodenně využívají modernizovaných prostorů a mají právo alespoň v určité míře ovlivnit její vývoj. Informační setkání, ukázky, případně motivační exkurze na zdařilé příklady jsou nejlepší prostředky, jak přesvědčit investory a uživatele o smysluplnosti opatření.

Modernizace poskytuje zejména největší možnosti úspor a redukce emisí CO<sub>2</sub>. Nicméně rekonstrukce nejsou všechny stejné. Většina současných rekonstrukcí jsou provedeny ve velmi nízké kvalitě, což je většinou způsobeno několika problémy:

- nedostatečná informovanost investorů a projektantů
- nekomplexní rekonstrukce (částečná opatření)
- nedostačující úsporná opatření
- nekvalitní provedení a špatná spolupráce

Budovy po nekvalitní rekonstrukci dosahují pouze 20-30% úspor energie na vytápění a pouze splňují požadavky současně platných norem, které jsou ale vlivem technologického vývoje aktualizovány. Může jednoduše dojít k tomu, že domy rekonstruované tak aby splnily normu, ji po několika letech splnit nemusí, a celá idea modernizace „morálně“ vyhoří. Je proto velmi důležité provést co nejlepší úsporná opatření v danou dobu, co také může přispět k udržení ceny na trhu. Rekonstrukce, která neproběhla dle nejlepších standardů může doslova způsobit škodu na mnoho let, protože opatření jsou naplánována na životnost 25 až 40 let. Pokud tedy musíme něco znovu opravit předčasně, ekonomicky je to zcela nevýhodné. Příklad z každodenní praxe – izolování panelového domu polystyrénem tl.5 až 8cm v době, kdy víme, že dokonce více než 20cm polystyrenu je přiměřené, zabraňuje dalšímu zásadnímu zlepšení hospodaření minimálně na 20 let. Nevhodná řešení tohoto druhu a s tím spojené zvyšování cen za energii mohou v budoucnu způsobit poškození objektu a jejich uživatelů.

Proč je zatím ještě málo komplexních modernizací bytových domů na pasivní či nízkoenergetický standard? Na to neexistuje jednoznačná odpověď, většinou se jedná o sdružený problém, kde nebylo dodrženo jedna nebo více výše zmíněných zásad.

## 2. Jak na komplexní modernizaci?

### Sanace versus rekonstrukce

Pod sanací rozumíme opatření na nápravu vzniklých poruch, např. zamezení vzlínání vlhkosti do zdiva či opravě porušené omítky. To jsou tedy nutné opatření k dosažení původní funkčnosti konstrukce. Pod rekonstrukcí však rozumíme komplexní opatření, vedoucí k zlepšení estetických, konstrukčních i funkčních vlastností stavebních částí (tedy i sanační opatření), do stavu, který je minimálně v souladu s platnou státní normou. Tedy, je-li objekt rekonstruován, měly by být dodrženy minimálně požadavky, které nám ukládá státní norma, a to nejen na tepelnou ochranu, ale i na vnitřní rozvody, technické zabezpečení budov či požární ochranu. Zároveň by rekonstrukce měla vést k zlepšení kvality vnitřního prostředí uživatelů. V následující části se budou rozebírat opatření vedoucí k energetickým úsporám a

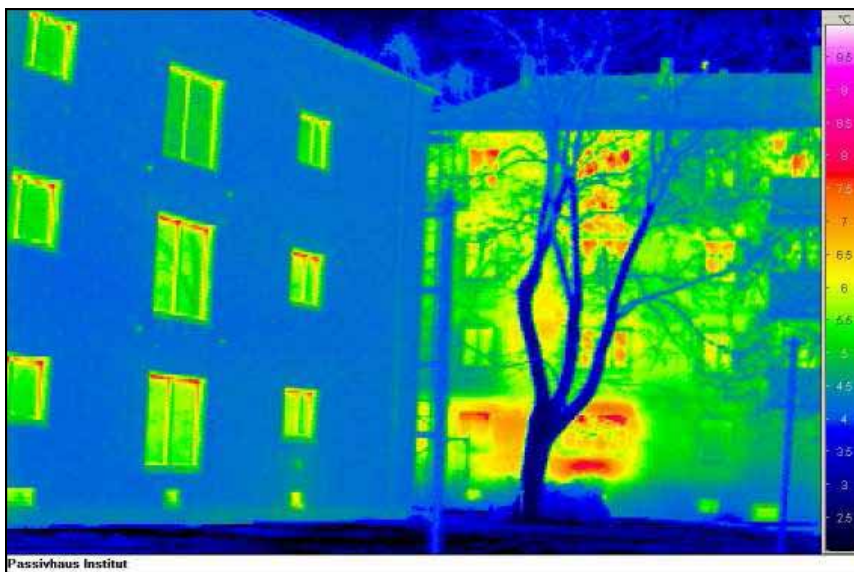
zlepšení uživatelského komfortu. Kroky jako opravy poruch a renovace vnitřního vybavení (sanita, elektroinstalace, atd.), které jsou samozřejmě také důležité, zde budou uváděny jen velice okrajově.

### Hlavní prvky rekonstrukce

Některých zásad návrhu pasivních domů již nejde u stávající zástavby dosáhnout. Hlavní energeticky úsporná opatření, které vedou k dosažení pasivního či nízkoenergetického standardu u rekonstrukcí pak jsou:

- izolování obvodových stěn 18 – 25 cm izolace, eliminace tepelných mostů a vazeb
- izolování střechy spolu asi 25 – 40 cm izolace
- izolování podlah, základů, soklu, případně sklepa či nevytápěných prostor
- eliminace tepelných mostů
- výměna oken s trojskly a kvalitními rámy
- utěsnění obálky budovy, provedení testu neprůvzdušnosti
- instalace nuceného větrání s rekuperací tepla
- zateplení rozvodů teplé vody, renovace a regulace otopné soustavy
- volitelně instalace obnovitelných zdrojů energie (solární kolektory, biomasa )

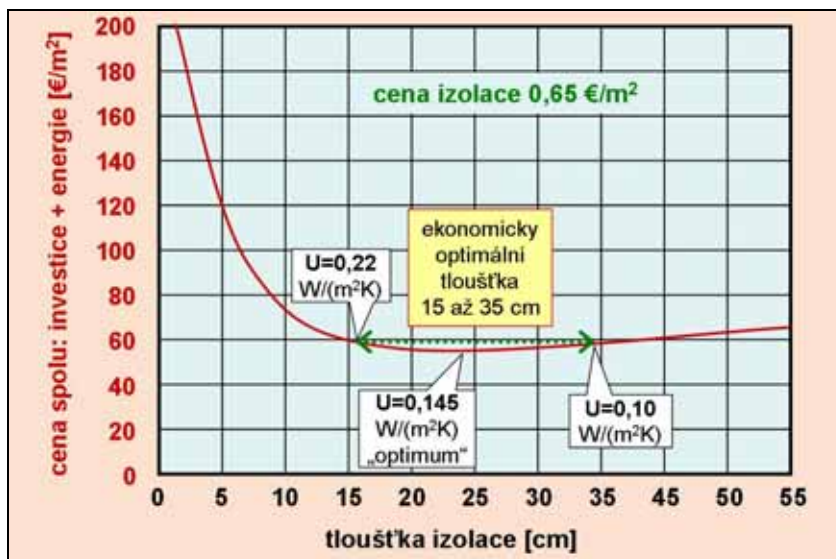
Následující prvky a zásady se v určitých obměnách vyskytují u všech typů obnovovaných objektů, jedná-li se o panelové konstrukce nebo zděné domy z pálených cihel či porobetonových tvárníc. Kvalitní nepřerušovaná vrstva izolace, vyloučení tepelných mostů, správně osazená okna pro pasivní domy a precizně navržená i provedená vzduchotěsnící vrstva tvoří základ kvalitní obálky budov rekonstruovaných v pasivním standardu. Nucené větrání s rekuperací tepla pak zabezpečí potřebnou výměnu vzduchu bez tepelných ztrát. Principy jsou stejné jako u novostaveb, jenom řešení některých detailů provedených v době výstavby již nemůžeme ovlivnit, „pouze“ dodatečně vylepšit.



Obr. 5: Výrazný kvalitativní rozdíl teplotní obálky dvou budov – objekt vlevo rekonstruován na pasivní standard, neopravený objekt (vpravo) vyzařuje teplo (zdroj PHI)

## 2.1. Izolace stěn

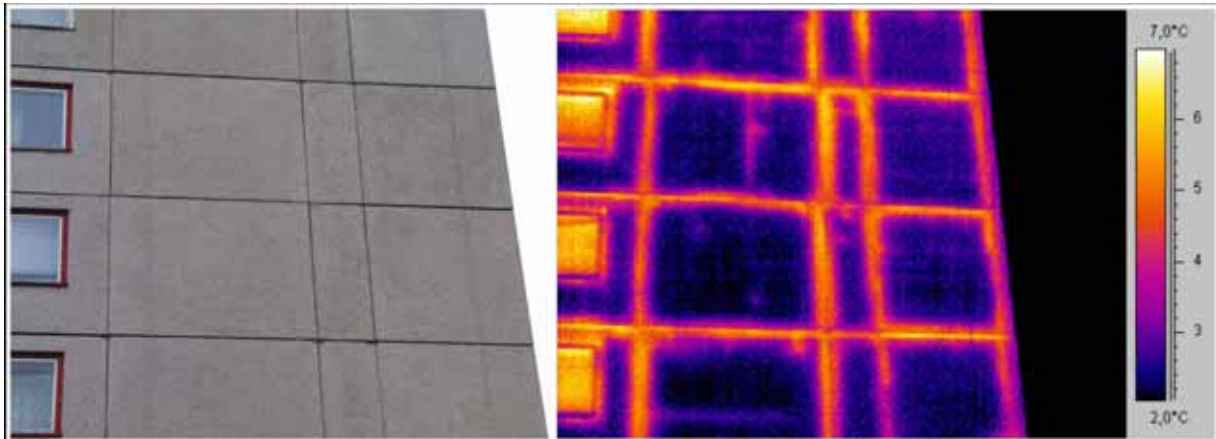
Potřebná tloušťka izolace je většinou investorů značně zpochybňována. Ekonomicky optimální tloušťka izolace po započtení vstupních nákladů a množství spotřebované energie za životnost 25 let dle typu obvodových zdí u bytových domů je 16 – 35 cm. Jako dosažitelné optimum lze počítat hodnotu součinitele prostupu tepla stěnou  $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Potřebná tloušťka venkovní izolace se liší od tepelného odporu stávající konstrukce. Jiný tepelný odpor má pálená cihla, pórobeton, nebo betonový panel. Některé konstrukce již obsahují ve své skladbě izolaci. Například panelové konstrukce pozdějších let obsahují několik centimetrů izolace, která však na spojích panelů chybí a také se těžce zjišťuje kvalita použité izolace.



Obr 6: Porovnání ceny izolace se započtením vstupních nákladů a spotřeby energie za životnost 25 let. Zde vychází ekonomicky optimální tloušťka izolace 24 cm.

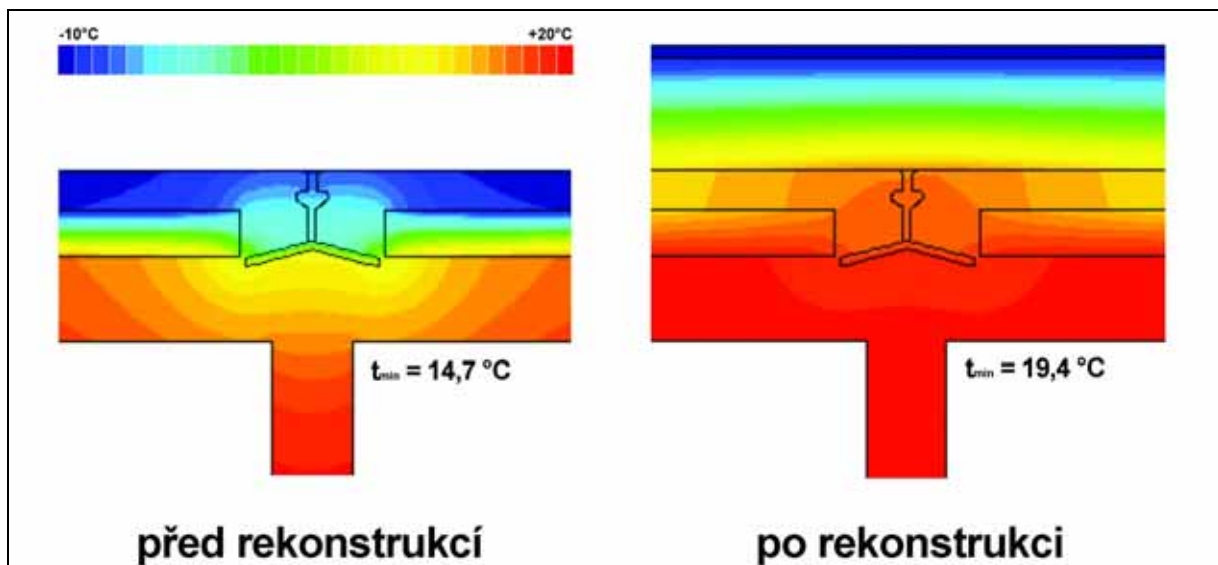
Na tloušťce izolace nemá význam šetřit. Je potřeba si uvědomit, že navýšení tloušťky izolace neznamená lineární navýšení ceny. Jednotlivé vrstvy zateplovacího systému (lepidlo, armovací tkanina, tmel, omítka, barva) zůstávají stejné, zvětšuje se jen cena izolace a případného kotvení.

Úkolem projektanta pro dosažení kvalitního zateplení je dořešení všech detailů a navržení spojitě tepelně-izolační obálky bez přerušení. Oslabení v tepelně izolační obálce, tzv. tepelné mosty se mohou podílet nezanedbatelnou mírou na tepelných ztrátách objektu. Zejména vystupující prvky (balkóny, atiky, kotvení prvků atd.) či napojení konstrukcí (okna, střechy, stropy, spoje panelů), jsou problematické místa, které je potřeba precizně vyřešit. Důsledkem tepelných mostů jsou ochlazovaná místa vevnitř a naopak ohřátá místa venku, kudy prochází o mnoho více tepla než izolovanou obálkou. Tepelné mosty lze identifikovat termovizní kamerou (viz obr.5), kde jsou patrná oslabená místa teplejšími barvami.



Obr. 7: Na snímku pořízeném termovizní kamerou jsou obvykle výrazné tepelné mosty (zdroj Solanova Consortium)

Dostatečná tloušťka izolace po celé obálce budovy má současně vliv na vnitřní povrchovou teplotu. Případný výskyt tepelných mostů způsobuje lokální snížení vnitřní povrchové teploty, jehož důsledkem může být kondenzace vodních par na chladných místech, následný růst plísní a poškození konstrukce. V takových případech pak o kvalitním vnitřním prostředí nelze mluvit. U kvalitně zateplených budov takové nebezpečí nehrozí. Navýšení komfortu - tepelné pohody bez nepříjemných teplotních rozdílů v místnostech a kvality vnitřního prostředí, jsou jedny z hlavních atributů kvalitní modernizace.



Obr. 8: Simulace konstrukčního detailu před zateplením (vlevo) a po zateplení (vpravo). Vyšší vnitřní povrchová teplota v zatepleném detailu eliminuje riziko poškození konstrukce a zajišťuje větší komfort. (zdroj Solanova Consortium)

### Oddělené samonosné konstrukce balkónu – řešení bez tepelných mostů

Konstrukce stávajících balkónů a lodžii jsou zdrojem masivních tepelných mostů, které je nutno během rekonstrukce řešit. Nejúčinnější a také nejjednodušší je odříznutí těchto konstrukcí a náhrada oddělenými samonosnými konstrukcemi, které budou jen lokálně připevněny k budově. Za novými balkóny bude provedena souvislá vrstva tepelné izolace stejné tloušťky.



Obr. 9: Oddělená konstrukce balkonů je ideálním řešením pro konstrukci bez tepelných mostů (zdroj CPD)

### Jaký zateplovací systém zvolit - ETICS nebo provětrávanou fasádu?

Pod zkratkou ETICS (External Thermal Insulation Composite System) rozumíme zateplovací systém s omítkou, který je kontaktně upevněn ke stávající konstrukci a vytváří tak jeden celek (Obr.10). U rekonstrukcí bytových a panelových domů se nejčastěji používá ETICS, zejména z důvodu nižší pracnosti a ceny oproti jiným systémům. Tuhé izolační desky se lepí a dodatečně kotví. Nejčastějším typem izolantu je expandovaný polystyren (EPS) či už běžný nebo EPS s příměsí grafitu (tzv. šedý), který je jen o málo dražší, ale jeho tepelně izolační vlastnosti jsou lepší o 20 %. Izolace na bázi minerální vlny je druhý nejčastější druh izolace používané u kontaktních zateplovacích systémů, hlavně v místech kde již není možné použít EPS z důvodu požární ochrany. Nevýhodou je cena, která je řádově o 50 % vyšší u použití minerální vlny. Obecným omezením ETICS je použití celé barevné škály zejména přechodů tmavých a světlých barev, kde z důvodu různé tepelné roztažnosti může docházet k poruchám v omítkce. V případě nesoudržného povrchu u starších zvětralých fasád je potřebná úprava podkladu, například odstranění staré omítky a nanesení srovnávací vrstvy.



Obr.10: Nejčastěji se používá kontaktní zateplování systém s tlustou vrstvou EPS.

Sytém zavěšených fasád či už provětrávaných nebo s omítkovým systémem, se volí zejména v případech, kde je záměrem použití vláknitých izolačních materiálů, např. foukaná celulóza nebo z estetických důvodů je žádoucí úprava obkladovým materiálem. To skýtá možnosti různobarevných úprav fasád, nebo například integrace fotovoltaického systému do fasády objektu. Současně není potřebná úprava povrchu pro lepení izolace jako u ETICS. Je zde důležitá volba nosného roštu, aby nevznikaly tepelné mosty. Použití ocelových kotev procházejících celou vrstvou izolace je z důvodu vzniku masivních tepelných mostů nepřijatelné. Toto pravidlo obecně platí i pro ETICS. Pro vynesení fasádního obkladu se proto většinou používají prvky na bázi dřeva (např. I-nosníky nebo jejich obdoba), které eliminují vznik tepelných mostů (viz obr.11).



Obr.11 Princip zavěšené fasády. Do připraveného roštu nejčastěji na bázi dřeva je vkládaná izolace, jako fasádní úprava pak může být volena omítka na nosiči (např. heraklith) nebo obkladový materiál. (zdroj CPD).

#### Izolace fasády:

- kvalitní projekt s vyřešenými detaily
- dostatečně silná vrstva izolace 16 – 35 cm izolace = snížení tepelných ztrát
- eliminace tepelných mostů – napojení konstrukcí (balkony, atd)
- navýšení komfortu a hygieny vnitřního prostředí

## 2.2. Izolace střech

Střechy se obvykle podílejí značnou mírou na tepelných ztrátách objektů. Na splnění normových požadavků  $U = 0,24 \text{ W.m}^2.\text{K}^{-1}$  nám postačuje asi 20 cm izolace ( $\lambda = 0,035$ ). Doporučenou hodnotu  $U = 0,16 \text{ W.m}^2.\text{K}^{-1}$  zabezpečí tloušťka asi 32 cm izolace. Pro pasivní domy jsou potřebné ještě lepší parametry nežli doporučené. Tloušťkou izolace 35 – 40 cm se dosahuje součinitele prostupu tepla  $U = 0,10$  až  $0,15 \text{ W.m}^2.\text{K}^{-1}$ .

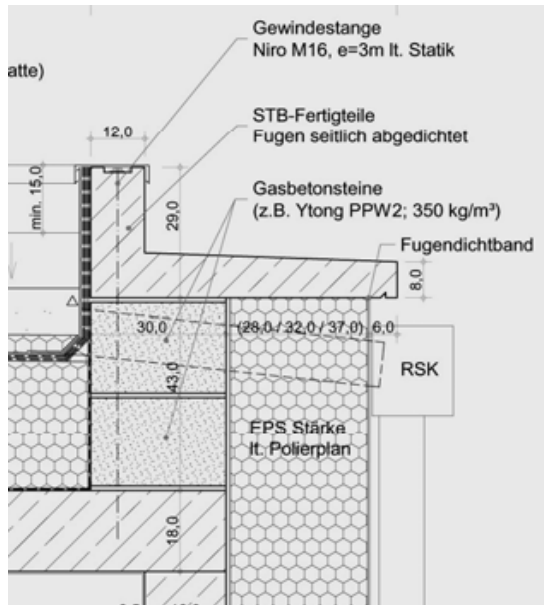
Kvalitní projekt zateplení střešní konstrukce je naprosto zásadní. Ještě před návrhem konstrukčního řešení je třeba uskutečnit průzkum stávající střešní konstrukce a vypracovat posudek o způsobilosti nebo sanaci jednotlivých materiálů střešního pláště. Současně je zapotřebí posoudit statickou způsobilost celé střešní konstrukce. Dalším důležitým krokem je správný výběr tepelné izolace, dle účelu střechy a typu konstrukce. Ploché střechy vyžadují

velmi pečlivé provedení konstrukčních detailů, a to při všech řemeslných pracích podílejících se na konstrukci střechy. Jedině tak lze docílit kýženého výsledku – bydlet v suchu a – díky kvalitnímu zateplení – i hezky v teple bez nežádoucích tepelných ztrát.

Ploché střechy bývají často místem vzniku poškození, protože vnější krytina (většinou asfaltové pásy nebo fóliové izolace) je vystavena velkým teplotním výkyvům, povětrnosti a UV záření. Funkce a životnost plochých střech závisí na více faktorech, včetně umístění tepelné izolace v konstrukci.

- Konstrukce studené střechy – tepelná izolace je umístěná pod nosnou konstrukcí střechy. Konstrukce zůstává studená a vzniká značné riziko kondenzace, z tohoto důvodu se studené střechy nedoporučují a ve stávajících budovách se používají zřídka.
- Konstrukce dvouplášťové střechy – tepelná izolace je umístěná nad stropní deskou s odvětrávanou mezerou pod horním pláštěm, který má vodotěsnou vrstvu. Jako nejlepší řešení se doporučuje rozebrat horní plášť a upravit konstrukci na teplou střechu. Jinak by řešení bez tepelných mostů nebylo možné. Provětrávanou mezeru můžeme navýšit, položit tepelnou izolaci, když je horní plášť demontován a zpětně ho nainstalovat. Je nutné dodržet provětrávanou mezeru abychom zamezili vzniku kondenzace. Izolovat dvouplášťovou střechu z vrchní strany se nedoporučuje. Docházelo by ke značnému snížení tepelně izolačních vlastností střechy a provětrávaná mezera by způsobovala závažné ochlazování stropu. Vhodnější je pak změna konstrukce na jednoplášťovou.
- Teplá střecha – tepelná izolace umístěná nad nosnou stropní konstrukcí a zároveň pod vodotěsnou vrstvou zmenšuje riziko kondenzace, ale protože vodotěsná vrstva je tepelně izolována od zbytku střešní konstrukce, je vystavena velkým změnám teplot, což má za následek zvýšené riziko degradace materiálu.
- Obrácená (pochůzná) střecha – u jednoplášťových střech se s oblibou využívá systém tzv. obrácené střechy. Překonává klasický problém “teplé střechy” tím, že se tepelná izolace umístí nad vodotěsnou vrstvu, kde udržuje stálou teplotu blízkou interiérové teplotě objektu a chrání vodotěsnou vrstvu před škodlivými vlivy UV záření a před mechanickým poškozením. Jako krytina se používá buď dlažba kladená na sucho, kačírek nebo zelená střecha. Vodotěsná vrstva se chová jako parozábrana a umístěním na teplé straně izolace setrvává nad teplotou rosného bodu, takže riziko kondenzace je vyloučené. Koncept obrácené střechy má i další výhody, např. provedení je možné za každého počasí: doplněním stávající střechy bez nutnosti odstranění vodotěsné vrstvy nebo jednoduše zvednutím a nahrazením, pokud se budova přestavuje. U střechy s obráceným pořadím vrstev lze jako tepelnou izolaci používat jen kvalitní únosné a nenasákavé materiály např. z extrudovaného polystyrenu (XPS), polyuretanové pěny nebo pěnového skla či polystyrénové pěny, kde hydroizolace je překryta nenasákavou vrstvou izolace. Levnější variantou může být umístění vodotěsné vrstvy mezi tepelně izolační vrstvy, kde jen ta horní vrstva 4 až 10 cm je nenasákavá.

Je možné použít i lehké izolace, jako foukaná celulóza nebo minerální vlnu a jiné, samozřejmě v dřevěném roštu z I-nosníků nebo jiných nosných prvků na bázi dřeva. Hydroizolace je umístěna až na záklopu z konstrukčních desek a další provozní vrstva, případně substrát s následným ozeleněním, přichází až na ni. Atiku je kvůli značnému tepelnému mostu nutné zaizolovat po celém obvodu, podobně jako střechu nebo obvodovou stěnu. Alternativně se lze při rekonstrukci vyhnout řešení zateplení atiky vytvořením konstrukce pultové střechy.



Obr. 13: Příklad tep.izolace atiky u konstrukce obrácené střechy (Zdroj *Treiberspurg & Partner Architekten*)

Izolování sedlové střechy závisí na konstrukci krovy, kde tepelnou izolaci můžeme vložit mezi krokve, další izolaci umístíme pod nebo na krokve. Varianta umístění tep.izolace pod krokvy je vhodnější v případě, že střešní krytina byla položena nedávno.

U rekonstrukce střechy je nutno vzít v úvahu možnost střešní nástavby s byty na prodej. Tento způsob spolufinancování je úspěšně používán v místech, kde cena stavebních pozemků je velmi vysoká.

### 2.3. Obnova oken

Právě okna jsou častým zdrojem velkých ztrát u starších objektů. Nejen přes nekvalitní zasklení, ale zejména netěsnostmi v místech ostění nám teplo doslova utíká ven. Nízké povrchové teploty na rámu či okraji zasklení mají často za následek orosení, následné stékání kondenzátu po rámu okna a poškození konstrukce rámu. Dalším aspektem je tepelná pohoda, která je z důvodu netěsnících oken také nízká, takže nutnost použití vysoce kvalitních oken je zcela zásadní.

Při rekonstrukcích se při výběru oken i jejich osazování používá stejných zásad jako při pasivních novostavbách. Okna s izolačními trojskly a součinitelem prostupu celého okna  $U_w \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  nám zabezpečí dostatečnou tepelnou ochranu. Tepelným mostům v místě napojení rámu na nosnou konstrukci se lze vyhnout předsazením okna do vrstvy izolace s následným přeizolováním části rámu. V nejhorším případě by měly být okna osazeny do líce nosné konstrukce. Je velmi důležité navrhnout izolaci vnějšího okenního ostění a rámu v největší možné tloušťce. Taktéž je nutné provést precizní vzduchotěsné napojení rámu pomocí speciálních pásek nebo lišt (viz obr.).

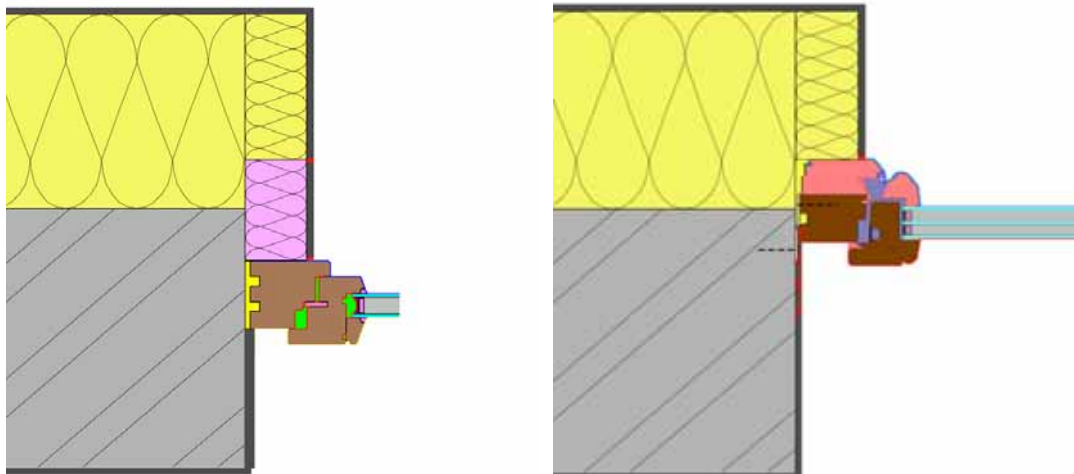




Obr. 14: Kotvení oken probíhá stejným způsobem jako u pasivních novostaveb. Okna jsou v ideálním případě předsazena až do vrstvy izolace kvůli eliminaci tepelných mostů. Důležité je také neprůvzdušné napojení rámu okna na konstrukci pomocí speciálních pásek nebo lišt. (Zdroj CPD, Solanova Consortium)

### Co když se jedná jen o dílčí zateplení fasády, jak připravit okna na pozdější výměnu?

Zde je nutné do vnějšího ostění okna umístit izolační tvarovku, která slouží jako dočasné řešení po dobu dožití stávajících oken. Při výměně se tato tvarovka vyřeže a na její místo se jednoduše osadí okenní profil bez porušení zbývajících fasády.



Obr. 15: Jedná-li při rekonstrukci o dílčí zateplení je možné ponechat stávající okna s přípravou na pozdější výměnu a posunutí do roviny izolace. Aby okna byla kvalitně izolovaná do doby dožití lze ostění zateplit a vložit dočasnou tvarovku (obr. Vlevo), na místo které bude nové okno vloženo.

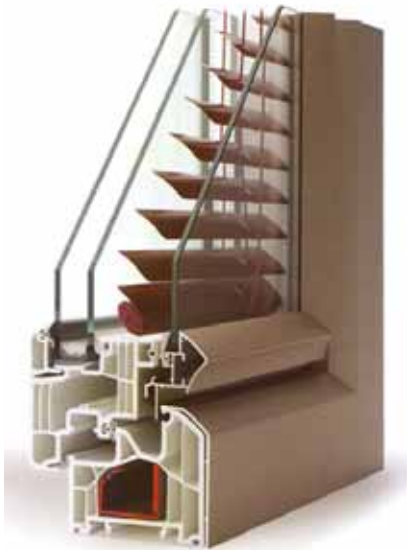
Častým jevem po „běžné“ a hlavně nedostatečné rekonstrukci a výměně oken bývá růst plísní na vnitřním ostění oken. Jedná se o sdružený problém vzniku tepelných mostů a nedostatečného větrání. Nesprávným osazením oken v rovině nosné konstrukce a nedostatečným zaizolováním ostění okna dochází ke snížení povrchové teploty na vnitřním ostění. Nedostatečným větráním u nových těsných oken se zvyšuje vnitřní vlhkost vzduchu a dochází ke kondenzaci na chladných místech. U komplexní modernizace se toho nemusíme

obávat. Správně osazené pasivní okna mají na vnitřní straně vyšší povrchovou teplotu a řízené větrání zabezpečuje potřebnou výměnu vzduchu.

### Jaké okna zvolit - plast nebo dřevo?

Volba materiálu oken je většinou otázka financí, životnosti a nutnosti údržby. Všechny tři požadavky ve většině případů spojují nejlépe plastová okna. Důležitá je kvalita rámu, kde U hodnota rámu by neměla přesáhnout hodnotu 1,1 W/(m<sup>2</sup>K) nebo i 0,9 W/(m<sup>2</sup>K) a rámy okna by měly umožnit přeizolování ostění rámu co největší tloušťkou izolace i v místě parapetu. Z hlediska jednoduchosti údržby a životnosti jsou na tom nejlíp hliníková a plastová okna. Hliníková okna však nespĺňují požadavky na tepelnou ochranu a případné spojení dřevěných oken s vnější hliníkovou ochranou je zase finančně nákladnější.

Důležitým prvkem při modernizaci je zabezpečení letního komfortu neboli ochranu proti letnímu přehřívání. Z dotazníků vyplývá, že obyvatelé panelových domů jsou více nespokojeni s příliš vysokými vnitřními teplotami v létě nežli se zimním obdobím. To je nutné brát při modernizaci do úvahy a instalovat kvalitní protisluneční ochranu ať už integrovanou do konstrukce oken nebo případně i vnitřní žaluzie.



Obr. 16: Letní pohoda je velmi důležitá u bytových domů, proto se používají různé systémy stínění. Zabudované žaluzie mezi zasklením představují účinně zastínění i ochranu proti větru. (Zdroj Internorm)

#### Zásady obnovy oken:

- výběr kvalitních oken s trojskly
- okna uzpůsobené na přeizolování rámu min. 40 mm izolace
- správné osazení oken bez tepelných mostů ideálně do vrstvy izolace
- vzduchotěsné připojení oken
- účinná protisluneční ochrana

## 2.4. Neprůvzdušnost

Stejně tak jako u novostaveb je důležité docílit nízkých hodnot průvzdušnosti konstrukce i u rekonstrukcí. Většina rekonstruovaných objektů je doslova děravých a netěsnostmi zde uniká obrovské množství tepla. To má i jiný efekt – ochlazovaná místa, která vznikají, způsobují teplotní nepohodu uživatelů v důsledku průvanu. Horší variantou problému je, že v místech netěsností může kondenzovat vlhkost a docházet k růstu plísní a narušení vnitřní hygieny prostředí. Systém nuceného větrání se zpětným ziskem tepla také vyžaduje těsnou obálku budovy. V opačném případě nebude vzduch procházet rekuperačním výměníkem ale částečně se bude měnit netěsnostmi. Proto je i u rekonstrukcí požadována kontrola neprůvzdušnosti s dosažením hodnot  $n_{50}$  pod  $1,0 \text{ h}^{-1}$  ideálně pod hodnotu požadovanou pro pasivní standard, tedy  $0,6 \text{ h}^{-1}$ . Tuto kontrolu zajišťuje tlakové měření zvané Blower-door test.

Vzduchotěsnou vrstvu v ploše většinou tvoří vnitřní omítka nebo samotný konstrukční materiál (např. beton). Plošně tedy není problém zajistit neprůvzdušnost. Napojení konstrukcí (stropy, okna, střecha, spoje panelů, atd.) jsou hlavní místa, které je potřeba precizně utěsnit.

Jak postupovat pro zajištění neprůvzdušnosti:

- zjištění stávajícího stavu / lokalizace míst netěsností
- detailní návrh řešení netěsností
- volba těsnících materiálů (pásky, folie, desky, atd.)
- precizní provedení utěsnění stavby
- kontrola testem neprůvzdušnosti

Jelikož se jedná o vícepatrové budovy mnohdy vyšší než 5 pater, jsou konstrukce více exponovány větru než běžné rodinné domy. Zajištění neprůvzdušnosti je proto potřeba věnovat patřičnou pozornost.

## 2.5. Větrání do rekonstrukcí

Před rekonstrukcí se potýkají panelové budovy s velkým snížením relativní vlhkosti vzduchu v zimním období, daleko za hranicemi a doporučením norem. Kvůli netěsné obálce, a tím pádem nadměrnému větrání, relativní vlhkost vzduchu před rekonstrukcí klesala v některých dnech až pod hodnoty 15 %. To je z hygienického hlediska naprosto nevyhovující. Rekonstruované panelové domy mají opačný problém. Těsná obálka a nedostatečná intenzita větrání má za následek zvyšování relativní vlhkosti vzduchu nad 60 %. Takové prostředí je ideální pro vznik plísní, rozmnožování roztočů a s tím spojených nemocí, např. alergie, astma apod. Nejúčinnější ochranou je kontinuální větrání o optimální intenzitě, které ze zkušeností, uživatelé v zimním období nejsou schopni dodržet.

Nucené větrání tyto požadavky bez obtíží splňuje. Čerstvý vzduch je přiváděn v požadovaném množství do obytných místností a odpadní vzduch je odváděn z kuchyně, koupelny či WC. Současně eliminuje ztráty větráním až o 80 % pomocí vysoce efektivního zpětného zisku tepla (rekuperaci). Ve skutečnosti to znamená, že přiváděný vzduch do bytu je přehřátý odváděným teplým vzduchem, který má teplotu blízkou teplotě interiéru. Větrací jednotky bez rekuperace, nebo větrací systémy které pouze přivádějí čerstvý vzduch či pouze odvádějí odpadní vzduch jsou z hlediska energetického, hygienického či hlediska komfortu nevyhovující a jejich použití se nedoporučuje.

#### Větrání do rekonstrukcí:

- větrací jednotky s rekuperací tepla – účinnost rekuperace min. 75 %
- neustále čerstvý vzduch = kvalitní vnitřní prostředí
- eliminace tepelných ztrát větráním
- snížení hlukové zátěže a prašnosti oproti větrání okny
- vhodné pro alergiky – možnost pylových filtrů
- zabezpečení dostatečné výměny vzduchu – ochrana proti plísním

#### Nucené větrání a uživatelé

I přes výše uvedené jednoznačné důvody a výhody je větrání prvkem, který se u komplexních renovací nejvíce setkává s problémy. Jedním z důvodů je to, že se jedná o relativně novou technologii, kterou lidé neznají a často ji zaměňují s klimatizací. Uživatelé se také obávají hlučnosti, průvanu, či složité ovladatelnosti. Špatné příklady prvních instalací, v době, kdy ještě nebylo dostatek zkušeností a kvalitních větracích jednotek, také bohužel přispívá k nedůvěře uživatelů. Vysoká spokojenost uživatelů ve zdařilých příkladech však jasně ukazuje, že tato technologie má význam. Následující kroky mohou přispět k lepšímu přijetí technologie uživateli:

- vytvořit ukázkovou místnost s nainstalovaným běžícím systémem (nejlépe v rekonstruovaném objektu), kde je možné si jej prohlédnout, vyzkoušet regulaci
- poskytnout uživatelům informační letáky s odpověďmi na nejčastější dotazy
- při návrhu systému dbát na jednoduchost regulace, minimalizace počtu režimů (např. vypnuto, minimum, standard, party, léto), přehlednost ovladače
- k nainstalovanému systému přiložit manuál pro uživatele, případně i pořádat následné setkání a rozhovory

Dalším důvodem proč se málo instalují systémy větrání do rekonstrukcí jsou finance. Kompletní instalace větracího systému pro jednu bytovou jednotku vychází v průměru 2500 – 4000 eur dle velikosti bytů a složitosti úprav. Průměrná návratnost systému vychází cca 20 až 30 let. Nicméně nelze ji celkem spravedlivě vyčíslit, protože kromě snižování tepelných ztrát větráním (až o 85%), má další velice důležitou funkci – udržuje kvalitní a hygienicky nezávadné vnitřní prostředí, které je u rekonstruovaných objektů prakticky nezbytné. Byla by velká škoda, kdyby po rekonstrukci objektu došlo ještě k zhoršení kvality prostředí oproti původnímu stavu.

#### Umístění jednotky

U starších objektů se samozřejmě s umístěním větrací jednotky a rozvodů v době výstavby nepočítalo. Samostatné technické místnosti často nejsou k dispozici, a proto se k instalaci větracích jednotek využívají jiné nevyužité prostory – podhledy stropů, skříně, stoupačky, půdy nebo sklepy. Volba způsobu větrání a vytápění by se měla odvíjet od stavu rozvodů otopné soustavy, které lze často po malé úpravě použít. Proto se nejčastěji volí samostatné větrání s rekuperací tepla spolu s klasickou otopnou soustavou. Teplovzdušné vytápění se používá jen u rekonstrukcí výjimečně i proto, že uživatelé jsou víc zvyklí používat radiátory a už samotné větrání je často problematické prosadit.

Vzhledem k omezeným prostorům u rekonstrukcí se nejčastěji používá podstrovní vedení rozvodů. Rozvody s kruhovým průřezem jsou obvykle zakryty podhledem. Viditelná je pouze vyústka přivádějící vzduch nad dveřmi. Nejčastěji kvůli estetickému začlenění rozvodů do interiéru lze zvolit obdélníkový průřez, který je možné omítat nebo obložit. V některých případech lze použít i přiznané kruhové rozvody.

Dle umístění větrací jednotky rozlišujeme tři základní možnosti / koncepce větrání:

- centrální koncepce – jedna větrací jednotka pro celý objekt nebo úsek budovy
- semicentrální koncepce – jedna větrací jednotka pro celý objekt s regulací na úrovni bytů
- decentrální koncepce – samostatné větrací jednotky pro jednotlivé byty

Použití centrální, semicentrální anebo decentrální koncepce větrání závisí na typu objektu a jeho vnitřního uspořádání. Následující přehled systémů větrání slouží zejména k orientaci a pro porovnání výhod či nevýhod. Samotnou volbu systému je nutné ponechat na odbornících se zkušenostmi s návrhem větracích systémů pro pasivní domy. Před samotným výběrem systému by mělo být vypracováno více variant řešení i s ekonomickým porovnáním co se týče vstupních nákladů, provozních a dalších faktorů (instalace, čištění, regulace, atd.). Až na základě důsledného zvážení výhod a nevýhod by mělo dojít k výběru konkrétního systému.



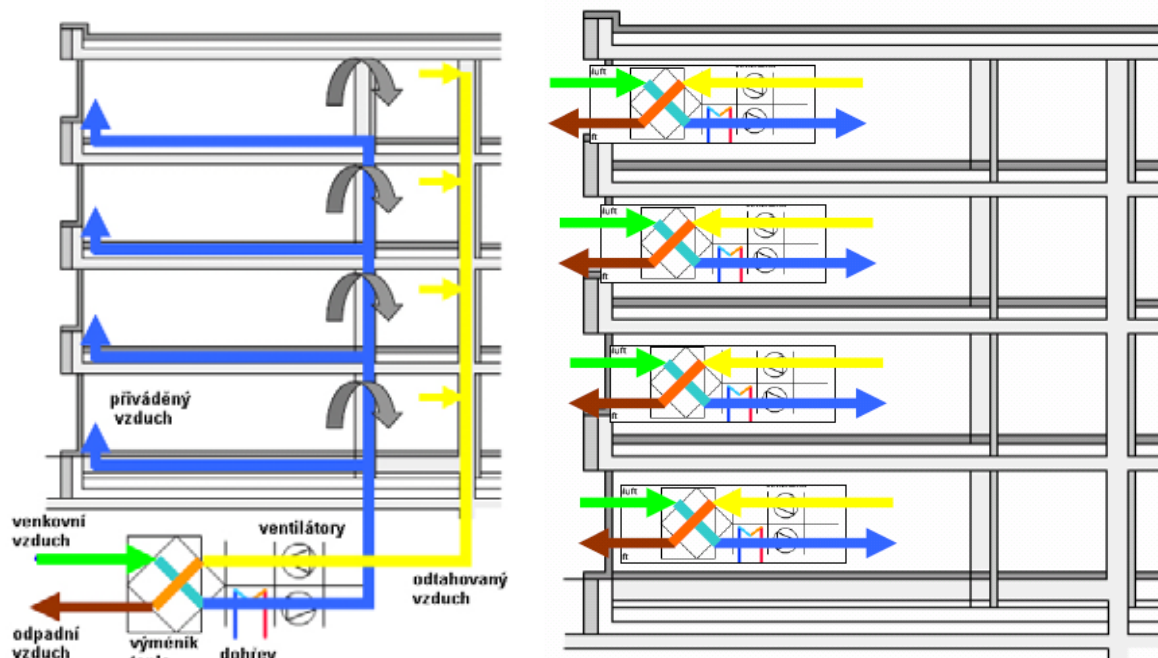
Obr 17: Viditelné jsou jen vyústky nad dveřmi přivádějící vzduch. (Zdroj CPD)

### Centrální koncepce větrání

Centrální řešení obsahuje jednu větrací jednotku s rekuperací pro celý objekt (nebo ucelenou část) umístěnou centrálně na střeše nebo ve sklepě objektu. Rozvody větracího vzduchu větších rozměrů pak distribuují přiváděný i odváděný vzduch mezi patry objektu, odkud jsou vedeny do bytů. Toto řešení se u rekonstrukcí volí méně často, kvůli prostorovým omezením a horší regulovatelnosti.

Výhody / nevýhody:

- + společná údržba (výměny filtrů, atd.)
- + možnost společného dohřevu vzduchu
- + jednodušší řešení prostupů přes fasádu nasávání a výfuku
- + nižší vstupní náklady celého systému
- potřeba samostatného prostoru pro větrací jednotku
- větší prostorové nároky na rozvody (větší průměry)
- horší regulovatelnost v jednotlivých bytech
- problematická požární ochrana a ochrana proti přenosu hluku



Obr.18: Centrální (vlevo) a decentrální (vpravo) koncepce větrání

(Zdroj: www.energiesparschule.de, Haus der Zukunft)

### Decentrální koncepce větrání

Decentrální koncepce větrání uvažuje s odvětráním jednotlivých bytů samostatnými menšími větracími jednotky. Výhodou je vynikající regulovatelnost a jednoduchost vedení s minimálním počtem a délkou rozvodů. Jednotky jsou umístěny většinou ve snížených podhledech komunikačních prostorů nebo v koupelnách s přístupem pro údržbu (revize, výměna filtrů). Přívod i odvod vzduchu jsou pro každý byt samostatné (fasádní otvory), nebo mohou být sdružené pro byty umístěné nad sebou.

Výhody / nevýhody:

- + jednodušší instalace / malý počet rozvodů

- + vynikající regulace dle individuálních potřeb
- + malé prostorové nároky na jednotku i rozvody
- + dobrá požární a protihluková ochrana
- horší čistitelnost a revize závislé na nájemnících
- horší identifikace v případě nefunkčnosti
- nutnost řešení prostupů přes fasádu
- nemožnost společného dohřevu vzduchu



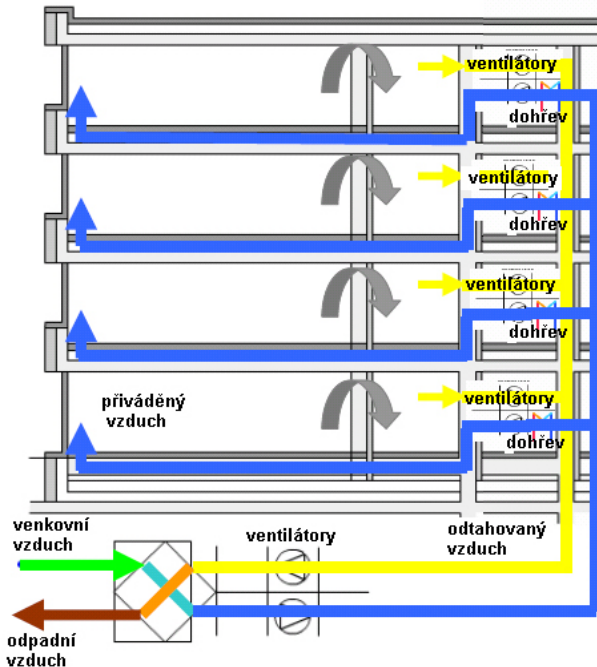
Obr.19: Efektivní větrání prostor lze zabezpečit i decentrálními jednotkami. Umístění jednotky (vlevo) je zde řešeno jednoduchým způsobem do podhledu v prostoru chodby s malými nároky na prostor, s minimálním počtem a délkou rozvodů. Vpravo umístění jednotky v koupelně.

(Zdroj: Solanova Consortium, CPD)

### Semicentrální koncepce větrání

Vychází z kombinace obou výše uvedených způsobů větrání a snaží se využívat jejich výhod. Využívá se zejména u vícepodlažních objektů, kde je centrální řešení kvůli délce rozvodů, složité regulovatelnosti a rozdílům větraného vzduchu prakticky nerealizovatelné. Decentrální řešení může být zase příliš nákladné. Optimálním kompromisem je použití centrálního rekuperačního výměníku, který využívají všechny decentrální větrací jednotky zapojené v systému. Předehřev a rekuperace jsou tedy realizovány centrálně. Často se využívají i centrální ventilátory pro přívod a odtah, které vyrovnávají tlakovou nerovnováhu systému. Decentrální jednotky použité pro jednotlivé části jsou pak vybaveny jen ventilátory a případným dohřevem vzduchu, jedná-li se o teplovzdušné vytápění. U bytových jednotek, kde je současně potřeba ohřevu teplé vody může být efektivní spojení větracích jednotek s malým tepelným čerpadlem o výkonu 1,5 – 2,0 kWh/(m<sup>2</sup>a) využívajícím odpadní vzduch a předehřev pomocí zemního výměníku. Teplo je ukládáno do malého zásobníku asi 200l. Výsledkem semicentrálního konceptu větrání jsou pak odůvodnitelné náklady, které jsou

nižší než při centrální nebo decentrální koncepci. Zjednodušen je odečet spotřeby tepla a elektřiny, kde každá bytová jednotka má vlastní spotřebu energie i topný registr. V neposlední řadě také údržba celého systému, výměna filtrů a případné opravy jsou výrazně snadnější.



Obr.20: Semicentrální koncepce větrání může být optimální pro vícepodlažní objekty (Zdroj: www.energiesparschule.de, Haus der Zukunft)

## Shrnutí

Následující tabulka srovnává typy ventilačních systémů z různých hledisek.

	Centrální systém	Semicentrální systém	Decentrální systém
Prostorové požadavky – umístění jednotky	Red	Red	Green
Prostorové požadavky – rozvody vzduchu (průměr, délka)	Red	Red	Green
Instalační proces	Yellow	Yellow	Green
Instalace otvorů pro čerstvý a odpadní vzduch	Green	Green	Red
Úprava vzduchu (ohřev, chlazení, vlhkost, etc.)	Green	Green	Red
Regulace a individuální kontrola	Red	Green	Green
Požární bezpečnost	Yellow	Yellow	Green
Ochrana proti vzduchu	Yellow	Yellow	Green



Údržba ( výměna filtrů, revize, čištění)			
Rozpoznání poruchy			
Vstupní náklady			
Provozní náklady (spotřeba, údržba)			
Spravování spotřeby energie (odečet spotřeby, etc.)			

- Optimální řešení
- Průměrné řešení
- Nejhorší řešení

## 2.6. Systém vytápění

Stávající otopná soustava se většinou potýká s více problémy. Největší z nich je regulovatelnost a ztráty v distribučním systému. Po energeticky úsporných krocích logicky dochází k významnému snížení tepelných ztrát objektu. Zůstane-li otopná soustava beze změn, úspory tepla nebudou ani zdaleka dosahovat předpokládaných čísel. Regulace otopných těles je ve většině případů také ve špatném technickém stavu – regulační ventily mnohdy nefungují a proto je mají uživatelé plně otevřené a v případě příliš vysokých teplot se reguluje teplota v místnosti jednoduše otevřením oken.

Nejčastější úpravy otopného systému, které zabezpečí dosažení potřebných úspor po snížení tepelných ztrát objektu modernizací:

- přeregulování otopného systému na nižší teplotní spád, co má za následek výrazné snížení tepelných ztrát při distribuci
- použití termostatických ventilů na radiátorech, které automaticky regulují odběr dle nastavené teploty
- izolace rozvodů tepla a teplé užitkové vody až dvojnásobkem průměru potrubí

Izolace rozvodů se mnohdy zanedbává a používá se minimální tloušťky izolace. Studie ukazují, že se vyplatí izolovat potrubí až dvojnásobnou tloušťkou izolace než je průměr potrubí. Pravidlo „Když už, tak už!“ platí i zde. Dělá-li se technicky poměrně náročné izolování rozvodů, je to potřeba pořádně a v dostatečné míře.

## 2.7. Využívání obnovitelných zdrojů energie

Na velká úsporná opatření často navazuje i výměna zdroje tepla za efektivnější, případně využívající obnovitelné zdroje energie. Při přechodu z dálkového zdroje tepla na lokální u větších objektů stojí za zhodnocení kombinovaná výroba tepla a elektřiny – kogenerace, nebo vytápění biomasou. Další úspory provozních nákladů může přinést i využívání solární energie v podobě solárních kolektorů na ohřev teplé užitkové vody nebo fotovoltaických panelů které mohou být instalovány na střeše či fasádě domu.

## 2.8. Shrnutí úsporných opatření

Problémy s kterými se tyto stavby nejčastěji potýkají a jejich řešení jsou:

Stávající budovy – problémy	Možnosti sanace
<p>Obvodové stěny nesplňují požadavky na přestup tepla, velké tepelné mosty a vazby</p> <p>Degradace konstrukčních prvků – koroze výztuží, zatékání ve stycích</p>	<p>Zateplení obvodových stěn 18 – 30 cm izolace,</p> <p>Zateplení sklepa (případně základů) – 10 až 20 cm izolace</p> <p>Kvalitní ochrana fasády – tep.izolace a omítkový systém případně obklad, nebo provětrávané fasády</p>
<p>Masivní tepelné mosty v napojení balkónů a lodžii</p>	<p>Důsledné odstranění tepelných mostů – oddělením konstrukce balkónů a lodžii nebo komunikačních prostor od konstrukce budovy. Řešit je jako samonosné prvky (pokud to jde) .</p>
<p>Nevyhovující střešní konstrukce - obecně nesplňují požadavky na prostup tepla, velké tepelné mosty, časté škody - např. porušená hydroizolace nebo krytina</p>	<p>Izolace střechy včetně atiky – 20 až 40 cm izolace, odstranění tepelných mostů napojení konstrukce střechy</p> <p>Položení vhodné krytiny</p>
<p>Netěsná okna a rámy, zasklení nesplňují požadavky na prostup tepla</p>	<p>Výměna oken – použití zasklení a ráků, aby celé okno splňovalo <math>UW \leq 0,8 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}</math></p> <p>Osazení do vrstvy izolace, zateplení ostění v exteriéru min 40mm přes rám okna</p>
<p>Netěsnost konstrukcí způsobuje značné tepelné ztráty a ochlazování konstrukcí</p>	<p>Vzduchotěsné napojení ráků oken, utěsnění všech konstrukčních spojů – precizní plánování vzduchotěsné obálky</p> <p>Test neprůvzdušnosti - <math>n_{50}</math> pod <math>0,6 \text{ h}^{-1}</math>, utěsnění spár</p>
<p>Značné tepelné ztráty větráním</p>	<p>Instalace systému řízeného větrání s rekuperací tepla s účinností &gt;80%</p>
<p>Značné ztráty otopného systému, nízká efektivita</p>	<p>Nastavení otopného systému na nižší teplotní spád, regulace otopných těles, zateplení rozvodů (tloušťka izolace 200% průměru potrubí), armatur teplé vody, instalace termostatických ventilů.</p> <p>Výměna zdroje tepla + využívání obnovitelných zdrojů energie</p>

### 3. Ekonomika komplexních modernizací

*Pasivní dům a rekonstrukce na pasivní dům jsou nejlepší opatření na pokojný důchod!*

*Andrea Sonderegger*

Celková cena energeticky úsporných opatření je samozřejmě bodem největšího zájmu investora a může být v konečném důsledku i bodem kde všechno začíná či končí. Přiměřená cena za rekonstrukci je nejvíce projednávaným tématem všemi účastníky projektu a analýza návratnosti slouží k odůvodnění volby – kvalitní energeticky úsporná opatření nebo běžná nedostačující renovace. Běžné analýzy jsou často zkreslené s velmi rozdílnými výsledky. V současnosti zavedená metoda provádění těchto analýz zahrnuje několik zkreslení v relaci náklady a z nich plynoucí výhody, a proto podporuje (ne nutně úmyslně) nedostačující úroveň rekonstrukcí. To ve výsledku brání skutečně účinným krokům vedoucím k trvale udržitelné výstavbě. Pokud je například metoda výpočtu návratnosti použita u rekonstrukcí, raději se zvolí levnější opatření s kratší návratností ale zároveň s menšími úsporami a kratší životností. Nicméně alternativa s kratší dobou návratnosti investic nemusí být nejprínosnější, zvláště když mluvíme o budovách, které by měly fungovat několik desetiletí, a proto jsou výpočtové metody analýz, bez pesimistických či optimistických zkreslení, zcela zásadní pro kvalitní rekonstrukci přinášející dlouhodobý užitek.

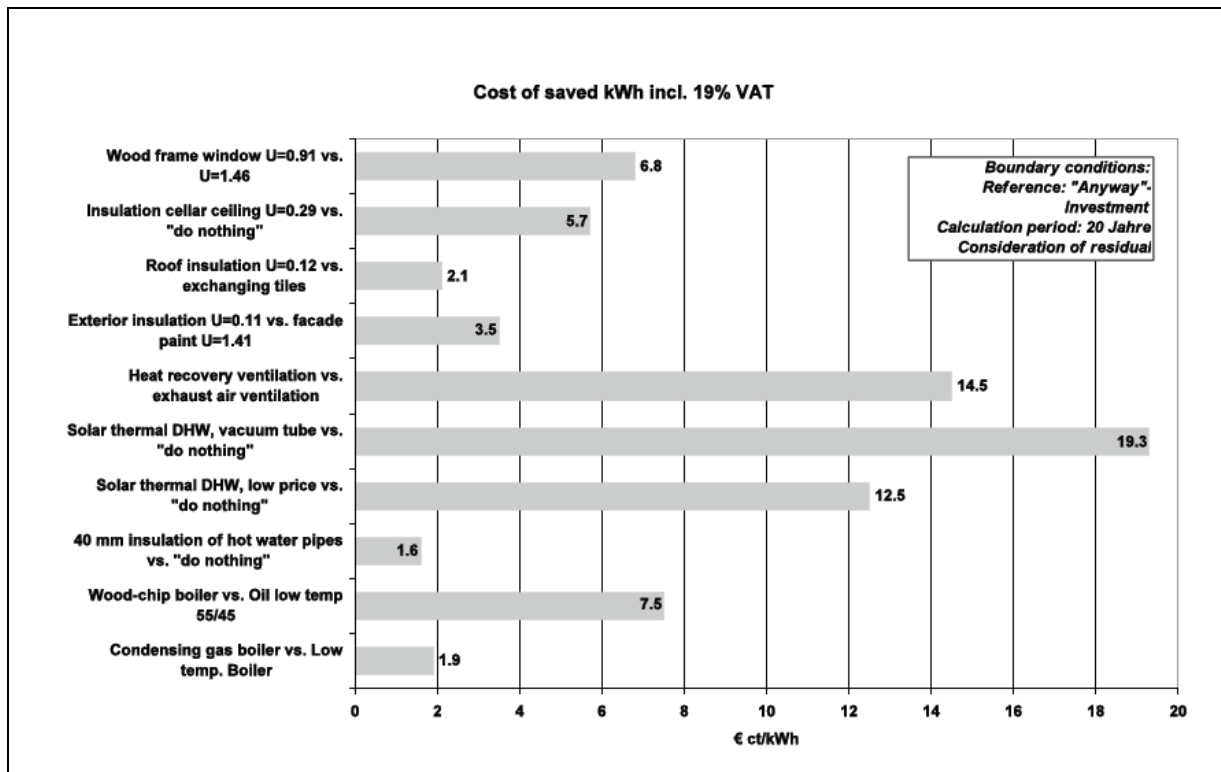
Zkreslení, která mohou ovlivnit analýzu návratnosti a jejich řešení jsou následující:

- Statická analýza, která nepočítá s úrokovou sazbou. Rekonstrukce jsou většinou zatíženy hypotékou nebo půjčkou a proto je nezbytné uvažovat i úrokovou míru.
- Exponenciální navýšení cen za energii. Kupříkladu roční nárůst cen energie nebo primární energie je 5%. Za 40let bude cena 8krát vyšší, což může navýšit úspory ale pravděpodobně k tomu reálně nikdy nedojde dokud bude fungovat trh s energií.
- Statická analýza dává spíše přednost kratší době životnosti rekonstrukce a menším úsporám energie aby doba návratnosti byla co nejkratší.
- Příliš vysoká úroková sazba bez ohledu na míru roční inflace. Je nezbytné počítat se skutečnými úroky za hypotéku a skutečnými úrokovými sazbami.
- Náklady na opravu funkčních poruch domu by měly být vyjmuty z peněz za rekonstrukci – tyto finance by bylo nutné stejně vynaložit.

Efektivnost vložených financí by měla být snadno porovnatelná investorem, proto se u rekonstrukcí používá přepočítání investice za uspořené kilowatthodiny energie za dobu životnosti opatření (např. doba životnosti tep. izolace z polystyrenu je 25let). Vypočteme jí jako podíl investice vložené do opatření a množství uspořené energie za předpokládanou dobu životnosti opatření. To nám dává jednoduchou kontrolou ekonomie. Porovnáním ceny uspořené kilowatthodiny s různými scénáři vývoje cen energií, a případně i započtením inflačního vývoje lze pak vypočítat dobu návratnosti. Počítá se následovně (Hermelink 2009):

- Vstupní náklady se znovu rozpočítají na rovnoměrné roční platby za energii v závislosti na době životnosti úsporných opatření. To se vypočítá znásobením vstupní investice patřičným faktorem anuity, který je založen na reálné životnosti úsporného opatření a úrokové míře.
- Nakonec jsou roční splátky rozděleny na roční úspory energie. Nyní se mohou „náklady za uspořené kWh energie“ porovnat se současnými nebo předpokládanými budoucími cenami energie, a z toho vidíme, zda se tato investice do energie vyplatí.

Cena ušetřené kilowatthodiny je pojem, který se zavádí v případě rekonstrukcí nebo dílčích úsporných opatření. Následující graf ukazuje cenu za ušetřenou kWh u jednotlivých úsporných opatření dle PHI.



Obr. 21: Cena za uspořenou kilowatthodinu energie pro jednotlivá opatření (Zdroj PHI)

Je nepřipustné aby analýzy návratnosti počítaly s důležitými vlastnostmi kvalitní rekonstrukce nesprávně. Prospěch vyplývající z úsporných opatření může být brán jako výhoda nebo přidaná hodnota, kterou rozhodně nelze zanedbat:

- zvýšení hodnoty nemovitosti v důsledku navýšení standardu bydlení po kvalitní komplexní regeneraci
- výrazná nezávislost na dodávkách a cenách energie
- prodloužení morální životnosti konstrukčních prvků, které budou déle aktuální dle technických požadavků
- lepší kvalita vnitřního prostředí – tepelná pohoda a kvalitní vnitřní vzduch a proto i zdravější podmínky pro život v těchto budovách
- zmenšení rizika – snížení rizika chudoby v případě růstu cen za energii
- vliv na životní prostředí – ochrana klimatu

Tyto argumenty činí z rekonstrukce zajímavou investici do budoucna, kde dům s velmi nízkou spotřebou energie může skutečně být nejlepší pojistkou na důchod.

## 4. Průběh rekonstrukce

### 4.1. Proces rozhodování / zadávání zakázky:

Aby energeticky úspornou a cenově přiměřenou rekonstrukci objektu bylo možné uskutečnit, nejprve musí přijít podnět od vlastníka nemovitosti. Bohužel často se stává, že majitelé nejsou dostatečně informováni a většina architektů a inženýrů, bez znalostí technologie pasivních domů, jim také nemůže pomoci. K dosažení požadovaného efektu je tedy nezbytné vzdělání obou - jak investora, tak architekta/projektanta.

Proces rozhodování může být ovlivněn několika faktory, z nichž nejdůležitější jsou:

- Úroveň informovanosti majitele nemovitosti a architekta/projektanta o vhodných úsporných opatřeních a z nich plynoucích výhodách (vysvětleno v předcházejících odstavcích)
- Vlastnická práva
- Účast nájemníků, případně majitelů bytů

#### Vlastnické práva a vliv na proces rozhodování

Vše závisí na lidech, a proto se úspěch v této oblasti odvíjí od jejich povědomí a přesvědčení. Mnohdy nebrání kvalitním rekonstrukcím na pasivní standard samotné vyšší finanční náklady, ale vůle a přesvědčení vlastníků a dalších zainteresovaných o správnosti vynaložených prostředků tímto směrem. Na rozhodovací proces mají značný vliv majetkoprávní vztahy k nemovitostem. Existuje několik typů vlastnictví a z nich plynoucích pravomocí v rozhodování, financování nebo realizaci. V České republice může vlastníkem být:

- Soukromá osoba
- Stát/ obec
- Bytové družstvo
- Korporace/Firma
- Majitel bytu obvykle ve sdružení vlastníků bytů

Který typ vlastnictví je v České Republice nejlepší pro údržbu a komplexní renovace? Z výsledků šetření Ústavu územního rozvoje vyplynulo, že největší motivaci mají vlastníci bytových jednotek, po nich následují bytová družstva. Skutečný stav regenerací s tím tak jednoznačně nekoresponduje. Družstva a vlastníci se sice o domy průběžně starají lépe, ale provádějí spíše dílčí modernizace, jako zateplování obvodových plášťů, výměnu oken a vnitřních rozvodů. Častokrát je míra těchto kroků omezena rozpočtem, a nevolí se komplexní vysoce úsporná řešení. Rozsáhlejší modernizace a opravy provádějí některé obce, jiné plánují spíše postupnou privatizaci. Hlavním tématem jsou možnosti financování, zde jsou uvedeny následující varianty:

- **Dodatečné náklady (vícenáklady) za modernizaci jsou částečně promítnuty do nájmu** – tato varianta je stále nedostačující, protože ne všechny náklady vynikající z provedení úsporných opatření mohou být spláceny z vyšších nájmů. Existují také silné nedostatky legislativy v souvislosti s hospodařením s byty (neplatiči, bydlení načerno, regulace nájemného).
- **Půjčky / hypotéky** – jsou nejrozšířenějším způsobem financování renovací. Pro soukromé majitelé nebo menší sdružení vlastníků je obtížnější získat potřebné

finance. V zahraničí je běžné, že rekonstrukce na pasivní standard jsou zvýhodněny, protože schopnost splácet půjčky je při minimálních provozních nákladech o mnoho vyšší. Taková záruka ve formě pasivního nebo nízkoenergetického domu, je zvýhodňována menšími úrokovými sazbami nebo větší poskytnutou částkou na pokrytí potřebných vícenákladů. Jsou také společnosti, podobné stavebním spořitelnám v ČR, které poskytují půjčky se zvýhodněnými úrokovými sazbami na vícenáklady spojené s pasivními prvky, které jsou spláceny z úspor na provozních nákladech. Bohužel banky u nás zatím nezohledňují kvalitu nebo míru provedených energeticky úsporných opatření na možnost získání půjčky, její výšku a zvolenou úrokovou sazbu.

- **Dotace** – v současnosti existuje dotační program, podporující rekonstrukce bytových a panelových domů. Rozlišuje se zde, jaké úrovně úspor bylo rekonstrukcí dosaženo – pokud roční spotřeba tepla na vytápění je menší než 30 kWh/m<sup>2</sup>a, pak je výše dotace 1500 Kč/m<sup>2</sup>, pokud je menší než 55 kWh/m<sup>2</sup>a, podpora činí 1050 Kč/m<sup>2</sup> podlahové plochy. Více o dotačním programu na stránkách [www.zelenausporam.cz](http://www.zelenausporam.cz).
- **Vlastní kapitál** – používá se často při spolufinancování půjčky. Jen větší bytová družstva nebo obce mají dostatek prostředků k financování většiny úsporných opatření ze svého.

### Participace nájemníků bytů v rozhodovacím procesu

Zjištění potřeb nájemníků, případně vlastníků a přizpůsobení koncepce renovace těmto potřebám je nesmírně důležité, protože nakonec jsou to tito lidé, kteří dennodenně využívají tyto budovy. Tento fakt v minulosti a bohužel i dnes značně zanedbáván však rozhoduje o úspěšnosti renovace budovy. Nebudou-li nájemníci, příp.vlastníci ztotožnění se změnami a také dostatečně informováni, může to ovlivnit i spolupráci během rekonstrukce i uživatelské chování po uvedení do provozu. Spokojenost uživatelů závisí na jejich souhlasu s opatřeními. Stalo se již několikrát, že skupina obyvatel vznesla protest nebo použila právní sílu proti průběhu rekonstrukce. Většinou to bylo způsobeno pochybnostmi obyvatel a nedostatkem informací o jejich výhodách. Nejlepším lékem je proto efektivní komunikace s obyvateli objektu od samého počátku průběhu rekonstrukce.

Zjištění potřeb a zájmů nájemníků může probíhat více způsoby. Kvůli objektivitě celého procesu je možné a většinou i žádoucí pozvat si externí organizaci, která pomáhá zjednodušit jednotlivá setkání, vyhodnocuje dotazníky a slouží jako prostředník a dohled nad průběhem rekonstrukce. Usnadnění neboli řízení setkání či diskuzí je důležitý proces, který může výrazně pomoci v komunikaci mezi lidmi, kde jsou vyhraněné názorové skupiny. Tyto se objevují prakticky u všech rekonstrukcí a k dosažení dohody či rozhodnutí je často potřeba profesionálních schopností k zvládnutí problematických situací. V případě nepřítomnosti pomocníků se musí této role ujmout někdo z řad obyvatel, nicméně jeho nestrannost může být chápána různě.

Důležité je, aby byli obyvatelé ochotní se zapojit a to již od začátku ve fázi plánování a první informace. Proto je vhodné vytvořit již na prvním setkání pracovní skupiny dobrovolníků z řad obyvatelů. Ti dále působí v různých oblastech jako „mluvčí“, iniciují informační setkání případně další akce. Následující body mohou pomoci při zapojování obyvatelů.

Nejčastěji používané komunikační metody:

- moderované veřejné shromáždění nezávislou osobou
- dotazníky
- rozhovory
- schránky na dotazy od začátku do konce

- oslavy/festy
- sídlištní časopis/zpravodaj

Obyvatele lze zapojovat ve více úrovních.

### 1. Úroveň - Informace

Informace jsou základem pro zapojení obyvatel do připravovaného procesu stavby či rekonstrukce. Jedná se o tok informací od stavitele k občanům. Možné způsoby informování jsou:

- osobní či hromadný dopis
- pozvánky
- zápisy z jednání domovního společenství
- informace na vývěscích
- e-maily
- interní časopis
- webové stránky

### 2. Úroveň – Konzultace

Zde dochází k dialogu mezi stavitelem a obyvateli, díky čemu jsou v projektu zohledněny požadavky obyvatel. Způsoby dialogů mohou mít následující formu:

- osobní rozhovory
- dotazování/dotazníky (osobní, písemné, telefonické)
- veřejné shromáždění/projednávání
- setkávání
- exkurze

### 3. Úroveň - Spoluvytváření

V této fázi dochází k aktivnímu zapojení obyvatel. Občané se dlouhodoběji zabývají konkrétními úkoly a zapracovávají své připomínky, dotazy a přání do plánů. Na této úrovni jsou občané považováni za experty na své bydlení a své přímé okolí.

Způsoby zapojení:

- kulaté stoly
- pracovní skupiny
- workshopy

Negativem spoluvytváření je malá část angažovaných obyvatel. A naopak u velkých projektů není možné, aby se všichni zapojili. Proto je snaha vytvořit stabilní okruh lidí, kteří budou participovat.

#### 4. úroveň Spolurozhodování

U procesu spolurozhodování obyvatelé přebírají zodpovědnost za rozhodnutí. Jedná se o rozhodnutí kolektivní např. týkající se celého bloku ale i individuální (kde rozhodují o svém vlastním bytě).

Způsoby zapojení např.: hlasování

##### Základní pravidla zapojení obyvatel:

- obyvatelé musí mít přístup k informacím o projektu
- všichni obyvatelé, kteří se o projekt zajímají, by se měli účastnit procesu zapojení
- na začátku musí být stanoveno, jak bude naloženo s výsledky procesu zapojení obyvatel
- obyvatelé musí být se svými žádostmi, prosbami a návrhy bráni vážně.
- proces zapojení nesmí sloužit žádné manipulaci, zneužití a musí být nestranný.

#### 4.2. Výběr projektanta – popis /zásady

Kvalitní projekt je základem kvalitní rekonstrukce. Použití výše uvedených zásad k dosažení energeticky úsporné rekonstrukce může navrhnout investor ale musí zde být i někdo, kdo zahrne tyto zásady do stavebního projektu. Jen architekti/projektanti, kteří mají zkušenosti s technologií nízkoenergetických nebo pasivních domů, mohou navrhnout energeticky i ekonomicky úsporné řešení. Investor by proto měl prověřit reference předchozích rekonstrukcí projektantů.

Vyšší cena za projekt je obvykle odůvodněná, protože projektová dokumentace je zpracována podrobně. Celkový a detailní návrh, i když je o něco dražší, může hodně zachránit během realizace, takže např. sestavit položkový rozpočet bude také jednodušší. Stavební firma bude schopna poskytnout přesnou nabídku bez dalšího navyšování ceny během stavby.

Projektová dokumentace rekonstrukce by měla zahrnovat:

- Návrh vhodné tepelné izolace s tepelnými vlastnostmi konstrukce dle doporučení pro pasivní domy
- Řešení konstrukčních detailů bez tepelných mostů (např. okna, atika, střecha, atd.)
- Návrh vzduchotěsné vrstvy s použitím těsnících materiálů
- Optimalizace oken (typ zasklení, rám, letní zastínění, atd.)
- Návrh nuceného větrání (volba vhodného větracího systému, protihluková i protipožární ochrana, možnost regulace a revize)
- Regulace otopného systému a patřičné zateplení rozvodů (případně náhrada zdroje tepla)
- Výpočet potřeby energie dle národní normy a ekonomická kalkulace

V případě jakýchkoliv pochybností o návrhu, je možné přizvat externí organizaci nebo projektanty ke kontrole.



### 4.3. Výběr projektanta – realizační fáze

Celková rekonstrukce vyžaduje nejen precizní návrh ale také kvalitní práci, která nemůže být realizována „amatéry“, proto je dobré se ujistit, že všechny práce provádí kvalifikovaná firma s patřičnými zkušenostmi a zárukou kvality. Nejdůležitější je pečlivý výběr stavební firmy, která je schopná zajistit logistiku na staveništi, stavební dozor, prvotřídní provedení a kvalitní záruky (Blower-door test, teplotní snímky).

- Informujte se o referencích a zkušenostech stavební firmy
- Porovnejte cenové nabídky firem
- Důležitá je smlouva o dílo, nejlépe ověřená právníkem.
- Ve smlouvě požadujte dosažení požadovaných hodnot a záruku kvality.
- Záruky by měly být zahrnuty ve smlouvě, stejně jako penále a pokuty.

Pokud se vyskytnou pochybnosti o kvalitě stavební firmy, vždy je možné využít služeb stavebního inspektora nebo externího inženýra. Náklady s tím spojené se vyplatí, díky službám externí inspekce jsou ušetřené náklady mnohem vyšší.

Obvykle se většina prací musí vykonat za provozu bytů. Během provádění opatření, u kterých je potřebná spolupráce nájemníků, je potřeba je řádně informovat o průběhu, náročnosti prací a časovém rozvrhu, abychom zamezili potenciálním stížnostem a nepříjemnostem.

### 4.4. Fáze užívání rekonstruovaných bytů

Po úspěšné rekonstrukci přichází fáze užívání. Abychom dosáhli požadovaných výsledků v úsporách energie, zcela zásadní je, jakým způsobem budou nájemníci byty užívat. Je obtížné změnit dlouholeté návyky. Nájemníci mají občas tendenci používat okna k větrání místnosti, i když je zapnutá jednotka vzduchotechniky nebo se snaží snížit teplotu v místnosti otevřením oken, místo aby otočili ventilem u radiátorů.

Z těchto důvodů by projektanti nebo externí organizace měli vydat uživatelskou příručku s odpověďmi na nejčastěji kladené dotazy a osobně ji po ukončení rekonstrukce doručit nájemníkům. Doporučuje se také provést úvodní zaškolení, buď hromadné nebo individuální, k užívání systému. Nájemníci by měli mít možnost poradenství i později během užívání.

Hlavní uživatelské problémy, které snižují význam energeticky úsporných opatření:

- Použití přirozeného větrání okny zvláště v zimě místo nuceného větrání s rekuperací tepla.
- Příliš velká výměna vzduchu (intenzita větrání) může způsobit velmi suchý vzduch v interiéru – nutné nastavení vhodného stupně v závislosti na počtu osob v bytě.
- Příliš vysoká vnitřní teplota – po rekonstrukci jsou povrchy stěn, oken, atd. teplejší, takže je možné pokojovou teplotu snížit při zachování stejné tepelné pohody.
- K termoregulaci nejsou používány ventily u radiátorů – termostatické ventily udržují nastavenou pokojovou teplotu.
- V letním období se řádně nevyužívá zastínění a okna jsou často během den otevřená – to může vést k přehřívání interiéru a tepelné nepohodě; řešením je použití stínícího systému společně se zavřenými okny a nuceným větráním v letním režimu.

Tyto problémy se obvykle objevují během prvního roku po rekonstrukci. Pokud je to nezbytné, může se zajistit i dodatečný monitoring (např. otevírání oken, užívání vzduchotechniky, pokojové teploty, atd.), stejně jako se doporučují i pozdější setkání s nájemníky ohledně správného užívání a dalších případných řešení. V některých případech je možné nainstalovat automatický měřič spotřeby, nicméně cena je ve srovnání s možnými úsporami nevýhodná.

## 5. Nejlepší ukázky rekonstrukcí

Kvalitní a úspěšné příklady realizovaných rekonstrukcí jsou zejména u bytové výstavby velmi důležité a značně ulehčují další opakování. Jeden nepovedený příklad může pokazit reputaci na delší dobu, špatné zkušenosti se bohužel těžko vymazávají z paměti. Příklady uvedené v další části jsou ty povedené, a tudíž stojí za to je zopakovat. V nich je taky popsán způsob jakým probíhala komunikace s uživateli (nájemníky nebo vlastníky) bytů. Takové zapojení, integrování uživatelů do procesu navrhování, v minulosti zanedbávané, je nezbytné pro úspěšné komplexní renovace a spokojené uživatele.

### 5.1. Solanova (Dunaújváros, Maďarsko)

82 – 90% úspora energie

Místo stavby:	Dunaújvárosi Viz-, Csatorna-,Hőszolgáltató Kft., Maďarsko
Okolí:	město
Podnebí:	mírné kontinentální, zima -15 až -10°C
Rok výstavby	1975
Rok renovace	2003 – 2005
Typ stavby / počet pater	panelový dům - 7 pater
Počet bytových jednotek	42
Celková podlahová plocha	2742 m <sup>2</sup>
Potřeba tepla na vytápění [kWh/(m <sup>2</sup> a)] před renovací	213
po renovaci	40 = úspora 82%
Vlastník	společenství vlastníků
Projektant a stavitel	
Cena energeticky úsporných opatření	240 €/m <sup>2</sup> + DPH
Financování	individuální - vlastníky bytů za podpory maďarské vlády a místní samosprávy

#### Cíle a výsledky

**Cílem byl pilotní a opakovatelný projekt komplexní renovace panelových domů s faktorem 10**, tedy méně než 10% potřebou energie na vytápění po renovaci. Po první otopní sezóně byly úspory energie na vytápění 82% po druhé sezóně úspory až 92%. Původní celková roční spotřeba energie na vytápění 213 kWh/(m<sup>2</sup>a) se snížila na 40 kWh/(m<sup>2</sup>a) a po druhé sezóně na 20 kWh/(m<sup>2</sup>a). Podíl obnovitelných zdrojů ze solární energie činí až 20 % celkové spotřeby tepla na vytápění a ohřev TUV.

V rámci projektu evropské komise „ECO – BUILDING“, zaměřeného na renovace stávajících panelových domů ve východní Evropě. Je to první ukázkový příklad implementace trvalo udržitelného přístupu. Snahou u SOLANOVY je symbióza tří strategií:

- návrh reflektující požadavky uživatel
- optimalizované energetické vlastnosti budovy
- optimalizován podíl využívání solární energie

Výsledkem je skvělý ukázkový příklad komplexní renovace na nízkoenergetický standard blízky pasivnímu za přijatelné náklady, které u podobných opakujících se renovací mohou klesnout o dalších 10 – 15%. Spokojenost uživatelů s teplotou i se samotným bytem se radikálně zvýšila a to zejména kvůli integrálnímu přístupu, kde návrhu předcházely průzkum mínění uživatelů.

Projekt by neproběhl úspěšně bez partnerů a dalších institucí:

- University of Kassel, Center for Environmental Systems, Research (WZ III)
- Budapest University of Technology and Economics
- Energy Centre Hungary
- Passive House Institute

#### **Koncept renovace - klíčové body**

- Izolace fasády, sklepa, atiky a střechy
- Vysoce efektivní izolační trojskla s integrovanými žaluziemi
- Použití vysoce efektivního nuceného větrání s rekuperací tepla v každé bytové jednotce
- 20% celkové spotřeby energie na vytápění a ohřev teplé vody pokryto solární energií
- Vytvoření společných prostor – na střeše objektu realizována „zelená střecha“
- Spokojení uživatelé

## Porovnání – současný stav technologií

Před renovací	Po renovaci
Obvodové zdi nezateplené: $U = 1,8 - 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , značné tepelné mosty	Obvodové zdi zatepleny 16 cm EPS $U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Střecha $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Střecha zateplena 30cm XPS + zelená střecha $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Okna – dřevěné jednoduché $U_w = 3,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ – zabudovaného okna	Okna – plastové Izolační trojskla (2+1) s integrovanými žaluziemi, zajištěná neprůvzdušnost $U_w = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Větrání přirozené okny	Větrání nucené větrání s rekuperací tepla – účinnost zpětného zisku tepla > 80%
Vytápění radiátory – vysokoteplotní systém 90/70°C	Vytápění Redukovaný počet radiátorů – nízkoteplotní systém 60/45°C, termostatické ventily Podpora vytápění a ohřevu teplé vody – 72 m <sup>2</sup> solárních termických kolektorů – 20% podíl
Neprůvzdušnost $n_{50} = 7 - 12 \text{ h}^{-1}$ , velmi netěsná okna	Neprůvzdušnost neměřena – ale vzhledem k spotřebě energie a těsným oknům se předpokládá $n_{50}$ asi 1 h <sup>-1</sup>

## Energetické úspory a monitoring

Celková spotřeba energie na vytápění před renovací:	<b>213 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci (po 1. zimě):	<b>40 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci (po 2. zimě):	<b>29 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>

## Zkušenosti a závěry - komunikace s uživateli

Projektu předcházela průzkum mínění a požadavek uživatelů, který se **velice osvědčil**. Výsledkem je radikální nárůst spokojenosti uživatelů, který by bez jejich zapojení nebyl tak patrný. Průzkum na překvapení projektových manažerů, mimo jiné ukázal větší nespokojenost s teplotami v létě než v zimě. To způsobilo změny v konceptu, a důraz zejména na dosažení teplotního komfortu v létě.

Jedním z největších problémů, s kterými se projekt Solanova potýkal, byla skutečnost, že renovace probíhala za provozu objektu, což je stejné i při rekonstrukcích v ČR. Uživatelé byli

dostatečně informování a hlavně ztotožnění s nastávajícími změnami, co jim dodalo potřebnou trpělivost a optimismus na překlenutí tohoto období. Proto asi největším odkazem tohoto projektu je zkušenost, že samotné vysoce kvalitní technické navržení změn, nestačí k úplné spokojenosti uživatelů. Jen plně přesvědčení a ztotožnění uživatelé, kterým se plní jejich přání, dokáží náležitě ocenit novinky a změny. K tomu je potřebná systematická práce iniciátorů projektu, zahrnující prezentace, jednání s lidmi a hlavně naladění se na kulturní prostředí. Protože, co je přijatelné v jedné zemi, nemusí být lehce přijatelné v zemi druhé. Často vyvstávají obavy z nových technologií. Zejména kvůli jejich neznalosti lidé zajímají ze zásady obranný postoj, který lze změnit jen kvalitní osvětou, prezentacemi a v neposlední řadě ukázkovými objekty, kde lidé mohou vidět, že to jde, a jaké výhody jim to přinese. Proto jsou modelové projekty, jakým je bezesporu i Solanova, velice cenné a fungují jako určitý základ pro další opakování.

Současně s řadou technických analýz byl proveden v rámci projektu **socioekonomický průzkum**. Průzkum za poslední dvě dekády vede k názoru, že samotné technické měření a analýzy nevedou k předpokládaným výsledkům. Důvody selhání jsou hlavně tyto:

- zvyky / uživatelské chování lidí nejsou známy, nebo jsou nerespektovány
- vědomosti uživatelů týkající se „správného“ uživatelského chování se nespojuje s novými technologiemi a podmínkami
- přání uživatelů jsou neznámá a proto ignorovaná
- není brán na zřetel současný stav na trhu nemovitostí a druhy vlastnictví

Aby se vyhnuli těmto nástrahám v projektu Solanova, byli **integrováni uživatelé do navrhování rekonstrukce**:

- informováním uživatelů
- informováním od uživatelů

Na začátku byl proveden výzkum, zaměřující se na spokojenost uživatelů s byty před rekonstrukcí, spokojenost s teplotami, návrhy na zlepšení a obavy.

Na zjištění nezkradeného pohledu co si uživatelé přejí a co ne byly položeny 4 otázky:

- Co se vám nejvíc líbí ve vašem bytě?
- Co by jste chtěli mít jinak ve vašem bytě?
- Co se vám nejvíc líbí ve vašem paneláku?
- Co by jste chtěli mít jinak ve vašem paneláku?

Jedním z hlavních výstupů průzkumu mínění, který změnil koncept rekonstrukce, byla obecná spokojenost uživatelů s vnitřními teplotami v zimě a v létě.

	velmi spokojení	spokojení	neutrální	nespokojení	velmi nespokojení
Teplota v zimě	13,5 %	29,7 %	32,4 %	16,2 %	8,1 %
Teplota v létě	2,7 %	8,1 %	27,0 %	27,0 %	35,1 %

V zimě jsou uživatelé spíše spokojení než nespokojení. V létě bylo na straně nespokojených 62,1 % oproti 10,8 % na straně spokojených uživatelů. V porovnání s vnímáním teplot v zimě, to přináší takřka alarmující výsledky.

Ve fázi konceptu to vneslo celkem nový aspekt do rekonstrukce. Obyčejně je zaměřeni na zimní období, kvůli energetickým úsporám. V tomto případě se stalo samozřejmostí, že návrh komfortu v letním období, mělo větší váhu jako super energeticky úsporné opatření v zimě.

Realizaci předcházeli i další fáze komunikace s uživateli. Vedli se **rozhovory s uživateli**, kde spíš, než jen přednášky, jim byli zodpovídaný jejich otázky. Zřízena byla **ukázková místnost**, kde byla nainstalována vzduchotechnika, další ukázky např. skladby stěn, instalovaného okna apod. V stanovených provozních hodinách tam byli partneři projektu, kteří zodpovídali dotazy. Po realizaci byli uživatelé detailně informováni a poučeni s užíváním systému větrání. K této příležitosti byl vydán také manuál uživatelského chování, kde byly odpovědi na nejčastější otázky a rady v případě problémů.

Výběr systému větrání a vytápění byl pravděpodobně nejcitlivějším tématem Solanovy. Fakt, že renovovaná budova se vzduchotěsně osazenými okny a celkově těsnou obálkou, potřebuje systém nuceného komfortního větrání je nepopíratelný. Během návrhu proběhlo víc diskuzí o výběře co nejlepší koncepce větrání. Obecně se zvažovalo dle stanovených kritérií:

- investiční a provozní náklady
- údržba (přístup, náhradní díly, riziko poruch)
- rušivé vlivy během instalace (hluk, prach)
- provozní hlučnost
- prostorové nároky
- riziko poškození (vandalismus)
- požární ochrana
- komfort (teplotní, pachy)
- možnost opakování řešení
- komplexnost
- jednoduchost ovládání
- dostupnost na trhu.

Do úvahy přicházelo více variant:

- a) 2 velké centrální větrací jednotky, každá pro 21 bytů a vytápění radiátory

V průběhu návrhu se tato varianta postupně zamítla. Problém byl s umístěním jednotek, nebyl nalezen dostatečný prostor, jen za vynaložení neúměrných nákladů. Složitě je taky zaregulování systému a požární ochrana. Samotný ovládání takového systému v jednotlivých bytech je příliš složité a drahé. Tato koncepce současně vyžaduje napojení všech bytů ve stupačce, co komplikuje jednání s vlastníky bytů.

- b) decentrální větrací jednotky pro každý byt a vytápění radiátory

Některé nevýhody centrálního řešení se dají eliminovat použitím malých větracích jednotek, s dvěma ventilátory pro přiváděný a odtahovaný vzduch a vysoce efektivním rekuperačním výměníkem tepla. Bytové jednotky nejsou připojeny rozvody a tudíž jsou malé nároky na požární ochranu. U malých bytů je zásadní, aby byly jednotky co nejmenší. Již brzy se ukázalo umístění jednotky do podhledu vstupní haly jako nejlepší kompromis. Samozřejmě jednotka by měla být co nejmenší, protože světlá výška je zde menší než 2,6 m. Nakonec

jedna větrací jednotka s výškou 0,2 m byla nalezena, která kombinuje vysokou efektivitu (účinnost > 85 %), nízkou spotřebu energie ventilátorů a nízkou hlučnost.

- c) decentralní větrací jednotky s cirkulací a teplovzdušným vytápěním pro každý byt

Během projektu byla nabídnuta varianta výrobcem z České republiky, která díky cirkulačnímu módu vytápění dokáže pokrýt i tepelnou ztrátu tohoto objektu. Pro byty v 2. až 6. patře by mohlo být použito běžného teplovzdušného vytápění, protože mají tepelnou ztrátu menší než 10 W/m<sup>2</sup>K, která je hraniční pro tento systém. Systém cirkulace vytápěného vzduchu dokáže pokrýt i větší tepelné ztráty, které i byty v nejvyšším 7. patře a v 1. patře nad obchody měly.

Následující výhody oproti řešení c), vedli k výběru varianty b), tedy **decentrální větrací jednotky pro každý byt a vytápění radiátory**:

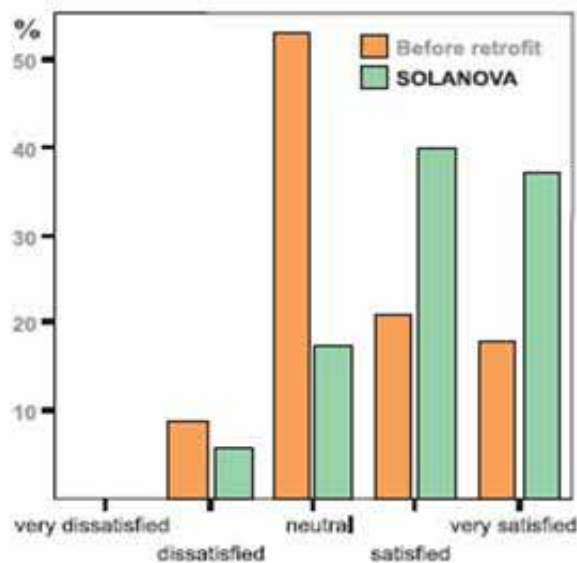
- menší nároky na prostor:
  - kvůli cirkulaci musí být instalovány větší průměry rozvodů, aby byla dodržena potřebná rychlost vzduchu a hlučnost
  - aby nebyl vytápěn prostor chodeb, musí být rozvody izolovány
  - musí být instalován přídatný rozvod pro cirkulaci vzduchu
- jednodušší regulace kvůli nepřítomnosti cirkulace a teplovzdušného vytápění
- použití radiátorů rozptýluje obavy z menšího komfortu v blízkosti oken, při použití oken nesplňujících požadavky na pasivní standard
- použití radiátorů a termostatických ventilů umožňuje kontrolovat teploty v jednotlivých místnostech a je to zažité řešení, snadné na obsluhu a preferované uživateli. Cirkulace regulaci v jednotlivých místnostech neumožňuje, jen u bytové jednotky, jako celku.
- menší hlučnost; u cirkulace kvůli větším objemům vzduchu je hlučnější jednotka, (ventilátory, ložiska). U malých bytů je to problém, protože jednotka je ve všech místech relativně blízko.
- menší cena; vzhledem k vícenákladům spojeným s cirkulací vychází varianta větrání + radiátory cenově lépe
- menší obava z hygienických problémů; idea, že použitý vzduch cirkuluje po bytě, i když WC a koupelna je odváděna samostatně, vytváří obavu z šíření pachů, např. kouř z cigaret apod.

Navzdory velké snaze o kvalitní informovanost, se zažité uživatelské chování těžce mění. Po uvedení do provozu a první zimě byly úspory sice větší než odhadované, ale průzkum zjistil průměrnou teplotu bytů 24,7°C. Navýšení pokojové teploty oproti výpočtovým 20°C, způsobilo až 50% navýšení spotřeby energie. Po konzultacích s uživateli se během následující zimy udělaly značné pokroky.

V létě nastali další uživatelské problémy se stíněním a nočním větráním – předchlazením. Stínění se v mnoha případech používalo v nevhodný čas, co způsobilo navýšení teplot interiéru, i když zdaleka ne tak podstatně, jako bylo v minulosti běžné.

Nejdůležitější zjištění bylo, že nelze separátně plánovat a navrhovat řešení bez zapojení uživatel. Jejich míra spokojenosti je přímo úměrná jejich vůli a přesvědčení správnosti daných změn. V tomto případě byla míra zapojení a informovanosti uživatel velmi vysoká, no beztak plánované uživatelské návyky měli daleko od ideálu. Míra spokojenosti uživatelů byla v tomto případě velice vysoká co ilustrují i následující graf.





Obecná spokojenost obyvatelů s byty v Solanově před (oranžová) a po renovaci (zelená). Zleva přes velice nespokojené, neutrální až velice spokojené vpravo.

Další tabulka ukazuje spokojenost uživatelů s vnitřní teplotou.

	před renovací	po renovaci
velmi nespokojení	9,1 %	0 %
nespokojení	12,1 %	0 %
neutrální	30,3 %	2,9 %
spokojení	33,3 %	31,4 %
velmi spokojení	15,2 %	65,7 %

Tyto průzkumy mínění ukazují zřetelně uspokojivé výsledky.

Až po výběrové konání v létě 2004, se projektovému teamu dařilo bez větších problémů při navrhování a optimalizaci technické části. Tato situace se změnila, kdy se ukázalo jako skoro nemožné najít co i jen jednu stavební firmu, která by byla ochotna uvést do praxe principy prakticky neznámé ve východní Evropě, a to za rozpočet neumožňující „příplatek ze strachu“, teda za práci napoprvé. I po nalezení partnera ochotného zapojit se do projektu Solanova, byly ním požádáni o nejvyšší možnou míru trpělivosti. Mělo to za následek další odkládání, klíčová rozhodnutí a navyšování ceny.

V konečném důsledku, finanční stránka projektu Solanova dokazuje, jak velké změny je možné učinit za omezené náklady 240 €/m<sup>2</sup> (bez DPH), co je v přepočtu asi 6.700 CZK. Je známo, že modelová neboli první projekty vyžadují o něco vyšší náklady. Očekává se, že cena při opakovaných rekonstrukcích se dostane pod 200 €/m<sup>2</sup>. Více smysluplná, než vyčíslení doby návratnosti, je cena ušetřené kWh během doby životnosti, na kterou je rekonstrukce navrhována. Cena potom může být porovnána s aktuální cenou nebo předpokládanou cenou v budoucnu. V závislosti od budoucích úspor energie a doby životnosti se vypočítaná cena kWh pohybuje mezi 2,6 až 4,5 ct/kWh + DPH, v přepočtu 0,73

až 1,26 CZK/kWh + DPH. Už teď jsou tyto ceny menší, než aktuální cena energie. To znamená, že Solanova je „výhodná koupě“ a to i bez započtení všech dalších pozitivních vlivů spojených s takovou renovací:

- lepší reputace pro sousedy i celou oblast,
- přínos pro životní prostředí,
- lepší možnosti pro využívání obnovitelných zdrojů energie,
- větší finanční jistota pro vlastníky vyplývající z takřka nezávislosti na cenách energie,
- do domu se nedostává znečištění – prach, hluk, protože okna mohou být zavřená a řízené větrání obsahuje filtry
- stálé a komfortní vnitřní prostředí v zimě i v létě
- kontinuální zásobování čerstvým vzduchem
- eliminace růstu plísní
- více využitelného prostoru v místnostech, plynoucí z menších nebo žádných radiátorů a z možnosti umístit nábytek i k obvodové stěně

Při větším měřítku podobných renovací, kde to již nebude „napoprvé“, se investiční náklady na dosažení podobných výhod, mohou ještě zmenšit. Je ovšem mít na vědomí, že ceny stavebních prací se stále zvyšují, co se stalo i v průběhu projektu samotné Solanovy. Proto komplexní renovace je nutné provádět co nejdříve.



Před rekonstrukcí rok 2002.



Po úspěšné rekonstrukci rok 2006.



Větrací jednotka v pohledu chodby. Následně pak obložena sádrokartonem.



Solární kolektory chrání vstupy do vchodů a současně zabezpečují více než 20% podíl na vytápění a ohřevu teplé vody.

## 5.2. Nový Lískovec (Brno, Česká republika) – 1. fáze

65 – 68% úspora energie

<b>Místo stavby:</b>	Městská část Brno – Nový Lískovec	
<b>Okolí:</b>	2 objekty - Oblá 2, Kamínky 6	
<b>Podnebí:</b>	mírné kontinentální, zima -15	
<b>Rok výstavby</b>	1980 Typ TO6B	
<b>Rok renovace</b>	2001	
<b>Typ stavby / počet podlaží</b>	panelový dům - 8 podlaží	
<b>Počet bytových jednotek</b>	32	
<b>Celková podlahová plocha</b>		
<b>Potřeba tepla na vytápění [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b>	Oblá 2	Kamínky 6
<b>před renovací</b>	135,0	117,2
<b>po renovaci</b>	42,6 = 68% úspora	40,6 = 65% úspora
<b>Potřeba tepla na ohřev teplé vody [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b>	Oblá 2	Kamínky 6
<b>před renovací</b>	42,3	52,4
<b>po renovaci</b>	32,3 = 23% úspora	33,1 = 37% úspora
<b>Vlastník</b>	Obecné vlastnictví	
<b>Projektant</b>	Ing. Arch Zlámal, Ing. Tomíšek	
<b>Cena energeticky úsporných opatření</b>	7 000 – 8 000 Kč/m <sup>2</sup>	
<b>Financování</b>	individuální – vlastníky bytů, úvěr, vlastní zdroje městské části – Fond Regenerace, dotace z Fondu bytové výstavby města Brno	

### Cíle a výsledky

Cílem byly kompletní regenerace panelových domů jako příklady možnosti energetických úspor. Měly být provedeny najednou všechny druhy oprav a technického zařízení budov které vzájemně souvisejí stavebně nebo funkčně.

Energetický audit ukázal více nevyhovujících prvků nesplňujících státní normu – zejména na prostup tepla stěnami, okny, značné tepelné mosty balkónů, nevyhovující teploty v jednotlivých pokojích, různé poruchy, zatékání degradaci konstrukcí a taky větrání nevyhovující z více hledisek. V energetickém auditu byly zpracovány tři varianty, z toho jedna nízkoenergetická na přání investora, která pak byla i realizována.

Výsledkem byla celková modernizace panelových domů na nízkoenergetický standard – oproti požadavkům státní normy na energetickou náročnost u novostaveb 50 % snížení spotřeby energie na vytápění. Ekonomicky se jednalo jen asi o 500 Kč navýšení měsíčního nájmu, no výsledkem je mimořádně šetrný dům, který do budoucna poskytuje jistotu uživatelům, že provozní náklady budou i při navyšování cen energií zvládnutelné. Během projektu se ukázalo jako nevýhodné provádět polovičaté řešení, které v průběhu jednoho životního cyklu 25 – 30 let již zpravidla nespĺňují požadavky zpřísňující se státní normy. Příkladem jsou panelové domy postavené kolem roku 1975, které byly v letech 1990 – 1995 zateplovány vrstvou 4 až 6 cm izolace bez vyloučení tepelných mostů, byly vyměněny dřevěné okna za plastové. Vzhledem k nekvalitě zvolených řešení a provedení, se dnes kvůli poruchám, vzniku plísní a podobně potýkají s nutností kompletní modernizace s další výměnou oken a zcela nového systému zateplení.

Použité nucené větrání funguje v pořádku až na pár koncepčních nedostatků, ke kterým došlo vzhledem k minimu zkušeností s použitím systému při odvětrávání větších bytových komplexů.

### **Koncept renovace - klíčové body**

- energetický audit a management
- izolace fasády, sklepa, atiky a střechy
- obnova střešní krytiny
- výměna oken za vysoce efektivní izolační dvojskla s kvalitními rámy, umístěné zároveň s lícem panelu kvůli eliminaci tepelného mostu v místě ostění
- použití systému řízeného větrání s rekuperací tepla v každé bytové jednotce
- zateplení rozvodů a armatur teplé vody a modernizace stávajícího otopného systému
- obnova lodžii nebo zavěšených balkónů s minimalizací tepelných mostů
- úprava vstupního prostoru včetně stříšky nad vstupními dveřmi
- spokojení uživatelé

### Porovnání – současný stav technologií

Před renovací	Po renovaci
Obvodové zdi nezateplené: U = 1,7 W/(m <sup>2</sup> K), značné tepelné mosty	Obvodové zdi zatepleny 16 cm EPS U = 0,24 W/(m <sup>2</sup> K)
Střecha U = 0,79 W/(m <sup>2</sup> K)	Střecha doplněna o 16 XPS + kačírek U = 0,19 W/(m <sup>2</sup> K)
Okna – dřevěná jednoduchá UW = 2,8 W/(m <sup>2</sup> K), značné tep. mosty v místě ostění	Okna – dřevěná eurorokna s izolačními dvojskly UW = 1,3 W/(m <sup>2</sup> K)
Větrání přirozené okny	Větrání nucené větrání s rekuperací tepla, centrální rekuperační jednotka na střeše
Vytápění radiátory – vysokoteplotní systém	Vytápění Výměna nefunkčních radiátorů – nízkoteplotní systém, termostatické ventily, zateplení rozvodů a armatur teplé vody
Neprůvzdušnost neměřena	Neprůvzdušnost neměřena

### Energetické úspory a monitoring - Objekt Oblá 2

Celková spotřeba energie na vytápění před renovací:	<b>135 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci (po 1. zimě):	<b>54,5 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci (po 2. zimě):	<b>52,2 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci (po 3. zimě):	<b>45,1 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci (po 4. zimě):	<b>42,6 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Předpoklad energetického auditu:	<b>41,6 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>

### Objekt Kamínky 6

Celková spotřeba energie na vytápění před renovací:	<b>117,2 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci (po 1. zimě):	<b>48,0 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci (po 2. zimě):	<b>44,8 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci (po 3. zimě):	<b>41,9 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci (po 4. zimě):	<b>40,6 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Předpoklad energetického auditu:	<b>37,6 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>

## Zkušenosti a závěry

Projektu předcházela energetický audit, který zhodnotil stávající objekty a navrhl možnosti – varianty energeticky úsporných opatření.

Při plánování se potýkaly s největšími problémy při výběru systému větrání. Bylo sice navrženo více variant větrání, ale vzhledem k nedostatku finančních prostředků byla zvolena kompromisní varianta s centrální větrací jednotkou na střeše objektu a do jednotlivých bytů byl umístěn přívod vzduchu pro všechny místnosti a odtah vzduchu v koupelně, WC a kuchyni. Lidem vadilo, že v zimě byl přiváděn sice přehřátý vzduch, ale přece výrazně chladnější. Způsobeno to bylo patrně velkou intenzitou větrání  $0,5 \text{ h}^{-1}$ , z důvodu chybného návrhu objemu výměny vzduchu. Nepříjemné pocity lidé řešili tím, že otvory vzduchotechniky samovolně zmenšovali a ucpávali. Tím docházelo k porušení rovnováhy celého systému. Následně snížení průtoku na polovinu ( $0,25 \text{ h}^{-1}$ ) objemu vzduchu za hodinu vedlo k prodloužení životnosti filtrů, a k úspoře energie potřebné na pohon jednotky. Největší slabinou systému je, že není možné zajistit zcela rovnoměrné větrání všech bytů na stupačce a není možné zohlednit individuální potřeby jednotlivých uživatelů bytů. Uvedené nepříjemné zkušenosti vedly při dalších regeneracích panelových domů k změně systému větrání na individuální odvětrání ventilátory ve WC a koupelně bez zpětného zisku tepla. Přívod vzduchu je zajištěn mikroventilací oken. Tento systém vyšel ve srovnání výhod a nevýhod lépe. Na druhé straně příkladů úspěšných realizací řízeného větrání je v zahraničí hodně, a šlo pravděpodobně o problém zvoleného řešení a nedostatku zkušeností s odvětráním větších obytných komplexů.

Obdobně nebyla dána důraz na zajištění neprůvzdušnosti konstrukcí, nebyl proveden test měření neprůvzdušnosti obálky. Tento test může pomoci odhalit další netěsnosti, které během provozu degradují účinnost celého systému řízeného větrání z rekuperací, běžně až o 20 – 30%. Uvedené nedokonalé řešení větrání dalo za vznik negativnímu příkladu, který se, jak se ukázalo, těžce napravuje. Při následujících regeneracích panelových domů v dané lokalitě byl upřednostněn systém odvětrávání, který ve srovnání s použitým systémem řízeného větrání vycházel jako výhodnější. Ve srovnání se systémovými řešeními použitými ke všeobecné spokojenosti v zahraničí má značné rezervy.

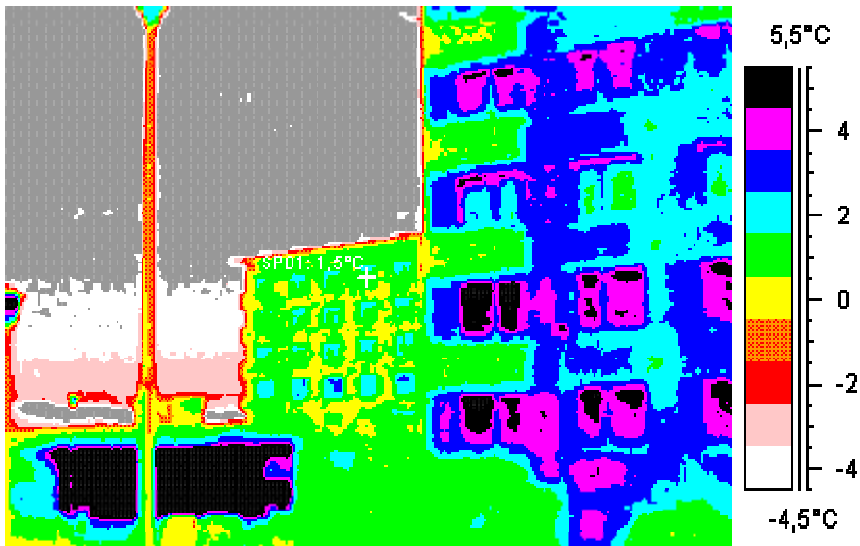
Po uvedení do provozu byly úspory energie omnoho menší než předpokládal energetický audit. Lidé si zvykali na nové klimatické poměry v domě a v mnoha bytech byla teplota 21 – 24°C a někdy i vyšší. Současné snižování teploty topné vody, zaregulování systému a komunikace s uživateli měla za následek přiblížení se k hodnotám vypočteným v energetickém auditu.

**Jako velice důležitá se jeví komunikace s uživateli, jejich kvalitní informovanost a zapojení do návrhu.** Tomuto úspěšnému příkladu předcházelo množství schůzek, informačních setkání, prezentací a další diskuzí. Výsledkem je značná spokojenost uživatelů bytů. V následovních realizacích s využitím těchto zkušeností, se předpokládá ještě další zvyšování kvality a míry energeticky úsporných opatření a spokojenosti uživatel.

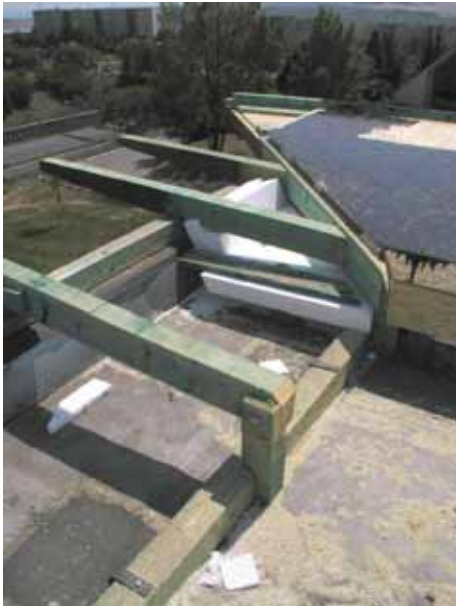




Modernizovaný dům na Oblé 2. Vpravo neizolovaný dům.



Termovizní snímek domu na Oblé 2 (vzadu vlevo). V popředí vpravo neizolovaný dům.



Stavební práce – nadstavba střechy (falešná atika), a izolování fasády polystyrénem 16 cm.



Izolované rozvody teplé vody a nově vybudované samonosné lodžie s minimalizací tepelných vazeb. Mezi lodžii a stěnou byl ponechán prostor 10 cm pro izolaci.

### 5.3. Nový Lískovec(Brno, Česká republika) – 2. fáze

58 – 70% úspora energie

<b>Místo stavby:</b>	Městská část Brno – Nový Lískovec			
<b>Okolí:</b>	4 objekty - Oblá 14, Oblá 3*, Kamínky 25 – 29**, Kamínky 31 – 35*** město			
<b>Podnebí:</b>	mírné kontinentální, zima -15			
<b>Rok výstavby</b>	1980 a 1990*			
<b>Rok renovace</b>	2002 – 2003			
<b>Typ stavby / počet pater</b>	panelový dům – 4 a 8 podlaží			
<b>Počet bytových jednotek</b>	32, 16*, 72**, 72***			
<b>Celková podlahová plocha</b>				
Potřeba tepla na vytápění [kWh/(m2a)]				
před renovací	142,5	137,7*	96,9**	92,7***
po renovaci	43,7	45,3*	43,1**	39,4***
úspora	70%	67%*	56%**	58%***
Potřeba tepla na ohřev TUV [kWh/(m2a)]				
před renovací	39,1	47,3*	43,7**	50,4***
po renovaci	33,5	34,5*	27,3**	29,8***
úspora	15%	27%*	38%**	41%***
<b>Vlastník</b>	společenství vlastníků			
<b>Projektant a stavitel</b>				
<b>Cena energeticky úsporných opatření</b>	7 000 – 8 000 Kč/m <sup>2</sup>			
<b>Financování</b>	individuální - vlastníky bytů, úvěr, vlastní zdroje městské části – Fond Regenerace, dotace z Fondu bytové výstavby města Brno			

#### Cíle a výsledky

Cílem byly kompletní regenerace panelových domů na nízkoenergetický standard. Navazují na dvě úspěšně realizované modernizace panelových domů v roce 2001 ve stejné městské části.

Energetický audit ukázal více nevyhovujících prvků nesplňujících státní normu – zejména na prostup tepla stěnami, okny, značné tepelné mosty balkónů a lodžii, nevyhovující teploty v jednotlivých pokojích, různé poruchy, zatékání degradaci konstrukcí a taky větrání

nevyhovující z více hledisek. V energetickém auditu byly zpracovány dvě varianty, z toho jedna nízkoenergetická na přání investora, která pak byla i realizována.

Výsledkem byla celková modernizace panelových domů na nízkoenergetický standard – oproti požadavkům státní normy na energetickou náročnost u novostaveb 50 % snížení spotřeby energie na vytápění. Ekonomicky se jednalo jen asi o 500 až 800 Kč navýšení měsíčního nájmu. Modernizací byl však dosaženo mimořádně šetrný dům, který do budoucna poskytuje jistotu uživatelům, že provozní náklady budou i při navýšování cen energií zvládnutelné. Cena tepla za sledované období 2000 - 2005 vzrostla o 48%. V roce 2000 by obyvatelé nezatepleného domu platili o 7 729 Kč víc než obyvatelé zatepleného. V roce 2005 by platili již o 11 450 Kč.

Z uvedeného je zřejmé, že právě při růstu cen energií se provedení energeticky úsporných opatření v co nejvyšší možné míře, vyplatí nejvíce.

### **Koncept renovace - klíčové body**

- energetický audit a management
- izolace fasády, sklepa, atiky a střechy
- obnova střešní krytiny
- výměna oken za okna s vysoce efektivními izolačními dvojsklami s kvalitními rámy, umístěné zároveň s lícem panelu kvůli eliminaci tepelného mostu v místě ostění
- použití individuálně řízeného odvětrávání ventilátorem ve WC a koupelně
- zateplení rozvodů a armatur teplé vody a modernizace stávajícího otopného systému
- obnova lodžii nebo zavěšených balkónů s minimalizací tepelných mostů
- úprava vstupního prostoru včetně stříšky nad vstupními dveřmi
- spokojení uživatelé

### Porovnání – současný stav technologií

Před renovací	Po renovaci
Obvodové zdi nezateplené: U = 1,7 W/(m <sup>2</sup> K), značné tepelné mosty	Obvodové zdi zatepleny 16 cm EPS U = 0,24 W/(m <sup>2</sup> K)
Střecha U = 0,79 W/(m <sup>2</sup> K)	Střecha doplněna o 16 XPS + kačírek U = 0,19 W/(m <sup>2</sup> K)
Okna – dřevěné jednoduché UW = 2,8 W/(m <sup>2</sup> K), značné tep. mosty v místě ostění	Okna – plastové okna s izolačními dvojskly UW = 1,3 W/(m <sup>2</sup> K)
Větrání přirozené okny	Větrání Individuální odvětrání ventilátory ve WC a koupelně + mikroventilace okny
Vytápění radiátory – vysokoteplotní systém	Vytápění Výměna nefunkčních radiátorů – nízkoteplotní systém, termostatické ventily, zateplení rozvodů a armatur teplé vody
Neprůvzdušnost neměřena	Neprůvzdušnost neměřena

### Zkušenosti a závěry

Projektu předcházel energetický audit, který zhodnotil stávající objekty a navrhl možnosti – varianty energeticky úsporných opatření.

Zkušenosti se systémem řízeného větrání při prvních dvou modernizacích v roce 2001, ovlivnili návrh větrání v dalších objektech. Řešení řízeného větrání mělo více koncepčních a realizačních nedostatků. V dnešní době jsou známé řešení a výrobky které by celou efektivitu systému zvýšili nejméně o 20% i s možností individuální regulace. U těchto modernizací byl použit systém odvětrávání ventilátorem ve WC a koupelně. Přívod vzduchu zabezpečují okna s mikroventilací, přičemž v každém bytě je jedno okno zabezpečeno proti úplnému uzavření – trvalá mikroventilace. Ve srovnání s vysoce efektivními větracími systémy se zpětným získkem tepla, které mají účinnost více než 80%, má dané řešení značné rezervy.

Obdobně jako u prvních modernizací byly i zde problémy se zaregulováním otopné soustavy, vysoké teploty, které se postupně snižovali. Regulace v bytech i když s použitím termostatických ventilů stojí a padá na uživatelských zvyklostech. Tyto faktory dohromady měly ze začátku za následek navýšení celkové spotřeby energie na vytápění o 10 – 15 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Obecně zkušenosti byly podobné jako u prvních realizací v Novém Lískovci.

#### 5.4. Bytový dům Linz (Linz, Rakousko)

93% úspora energie

<b>Místo stavby:</b>	Makartstraße, Linz, Rakousko
<b>Okolí:</b>	město
<b>Podnebí:</b>	mírné kontinentální, zima -15 až -10°C
<b>Rok výstavby</b>	1957
<b>Rok renovace</b>	2005 – 2006
<b>Typ stavby / počet pater</b>	kombinace zdivo+beton - 5 pater
<b>Počet bytových jednotek</b>	50
<b>Celková podlahová plocha</b>	3106 m <sup>2</sup>
<b>Potřeba tepla na vytápění [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b>	
<b>před renovací</b>	165
<b>po renovaci</b>	14,4 = 92 % úspora
<b>Vlastník</b>	sociální bydlení (soziale
<b>Projektant a stavitel</b>	Wohnungsbaugesellschaft)
<b>Cena energeticky úsporných opatření</b>	740 €/m <sup>2</sup> (u běžné sanace odhad 608,68 €/m <sup>2</sup> )
<b>Financování</b>	individuální – nájemníky bytů za podpory dotací
<b>Náklady na vytápění před:</b>	40,80 €/měs (byt 59 m <sup>2</sup> )
<b>Náklady na vytápění po:</b>	4,13 €/měs (byt 59 m <sup>2</sup> )

#### Cíle a výsledky

Hlavním důvodem pro rekonstrukci byly požadavky ze strany obyvatel. 1. NP bylo realizováno v nízkoenergetickém standardu, ostatní ve standardu pasivním. Jedná se o první realizaci takové rekonstrukce panelového domu s **faktorem 10** v Rakousku, teda o více než desetinásobné zmenšení spotřeby energie na vytápění. Cílem bylo provést energetický úsporná opatření za rozpočet, který umožňuje opakování, co se povedlo. Vícenáklady na pasivní prvky byly 27 % (dohromady se zřetelem na ekologicky příznivá řešení 30%), oproti běžné sanaci. V této ceně je samozřejmě započítána i vzduchotechnika, která mimo jiné navyšuje míru komfortu. Řešení v pasivním standardu značně zvyšuje kvalitu provedení, tedy běžné životní cykly 30 let se navyšují až na 50 let. Nejedná se tedy jen o návratnost ve formě energetických úspor, ale i ve formě menší potřeby údržby a celkové prodloužení životnosti.

Důležitým prvkem v projektu byla také kvalitní komunikace s nájemníky bytu, co v konečném důsledku nejvíce vplývalo na bezproblémový průběh návrhu i samotné rekonstrukce. Stejně

důležité výstupy projektu jsou nejen kvalitně provedené stavebně–technické úpravy, ale i spokojenost uživatelů, která v tomto případě byla na vysoké úrovni

### Koncept renovace - klíčové body

- Vysoce účinná tepelná izolace fasády, sklepů a střechy
- Vysoce efektivní trojí zasklení oken
- Minimalizace tepelných mostů
- Zasklené balkony
- větrací zařízení s vysoce účinným systémem rekuperace tepla > 75 %
- Vysoce účinné využití plynového tepla a solárních kolektorů pro ohřev užitkové vody

### Porovnání – současný stav technologií

Před renovací	Po renovaci
Obvodové zdi nezateplené:  $U = 1,47 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Montované panely přisazené ke stávající fasádě, gap-solar + minerální vata včetně osazených oken  $U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Střecha  $U = 1,75 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	400 mm minerální vlny  $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Strop nad 1. NP  $U = 0,97 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	100 mm minerální vlny  $0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Okna – dřevěná jednoduchá, částečná výměna za plastová s dvojskly  $U_w = 2,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	  $U_w = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Větrání přirozené okny	Větrání Lokální větrací jednotky v každé místnosti, účinnost > 75 %
Vytápění radiátory	Vytápění Ponechány stávající radiátory, teplo z CZT

### Energetické úspory a monitoring

Celková spotřeba energie na vytápění před renovací:	<b>165 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci:	<b>14,4 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>

## Zkušebnosti a závěry

Během plánovacího procesu bylo rozhodnuto, že i přes vyšší náklady, které plynou z náročnějších požadavků, bude místo plánovaného standardu 25 kWh/m<sup>2</sup>a po rekonstrukci dosaženo hodnoty 15 kWh/m<sup>2</sup>a.

Pro větrací zařízení se systémem rekuperace tepla byly vybrány dvě možné varianty :

- malé decentrální větrací jednotky pro jednu nebo více místností s maximálním objemem větraného vzduchu 15 – 60 m<sup>3</sup>/h. Přívod a odvod vzduchu prochází přímo obvodovou zdí. Tato koncepce větrání byla nakonec vybrána a instalována.
- semicentrální systém větrání, který obsahuje velkou větrací jednotku s rekuperací. Ulehčila by se zde údržba systému (výměna filtrů apod). Tyto práce může provádět personál společnosti na výstavbu bytů, aniž by vyrušoval obyvatele.

Proběhlo několik schůzí, na nichž byla obyvatelům vysvětlena rekonstrukční opatření. Zatímco byla bez problému akceptována izolační opatření a rovněž solární kolektory, objevilo se zpočátku několik kritických hlasů proti větracím zařízením a zaskleným balkonům.

Fáze plánování a jednání s nájemníky / uživateli byla provedena nezávislým konzultantem – mediátorem. Tato strategie se ukázala jako úspěšná, objektivní a pro nájemníky přijatelná a důvěryhodná. Mediace je chápána jako širší výklad ve smyslu zprostředkování/přepojování porozumění za účelem vyhnout se potencionálním konfliktům.

V centru pozornosti stálo ověření/prozkoumání přijetí plánovaného souboru opatření uživateli a zejména hlubší informační činnost a motivace uživatelů ve vztahu k řízenému větrání. Nájemníci měli být získáni jako partneři ve smyslu záruky kvality, přesvědčení o přednostech komfortního větrání a také připraveni jak zacházet s touto technologií.

Započetí rekonstrukce předcházely fáze:

- **dotazování:** průzkum očekávání a obav
- **rozhovory** s nájemci: intenzivní, podrobné rozhovory s každým nájemcem (cca. 2 hod.)
- **informační den:** zaměřený na individuální poradenství s ukázkami zařízení místnosti s větrací jednotkou. Větrací jednotka byla v plném provozu a byla naistalována tak, aby ji nájemníci vůbec nepostřehli. Tento zvolený způsob byl pro účastníky infodne dostatečně přesvědčující a vyvrátil jejich obavy z hlučnosti a velikosti jednotky. Vzduchotechnika je nejcitlivější téma komplexních rekonstrukcí. Infoden byl uskutečněn formou informačních stolů k jednotlivým tématům. Každý stůl byl obsazen kompetentním zástupcem partnerů projektu, který byl připraven zodpovědět veškeré dotazy nájemců. Byl vypracován katalog otázek s **laicky přístupnými odpovědi**.

V rámci projektu byli zřízeny konzultační hodiny pro veškeré dotazy nájemníků týkající se rekonstrukce.

Případná přání nájemců byli dle možností akceptovány. Nájemci měli prostor vyjadřovat se k celému procesu rekonstrukce a podílet se na rozhodovacím procesu.

Celkovou spokojenost nájemců dotvořilo rychlá, bezproblémová realizace, která vážně neomezila jejich každodenní život a důsledné dodržení časového harmonogramu. Vyplývá z toho nutnost detailního naplánování a logistické zvládnutí samotné realizace rekonstrukce.



Vysoká spokojenost byla následně i se systémem větrání, kde někteří uživatelé uvedli, že byl také vyřešen jejich problém s alergií.

Výsledkem aktivního informování byla konečně vysoká akceptace projektu. Zde je krátké zhrnutí zkušeností nabytých během projektu :

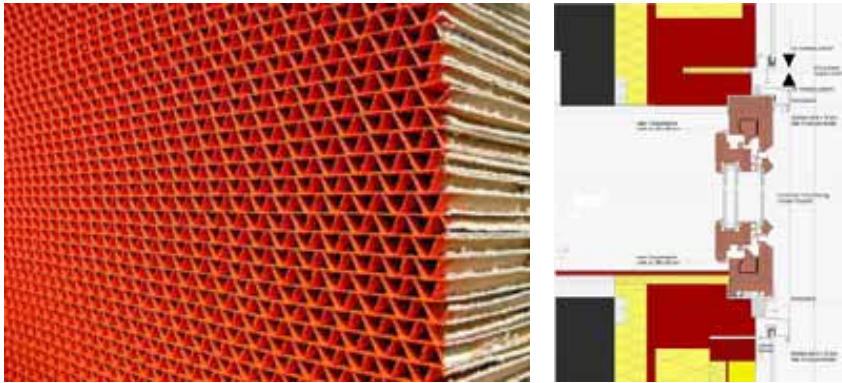
- Vestavba větracího zařízení proběhla za běžného stavu, kdy byly byty obývány. Tento fakt se zpočátku setkal s kritikou. Dnes je realizace téměř uzavřena a obyvatelé jsou spokojeni s tím, že problémy byly menší, než se obávali.
- Vyplatí se do projektu zapojit obyvatele a informovat je.
- Protože se jedná o pilotní projekt, usilovalo se o viditelnou úsporu energie i nákladů, což se také později prokázalo v praxi.
- V budoucnosti bude tato stavební společnost vybavovat všechny nové budovy větracími zařízeními.



Původní stav před rekonstrukcí



Stav po rekonstrukci



Gap-solar fasádní panel, osazení okna



Umístění decentrálních větracích jednotek s rozvody a ukázkou průběhu větracího vzduchu interiérem.

## 5.5. Shrnutí a doporučení

Uvedené příklady slouží k ukázce možných a vhodných řešení, jak postupovat při obnově stávající panelové zástavby na dosažení pasivního standardu anebo radikálního snížení energetické náročnosti budov.

Z dostupných informací a zkušeností, zejména zahraničních ale i našich, vyplývá následující:

- technická řešení existují, problém je především s jejich prosazením

- ve výzkumu se soustředit primárně na komunikaci s obyvateli a vlastníky objektů
- respektovat rozdílné typy vlastnictví v ČR a zahraničí a podle toho vytvářet ekonomické modely
- nutno ukazovat domácí příklady
- rekonstrukce provádět zásadně komplexně
- důsledně dbát na realizaci nuceného větrání

## Bytový dům Tevesstrasse (Frankfurt a.Main, Německo)

95% úspora energie

<b>Místo stavby:</b>	Tevesstrasse, Frankfurt a.Main, Německo
<b>Okolí:</b>	město
<b>Podnebí:</b>	mírné kontinentální, zima -15 až -10°C
<b>Rok výstavby</b>	1950
<b>Rok renovace</b>	2005
<b>Typ stavby / počet pater</b>	kombinace zdivo+dřevo - 4 podlaží
<b>Počet bytových jednotek</b>	54
<b>Celková podlahová plocha</b>	3850 m <sup>2</sup>
<b>Potřeba tepla na vytápění [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b>	
<b>před renovací</b>	290
<b>po renovaci</b>	17 = až 95% úspora
<b>Vlastník/stavitel</b>	ABG Frankfurt Holding GmbH
<b>Projektant</b>	faktor10 GmbH, PHI Darmstadt
<b>Cena energeticky úsporných opatření</b>	1000 €/m <sup>2</sup>
<b>Financování</b>	Z vlastního rozpočtu města

### Cíle a výsledky

Studie ukázala, že bytové domy na Tevesstrasse nutně vyžadovaly zateplení a z toho vyplývající úsporná opatření. Domy postavené v poválečném období až do 70.let byly v takovém stavu, že buď jak buď potřebovaly rekonstrukci. Budovy z let 1949 až 1968 jsou výhradně zodpovědné za 30% spotřebovaného tepla v obytných budovách v Německu. Bytové domy na Tevesstrasse 36-54 ve Frankfurtu jsou z 50.let. Před regenerací byla spotřeba energie extrémně vysoká a z důvodu špatného stavu objektu, bylo nutné provést komplexní rekonstrukci. Ukázalo se, že úsporná opatření dle standardu pasivního domu jsou finančně nejvýhodnější.

Po rekonstrukci bylo dosaženo spotřeby tepla na vytápění 17 kWh/(m<sup>2</sup>a) dle PHPP, oproti původní spotřebě 290 kWh/(m<sup>2</sup>a). I když je nově dosažená spotřeba vyšší než požadovaných 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) pro pasivní domy, bylo možné použít teplovzdušné vytápění u většiny bytů, jelikož obytná plocha bytových jednotek byla relativně malá, ve srovnání s o mnoho větší plochou současných bytů. Byty v přízemí byly vybaveny malými radiátory, aby pokryly větší teplotní nároky z důvodů zbylých tepelných mostů nad suterénem.

### Koncept renovace - klíčové body

- Vysoce účinná tepelná izolace fasády, sklepů a střechy
- Vysoce efektivní trojí zasklení oken
- Minimalizace tepelných mostů
- Větrací zařízení s vysoce účinným systémem rekuperace tepla > 75 %
- 45 m<sup>2</sup> solárních kolektorů pro ohřev užitkové vody

### Porovnání – současný stav technologií

Před renovací	Po renovaci
Obvodové zdi nezateplené: Průměrná hodnota celé obálky budovy $U = 1,47 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Tep.izolace z polystyrenu tl.200 nebo 260mm na stávající zděnou konstrukci,  Nová střešní nástavba: lehká dřevěná konstrukce s izolací mezi hranoly, na tom izolace z polystyrenu nebo minerální vlny Obvod. plášť nástavby $U=0,093 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Střecha Průměrná hodnota celé obálky budovy $U = 1,47 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	400 mm foukané celulózy  $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Strop nad suterénem Průměrná hodnota celé obálky budovy $U = 1,47 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	80 mm panely z PU pěny pod stropní deskou, 50 mm panely z PU pěny nad stropní deskou $U=0,177 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Okna – dřevěná jednoduchá okna a plastová okna s dvojskly ze 70.let  Průměrná hodnota oken $U_w = 2,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Izolační trojsklo $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ $g=50\%$  $U_w = 0,87 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Větrání přirozené okny	Větrání Decentrální s rekuperací, účinnost 85%
Vytápění Radiátory, centrální plynové vytápění	Vytápění Decentrální teplovzdušné vytápění dohřátým vzduchem, přídatné malé radiátory v suterénních bytech

## Energetické úspory a monitoring

Celková spotřeba energie na vytápění před renovací:	<b>290 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>
Celková spotřeba energie na vytápění po renovaci:	<b>17 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>

## Zkušenosti a závěry

Nebylo možné eliminovat všechny tepelné mosty na vnitřních a vnějších stěnách suterénu, tak jak by to vyžadovala novostavba pasivního domu. Další tepelné mosty, např. kotvení balkónů a ne zcela optimalizovaná instalace oken (z důvodu okenních žaluzií), byly nevyhnutelné vzhledem ke statickému a architektonickému řešení. Tyto tepelné mosty ve výsledku způsobily navýšení spotřeby tepla na vytápění o 2 kWh/(m<sup>2</sup>a), což je relativně malé číslo v případě tak velké budovy. V menším objektu by vliv tepelných mostů byl mnohem závažnější.

Zásadní rozdíl mezi rekonstruovaným objektem a pasivní novostavbu je v nedokonalé tepelné izolaci stropu mezi přízemím a suterénem (obzvláště přebývajících tepelné mosty v suterénní stěnách), kde by odizolování bylo nepatříčně pracné. Strop nad suterénem byl tak nízký, že neumožňoval vložit dostatečnou tloušťku tepelné izolace, požadovanou pro pasivní domy. Nicméně zbylé tepelné mosty byly minimalizovány dostatečně na to, aby nevznikaly problémy se zvýšenou vlhkostí nebo plísněmi, které se objevují, pokud je teplota vnitřních povrchů obálky budovy příliš nízká. Tímto způsobem se vliv menšího zateplení než u pasivních domů projevuje jako vyšší tepelná zátěž a vyšší hodnoty roční spotřeby tepla na vytápění v přízemních bytech, což je vyřešeno dodatečnými malými radiátory, které bylo možné bez potíží nainstalovat.

Tepelné mosty byly přepočítány pro všechna kritická místa v konstrukci, porovnávaly se varianty řešení aby bylo provedení instalací co nejefektivnější. Výpočty PHPP (Passive House Planning Package) byly během projektování neustále aktualizovány.

Celková účinnost rekuperace tepla má také podstatný vliv na energetickou rovnováhu objektu, v tomto případě výrobce uvádí účinnost rekuperace 85%. Větrací jednotky jsou instalovány jednotlivě ve všech bytech, z přívodem i odvodem vzduchu fasádou, každý o délce 3m. Tímto způsobem vznikají v přívodním i odpadním potrubí značné tepelné toky z koupelny a kuchyně. Tyto rozvody s přiváděným čerstvým vzduchem musejí být dobře izolovány a chráněny proti kondenzaci. Tepelný tok je relativně vysoký, protože vzhledem k prostorovým omezením se na potrubí nevešlo více než 50mm tepelné izolace butylkaučukem u kruhového potrubí (tzn. pouze 50mm) a 50mm navíc foukanou celulózou u obdélníkového průřezu, (tzn. celkem 100mm). Tyto průtoky tepla byly zohledněny ve výpočtech dle PHPP tak, že účinnost zpětného získávání tepla byla snížena na 75%.

Optimalizace vzduchotěsnosti obálky budovy patří také k užitečným opatřením, které se vyplatí. V tomto projektu byla dosažena vzduchotěsnost  $n_{50}=0,47h^{-1}$ . Pokud by se tato hodnota zlepšila na  $n_{50}=0,3h^{-1}$ , úspora tepla by byla 0,8 kWh/(m<sup>2</sup>a). Na druhé straně, v případě dosažení jen požadované hodnoty pro pasivní domy, tzn.  $n_{50}=0,6h^{-1}$ , spotřeba tepla na vytápění by se zvýšila o 0,6 kWh/(m<sup>2</sup>a). Hodnota  $n_{50}=1,5h^{-1}$ , která je ještě přípustná dle EnEV, by znamenala dodatečnou spotřebu 4,5 kWh/(m<sup>2</sup>a). Opatření s takovým nárůstem spotřeby tepla na vytápění by nemohlo být provedeno u žádné rekonstrukce za rozumnou cenu.



Původní stav před rekonstrukcí (vlevo), po rekonstrukci (vpravo)



Původní stav před rekonstrukcí (vlevo), po rekonstrukci (vpravo)



Původní stav před rekonstrukcí (vlevo), po rekonstrukci (vpravo)



Původní stav před rekonstrukcí (vlevo), po rekonstrukci (vpravo)



Původní stav před rekonstrukcí (vlevo), po rekonstrukci (vpravo)





Bodové kotvení samonosné konstrukce balkónů.



Přívod a odvod vzduchu fasádou a venkovní žaluzie.



Teplovodní ohřivač přiváděného vzduchu



Jednotka vzduchotechniky v koupelně



Jednotka vzduchotechniky

## 6. Použitá a doporučená literatura

- [1] DRÁPALOVÁ, J.: Regenerace panelových domů – Krok za krokem, ERA, Brno, 2006
- [2] FEIST, W.: Protokollband Nr. 24, Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Altbau-Modernisierung, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2003
- [3] FEIST, W.: Protokollband Nr. 29, Hochwärmegedämmte Dachkonstruktionen, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2005
- [4] Kolektiv autorů: Sborník z mezinárodní konference Pasivní domy 2005 - 2007, Centrum pasivního domu, Brno
- [5] Kolektiv autorů: Tagungband – Internationale Passivhaus Tagung 2000 – 2007, Conference proceedings – International Conference on Passive Houses 2000 – 2007, Passivhaus Institut, Darmstadt
- [6] [www.solanova.org](http://www.solanova.org)
- [7] [www.zukunft-haus.info](http://www.zukunft-haus.info)
- [8] [www.energieinstitut.at/Retrofit/](http://www.energieinstitut.at/Retrofit/)
- [9] HERMELINK, A.: Report “Economics of retrofit” available on [http://www.eceee.org/buildings/Report\\_EconomicsOfRetrofit\\_final.pdf](http://www.eceee.org/buildings/Report_EconomicsOfRetrofit_final.pdf)