



Nové štandardy pre staré domy

Príručka pre regeneráciu rodinných domov v 21. storočí

E. Haselsteiner, K. Guschlbauer-Hronek, M. Havel
a J. Hollan

AEE NÖ-Wien
a Ekologický inštitút Veronica

Publikácia v rámci a na zákazku



Tiráž

Táto publikácia je slovenskou adaptáciou a rozšírením publikácie č. 33/2007 projektu Haus der Zukunft, www.hausderzukunft.at, Neue Standards für alte Häuser. *Ein Leitfaden zur ökologisch nachhaltigen Sanierung*

Slovenskú verziu publikácie pripravilo Energetické centrum Bratislava.

Ďalšími podkladmi slovenskej verzie boli publikácie [Analýza rekonstrukce rodinných domů na pasivní standard](#) („ARDP“) a [Altbaumodernisierung mit Passivhaus-Komponenten](#) („APK“), [Nové standardy pro staré domy](#), detailné odkazy vid' záverečná kapitola.

Zhrnutie

Táto publikácia je adaptovaným a rozšíreným prekladom publikácie Neue Standards für alte Häuser. Ein Leitfaden zur ökologisch nachhaltigen Sanierung; Aktualisierte Neuauflage 2007, Haus der Zukunft, Schriftenreihe 33/2007

Slovenský podtitul:

„Príručka pre regeneráciu rodinných domov v 21. storočí“



AEE - Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE AEE NÖ-Wien
Schönbrunner Straße 253/10, 1120 Wien, www.aee-now.at

Energetické centrum Bratislava (Energy Centre Bratislava)
Ambrova 35, 831 01 Bratislava 37, www.ecb.sk

ZO ČSOP Veronica, Ekologický institut
Panská 9, 602 00 Brno, www.veronica.cz

Bratislava 2012

Download tejto publikácie:

<http://www.aee-now.at/nest/>

<http://www.veronica.cz/pasivni/>

<http://www.ecb2.sk/wp-content/uploads/Nove-standardy-pre-stare-domy.pdf>

Ein Publikation im Rahmen des Programm / Publikácia v rámci programu



im Auftrag des / na zákazku / österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Nové štandardy pre staré domy	6
1 Predslov	6
2 Úvod	7
3 Názvoslovie, ktoré používame	9
3.1 Termíny popisujúce zmeny budov	9
3.2 Fyzikálne pojmy	10
3.2.1 Energia	10
3.2.2 Merná tepelná kapacita	10
3.2.3 Merné skupenské teplo	10
3.2.4 Teplo	10
3.2.5 Práca	11
3.3 Technické termíny	11
3.3.1 Plášť budovy	11
3.3.2 Dvojsklá	12
3.3.3 Merná tepelná priepustnosť U	12
3.3.4 Merná tepelná vodivosť λ	13
3.3.5 Tepelný most	13
3.3.6 Spotreba tepla, práce, palív	14
3.3.7 Výhrevnosť, spalné teplo, účinnosť, kondenzačné kotly	14
3.3.8 Difúzia vodnej pary, μ , s_d	15
3.3.9 Merné spotreby a pasívny štandard	16
4 Východiská a ciele	18
4.1 Aké domy máme dnes	18
4.1.1 RD do roku 1960	19
4.1.2 RD z obdobia 1960 – 1990	19
4.1.3 RD z obdobia 1990 – 2000	19
4.2 Aké domy budú normálne za dvadsať rokov	19
4.3 Regenerácie starých domov – dôvody a želania	20
4.3.1 Veľkosť obydli a počet osôb	21
4.3.2 Potreby bývania a využitie miestností	21
4.3.3 Začlenenie záhrady	22
4.3.4 Bezbariérovosť a voľnosť pohybu	22
4.3.5 Vnútna klíma a zdravotné aspekty	22
5 Postup v praxi – od zoznamov požiadaviek k zadaniu zákazky	23
5.1 Zvažovanie výhod a nevýhod regenerácie	23
5.2 Kontrolný zoznam 1: Riziká a možnosti ich zníženia	24
5.3 Stavebné predstavy a ciele plánovania	25
5.4 Kontrolný zoznam 2: Ciele a plán regenerácie	25

5.5 Kontrolný zoznam 3: Obytná plocha	26
5.6 Kontrolný zoznam 4: Ekologické a hygienické ciele.....	27
5.7 Kontrolný zoznam 5: Odhad finančných možností.....	27
5.8 Inventarizácia a zaistenie východiskových podmienok	27
5.8.1 Analýza škôd	27
5.8.2 Kontrolný zoznam 6: Škody a nedostatky.....	28
5.8.3 Stavebné predpisy a plány	29
5.8.4 Kontrolný zoznam 7: Stavebné predpisy a inventarizačné plány	29
5.9 Návrh regenerácie	30
5.9.1 Kontrolný zoznam 8: Plánovanie	30
5.10 Hrubý odhad nákladov	31
5.11 Žiadosť o stavebné povolenie.....	31
5.12 Sprievodná dokumentácia a rozpočet výkonov („výkaz výmer“).....	31
5.13 Výpočet nákladov podľa stavebných dielov, remesiel, etáp prác, atď.....	32
6 Od starého domu smerom k pasívnemu	33
6.1 Inventarizácia spotreby energie.....	33
6.1.1 Energetický preukaz.....	33
6.2 Na čo slúži energetická regenerácia?	34
6.2.1 Zvýšenie komfortu	34
6.2.2 Ochrana klímy	34
6.3.2 Zachovanie hodnoty	34
6.2.4 Nižšie prevádzkové náklady.....	35
7 Príklady regenerácií.....	35
8 Detaily stavebných úprav	36
8.1 Vzduchotesnosť plášťa budovy a mechanické vetranie	36
8.2 Regenerácia okien	37
8.2.1 Vonkajšie clonenie	37
8.2.2 Fóliové rolety vnútri skleneného súvrstvia	39
8.2.3 Lepšie sklá.....	40
8.2.4 Vákuové dvoj- a trojsklá	40
8.2.5 Prekryté okenné rámy.....	41
8.2.6 Ďalšie informácie o technológiách	41
8.2.7 Nové inštalovanie okien	41
8.2.8 Zdvojené okná	43
8.2.9 Zimný komfort	43
8.3 Opatrenia proti vlhkým stenám	43
8.3.1 Základové steny.....	44
8.3.2 Ohrievanie základových stien	45
8.3.3 Nadzemné časti stien, stropy, strechy	45

8.4 Nadzemná tepelná izolácia stien	46
8.4.1 Izolovanie stien z interiérovej strany	48
8.5 Regenerácia striech	49
8.5.1 Ploché strechy	49
8.5.1.1 Tepelná izolácia až nad hydroizoláciou	49
8.5.1.2 Zmena funkcie pôvodnej hydroizolácie len na vzduchotesnú vrstvu.....	50
8.5.1.3 Svetlíky v streche	51
8.5.2 Šikmé strechy	52
8.5.2.1 Šikmé strechy nadstavené do výšky	53
8.5.2.2 Šikmé strechy prestavané takmer na vodorovné	53
8.5.3 Obytné strechy.....	54
8.5.4 Solárne strechy	54
8.5.5 Odvetrávané medzery – sú potrebné?	55
8.6. Izolácia horného stropu pod podkrovím.....	56
8.7 Izolácia stropu pivnice	57
8.8 Izolácia dolnej podlahy	58
8.9 Medzera medzi tesne susediacimi domami	58
9 Domová technika.....	59
9.1 Mechanické vetranie s rekuperáciou tepla	59
9.1.1 Vetracia jednotka a vedenie vzduchu.....	59
9.1.2 Gravitačné klapky na prestupoch tepelným plášťom budovy	60
9.1.3 Zimné tepelné kolektory, kondenzácia pary, obtok rekuperátora	60
9.1.4 Filtrovanie vzduchu.....	61
9.1.5 Komplexné tepelné využitie vzduchu: kompaktný agregát	62
9.2 Vykurovať len vzduchom?	62
9.3 Teplá voda hneď.....	62
9.4 Zdroje tepla	63
9.5 Používanie clôn proti svetlu v interiéri aj vonku.....	64
9.6 Umelé osvetlenie pre 21. storočie a 12V domáca sieť	65
9.7 Ochrana proti nárastu rias na fasáde – vegetácia na stenách.....	66
9.8 Využitie dažďovej vody	66
9.9 Záchody bez odpadov, „sivá“ voda.....	68
10 Proti poverám o domoch	70
10.1 Steny <i>nemusia</i> dýchať	70
10.2 Je potrebné vymeniť za hodinu polovicu vzduchu?.....	71
10.3 Existuje prirodzené vetranie?	73
11 Odkazy	74

Nové štandardy pre staré domy

Rady, ako domy zlepšovať tak, aby sa dali udržateľne užívať aj v druhej polovici 21. storočia.
Rady hlavne pre rodinné domy.

1 Predslov

Vo všetkých epochách ľudia svoje domy postupne prerábali tak, aby ich vylepšili. Podľa toho, ako mali čas, ako rástla ich rodina, ako bohatli alebo čo odkukali od susedov. Takéto pomalé zmeny krôčik po krôčiku sú už v súčasnosti nedostatočné. Najlepšia stavebná prax sa od bežnej líši až príliš. Potreba, aby si naše obydlia vystačili s omnoho menšími vstupmi zvonku je nesmierne naliehavá. Namiesto miernych zmien existujúcich domov je nutné odvážiť sa pustiť do zmien zásadných, prezieravých, po ktorých budú aj naši potomkovia po päťdesiatich rokoch s vylepšenými domami spokojní.

Zlepšovať už stojace domy je tým najsilnejším nástrojom, ako sa vymaniť zo závislosti na fosílnych palivách. Domy často žijú stáročia – tak je to správne. Búrať staré a stavať namiesto nich nové je zriedka oprávnené. Mnohé vlastnosti starých domov sú dobré, využiť ich na dosiahnutie omnoho lepšej kvality, komfortu a súčasne aj úspornosti bývania je výhodné.

Táto publikácia má byť k tomu dobrou pomôckou. Zmieňuje sa o nových technológiách, bežných chybách a predsudkoch, snaží sa primäť každého k tomu, aby si funkciu domu premyslel naozaj od základov. Opiera sa pri tom o rakúsku prax, ktorá je v niektorých ohľadoch o desaťročia napred oproti slovenskej. Dúfame, že bude pre vás inšpiráciou.

2 Úvod

Boli časy, keď si ľudia vystačili s tým, čo získali z blízkeho okolia. Len vzácny tovar sa prepravoval na veľké vzdialenosti, často aj z ďalekých krajín, napríklad soľ, korenie, čaj, hodváb, drahokamy, kovy. Budovy sa stavali a užívali tak, že im k vykurovaniu a vareniu stačilo drevo z okolia (až na prípad, keď sa splavovalo po riekach), na umelé svietenie používali drevo, loj či zriedka aj vosk. Pokiaľ práve neboli v kuchyni pri peci, zostávali ľudia v zime oblečení tak isto teplo, ako keby boli vonku. Pokým nebola v domoch zavedená voda, nehrozilo, že potrubie zmrzne.

Je pravda, že so zvýšeným zaľudnením prestávali niekde prírodné toky energie (teda obnoviteľné zdroje, ako je drevo) stačiť. S tým súviselo značné odlesňovanie územia strednej Európy v baroku, dané aj potrebou väčších plôch pre pestovanie krmív a potravín. Odklonenie od trvalo udržateľného spôsobu života znamenalo v našich zemepisných šírkach až používanie uhlia, ktoré v Londýne začalo v zime vytvárať odporné jedovaté ovzdušie už v 14. storočí.

Veľký rozvoj ťažby uhlia a jeho dopravy na kúrenie do miest nastal až s výstavbou železničnej siete od polovice 19. storočia. To umožnilo vykurovať rozsiahlejšie časti budov i v zime nad teploty vysoko nad bodom mrazu. Rakúsko-uhorské teplomery mali vyznačenú čiarku „izbovej teploty“ dokonca až na 16 °C. Od konca 19. storočia sa bežne na svietenie používal uhoľný plyn – odtiaľ vzniklo pomenovanie svietiplyn. Už predtým sa na svietenie začal používať namiesto tukov petrolej, počas 20. storočia ale prevládala elektrina – opäť z uhlia. V druhej polovici 20. storočia sa svietiplyn začal používať nielen na varenie a k prietokovému ohrevu vody, ale aj na vykurovanie. V poslednej štvrtine storočia bol nahradený zemným plynom, ktorý sa stal najkomfortnejším zdrojom tepla. Začalo byť jednoduché aj počas mrazu udržovať v celých budovách teploty aj nad 20 °C.

Väčšina dnešných budov ale nemá lepšie tepelné vlastnosti ako budovy stavané pred storočiami. Ich steny nie sú postavené z tepelne izolačných materiálov, väčšími oknami uniká viacej tepla. Spotreba palív na to, aby v nich bola taká tepelná pohoda, na akú sme zvyknutí je obrovská. Vieme pritom, že je nevyhnutné sa bez fosílnych palív zaobísť až do polovice 21. storočia, inak dosiahneme už začínajúce rozvrátenie klímy nesmiernych rozmerov. Musíme čo najskôr prestať pridávať do ovzdušia oxid uhličitý z uhlíkových sedimentov. Musíme si opäť vystačiť len s obnoviteľnými zdrojmi.

Je to vôbec možné? Rozhodne áno. A základným nástrojom na to je radikálne znížiť spotrebu „cudzieho“ tepla a elektriny v budovách, hlavne v obydliach. Máme na to k dispozícii šesť technológií, ktoré boli pred sto rokmi nedostupné:

1. moderné tepelne izolačné materiály
2. okenné súvrstvia s upraveným povrchom skiel a s výplňou priestoru medzi sklami kryptónom, núdzovo argónom
3. trvale pružné tesnenia do dverí a otváracích okien, trvale lepiace tesniace pásky slúžiace na napojenie ich zárubní na steny
4. vetracie zariadenia, ktoré vymieňajú vzduch a odstraňujú prach, ale zadržujú teplo
5. sústavy, v ktorých slnko ohrieva vodu a sústavy, v ktorých vytvára elektrinu
6. skvele smerovateľné a tlmitel'né svetelné diódy pre umelé osvetlenie

Utesniť budovy sa samozrejme ľudia snažili počas mrazov vždy. Prestali až vtedy a tam, keď mali v budovách výkonné vykurovanie nevyžadujúce obsluhu, za ktoré mnohokrát ani priamo

neplatili. Len tie staré tesnenia, ktoré neboli z umelých hmôt, tesnili len málo alebo len dočasne. A niekde svoje príbytky aj dôkladne tepelne izolovali, svedčí o tom príklad jurt pokrytých až 20 cm vlnených huní. Na severe tepelne izolovali rašelinou a nad ňou snehom. V bohatých zemiach strednej Európy sa ale skutočné tepelné izolácie uplatňovali len vo vidieckych usadlostiach cez zimu, keď na podlahe podkrovia ležala tlstá vrstva slamy, či sena, niekedy aj nabitá a stlačená. To bol príklad trvale udržateľného využitia sedlových striech, ktorý bohužiaľ už zanikol, celé stáročia ale zabezpečoval, že len veľmi malá časť tepla unikla z prízemia stropom.

Moderné tepelno-izolačné materiály, hlavne penový polystyrén, impregnovaná minerálna vata alebo páperie z rozomletého papiera sú dnes na trhu všade a pracuje sa s nimi rýchlo. Na jednotku objemu sú to najlacnejšie stavebné materiály a nie je vhodné nimi nikde šetriť. Aj napriek tomu je ich možné v niektorých prípadoch nahradiť ešte lacnejšími materiálmi, práve slamou, či senom, je to jednoduché hlavne pri izoláciách vodorovných alebo málo šikmých, dokonale chránených pred vodou zvonka. Inde ich možno nahradiť naopak materiálmi síce drahšími, ale zvlášť príjemnými, ako sú tlsté vrstvy konopných vlákien, ľanu alebo ovčej vlny.

Ak zveľaďujeme starý dom, *všetkých šesť vyššie uvedených technológií sa v ňom má použiť*. Len tak sa stane komfortným podľa dnešných hľadísk. A bude komfortný, aj keď budeme mať len veľmi málo peňazí na kúrenie, či naopak chladenie v lete. Môže zas vystačiť takmer len s tým, čo poskytuje jeho blízke okolie. Bude sa v ňom dať žiť počas mrazov, aj keď z Ruska prestane prúdiť zemný plyn.

Vylepšený starý dom sa skrátka môže priblížiť najlepšiemu stavebnému štandardu, totiž pasívnemu. A s doplnením aktívnych solárnych technológií môže prípadne mať aj celoročnú bilanciu spotreby energetických dodávok veľmi malú, „takmer nulovú“, ako k nej vedie dnešná verzia smernice EPBD. K tomu je potrebné *využiť takmer všetky dobre oslnené plochy striech a fasád*, ktoré nie sú obsadené oknami a stanoviť vhodný podiel plôch kolektorov pre ohrev a pre elektrinu. Plochy solárne nevyužitú, slúžiace len na ozdobu, či na nepriame osvetlenie susedných budov (svetlou, prípadne aj lesklou fasádou odrážajúce slnko), by mali byť len dobre zdôvodnenými výnimkami.

Regenerácia dnes stojacich budov je hlavným nástrojom ochrany klímy. Aj keby sa už od tejto chvíle všetky novostavby realizovali ako dokonalé, s minimálnou spotrebou na vykurovanie, chladenie a umelé osvetlenie, emisie bohatej časti ľudstva tým nezačnú klesať. Pokles môže spôsobiť až zásadné vylepšenie budov už stojacich, ktoré budeme, zvlášť v mestách, užívať sto a viac rokov. Ich masívne steny môžu skvele stabilizovať teploty interiérov, pokiaľ ich doplnením novými technológiami rádovo znížime prestup tepla von, či dovnútra. Zvelebený starý dom môže poskytnúť to najpríjemnejšie možné bývanie. A ešte k tomu môže byť zaujímavý, inšpirujúci a krásny. Táto knižka sa takým premenám historickej zástavby snaží pomôcť.

3 Názvoslovie, ktoré používame

Stavebníctvo má svoj odborný jazyk, bez ktorého sa nemôže zaobiť. Niektoré pojmy, ktoré sa vyskytujú aj v našom texte a pritom nie sú ničím, čo pozná každý dobre už zo základnej školy, podrobne preberáme v tejto kapitole, aby sme sa k nim už nemuseli vracieť vo vlastnom texte o regenerácii budov. Odborníci môžu túto kapitolu samozrejme preskočiť.

3.1 Termíny popisujúce zmeny budov

Pojmy používané pri úpravách existujúcich domov sú rôzne a hockedy sa prekrývajú. Tu sa ich budeme snažiť používať v nasledujúcich významoch:

- **Oprava:** náprava takých väd, ktoré vznikli starnutím alebo vystavením budovy vonkajším alebo vnútorným vplyvom, niektoré nazývame poruchami. Ale aj náprava chýb, väd, ktoré stavba mala už od začiatku, a ktoré by za chyby označili ľudia už vtedy. Pri historicky cenných budovách môže ísť len o uvedenie do niekdajšieho ideálneho stavu, pri snahe o maximálne zachovanie pôvodných látok sa potom označuje ako **zreštaurovanie**. Bežnejšie ide o vytvorenie iného stavu, bez spomínaných väd, takého, aby bol dom „ako nový“, ide teda o jeho **obnovu** alebo **renováciu**. Oprava ale môže viesť aj k výrazne lepšiemu stavu, ako bol pôvodný stav, teda k **modernizácii**.
- **Sanácia:** hlavne náprava takej vady/poruchy (t.j. oprava), keď je niektorá časť stavby nevhodne prevlhnutá – odstránenie príčin prevlhnutia a vysušenie danej časti stavby. Ale tiež oprava takej vady, ktorá sa považuje za nebezpečnú. Obecne, **naliehavá oprava**. Ale hlavne v nemčine, aj akékoľvek opatrenie k ozdraveniu budovy, ktorá je nejako „chorľavá“, či jednoducho nevyhovujúca alebo komplexná náprava nedobrého stavu do stavu považovaného za primeraný. V tomto zmysle môže byť potrebné sanovať aj budovy, ktoré nevyžadujú žiadne opravy. V slovenčine sa takéto zlepšenia budov označujú skôr ako **regenerácia**.
- **Rekonštrukcia:** v úzkom slova zmysle zmena stavby do podoby, ktorú (pravdepodobne) mala pred neskoršími úpravami, tak sa chápe v pamiatkovej starostlivosti. Všeobecne, hlavne pri slovenskom označení **prestavba**, zmena základných zložiek stavby, t.j. nielen napr. pridanie alebo ubratie vnútorných stien, ale i podstatná zmena vlastností niektorých zložiek stavby. Pridanie tlstej tepelne izolačnej vrstvy alebo výmena okien za okná iného typu sa tiež dá považovať za rekonštrukciu.
- **Modernizácia:** stavebné opatrenia, ktoré zvyšujú užitočnú hodnotu bytov a domov a dlhodobo zlepšujú komfort bývania. Rozšírenie vybavenosti alebo použiteľnosti domu. Ide o náhradu starých častí stavby (teda rekonštrukciu) alebo jej technického vybavenia tak, ako to umožňuje moderná technika, alebo o doplnenie stavby o ďalšie užitočné prvky.
- **Dostavba:** prístavba (rozšírenie pôdorysu stavby), **nadstavba** (zvýšenie budovy).
- **Regenerácia:** súbor opatrení na zlepšenie stavu budovy, aby sa stala na ďalšie desiatky rokov plne vyhovujúca, ide teda o vyššiu latku než je iba renovácia. Úplná regenerácia musí zahŕňať dostatočné zníženie spotreby tepla na vykurovanie, aké je dnes technicky a ekonomicky možné, zaistiť ochranu proti letným teplám a prehrievaniu slnkom, niekde i ochranu proti prenikaniu hluku a prachu zvonku, a samozrejme aj komfortné vetranie počas mrazov a počas horúčav. Samozrejme teda zahŕňa modernizáciu príslušných zložiek stavby a jej technického vybavenia. Niekedy

sa pre to isté používa aj označenie **revitalizácia**, t.j. **oživenie**, to sa ale hodí viac pre miesta, ktoré už slúžili natoľko zle, že sa vyľudnili, čo sa samozrejme môže týkať aj opustených budov. Témou našej publikácie je práve regenerácia domov, teda ich **zvelebenie**.

3.2 Fyzikálne pojmy

V našej knižke sa vyskytujú hlavé tie, ktoré sa týkajú toku energie.

3.2.1 Energia

Ako vedecký, či technický pojem je to výhradne veličina popisujúca stav nejakého systému. S teplotou tesne súvisia veličiny *vnútorná energia* (ak sa nemení objem systému, potom je zmena jeho vnútornej energie rovná teplu do systému dodaného) a *entalpia* (zmena entalpie je rovná dodanému teplu, pokiaľ sa nemení tlak v systéme). Ak neprebiehajú v systéme chemické reakcie alebo zmeny skupenstva (vyparovanie, kondenzácia, sublimácia, mrznutie, topenie), je zmena entalpie rovná súčinu zmeny teploty a *tepelnej kapacity systému*, vyjadrované v jouloch na kelvin, pri plyne je dôležité, že je pri stálom tlaku. Budovy sú síce neuzavreté systémy, keď ich ohrievame, hmotnosť vzduchu v nich klesá, pretože rozpínajúci sa vzduch z nich uniká. Hmotnosť aj objem budovy sa pri tom mení tak zanedbateľne, že je vcelku jedno, či používame pre popis energetického stavu budovy slovné spojenie vnútorná energia alebo jednoslovný pojem entalpia.

3.2.2 Merná tepelná kapacita

Koľko tepla musíme dodať kilogramu látky, aby sa jej teplota zvýšila o jeden kelvin (čiže stupeň Celzia – ten je rovnako veľký, užívanie jednotky °C je šikovné len vtedy, keď uvádzame nie zmenu teploty, ale teplotu samu a počítame ju od bodu mrazu, nie od absolútnej nuly). Tiež *merné teplo*, či *špecifické teplo*. Anorganické stavebné materiály majú špecifické teplo necelý 1 kJ/(kg.K), vzduch toľko isto, materiály rastlinného pôvodu takmer dvojnásobok, rovnako ako mnohé kvapaliny, až na vodu, tá ho má štyrikrát vyššie, presnejšie 4,2 kJ/(kg.K) alebo 1 kcal/(kg.K) – tak bola kilokalória kedysi definovaná. Oceľ má mernú tepelnú kapacitu len 0,4 kJ/(kg.K). Vzťahované nie na hmotnosť, ale na objem, blíži sa jej tepelná kapacita vode: kubický decimeter (čiže liter) ocele má 3,7 kJ/K (viď napr. [tento odkaz](#)).

3.2.3 Merné skupenské teplo

Ak sa mení skupenstvo látky v systéme, ide potom z neho odoberať, či naopak dodávať do neho teplo, bez toho, aby sa zmenila jeho teplota. Vzťahované na kilogram látky je takto získané, či dodané teplo označované ako *merné skupenské*. Hlavnými príkladmi sú topenie ľadu, či mrznutie vody, 0,33 MJ/kg (po starom 80 cal/g) a samozrejme vyparovanie alebo kondenzácia vody: 2,3 MJ/kg (539 cal/g). Na vyparenie gramu vody je potrebné dodať toľko tepla, ako je potrebné na ohriatie dobrého pol litra vody o kelvin. Využívať skupenské teplo vody je pri prevádzka budov veľmi rozumné.

3.2.4 Teplo

Má rovnakú jednotku ako energia, teda joule, ale nie je to veličina popisujúca stav niečoho, ale úhrn procesu, napr. toku žiarenia, ktorým sa mení vnútorná energia nejakého systému. Tempo takéhoto procesu označujeme ako tepelný výkon, či tepelný príkon, meria sa v jouloch za sekundu alebo wattoch ($1\text{ W} = 1\text{ J/s}$). Napr. tepelný príkon na meter štvorcový plochy obrátenej k Slnku, ktoré je vysoko na oblohe, je takmer presne 1000 W, čiže 1 kW (polovicu z toho tvorí svetlo, polovicu infračervené žiarenie). Slnčné žiarenie tak čiernej ploche dodá za sekundu 1 kJ a za hodinu 1 kWh tepla, čiže 3,6 MJ (pretože hodina má 3600 s, 60 min po

60 s). Teplo možno dodávať nielen formou žiarenia, ale tiež nárazmi molekúl, teda kontaktom telesa s okolím s vyššou teplotou. Môže ísť o kontakt s plynom alebo vodou, vtedy veľmi záleží na tom, ako taká tekutina okolo telesa prúdi, alebo o kontakt s iným pevným telesom, vtedy hovoríme o vedení tepla.

Tepelný tok predstavovaný žiarením závisí od toho, ako účinne takéto žiarenie daný povrch pohlcuje alebo vyžaruje, ak ide o povrch telesa pre dané žiarenie nepriepustný, sú obe hodnoty, tzv. **absorbancia** a **emitancia** rovnaké pre rovnakú vlnovú dĺžku. Môžu byť ale veľmi rôzne pre žiarenie krátkovlnné (slnečné, t.j. svetlo, ultrafialové žiarenie a infračervené s vlnovou dĺžkou pod tri mikrometre) a dlhovlnné, ktoré vyžaruje všetko na Zemi, a to v intenzitách stoviek wattov na meter štvorcový. Aj povrch na pohľad biely funguje v dlhovlnnom odbore ako úplne čierny, to je prípad snehu, ktorý sa sálaním rýchlo ochladzuje (má emitanciu takmer 100%), ale dopadajúceho slnečného žiarenia pohltí len desatinu. Rovnako sú na tom biele farby alebo biely mramor – vďaka tomu zostávajú v lete aj na slnku príjemne chladné. Opačnú vlastnosť majú absorbéry moderných solárnych teplovodných kolektorov – na pohľad sú takmer čierne, len s malým modravo kovovým leskom, pohltia však všetko možné slnečné žiarenie. Ale ich emitancia je len niekoľko percent, takže sa takmer neochladzujú sálaním. A nakoniec, v najlepších dvojsklách a trojsklách sa dnes používajú povrchy priehľadné pre svetlo, ale odrážajúce pritom aspoň 95% dlhovlnného žiarenia z opačného skla.

Slnečné žiarenie odrážajú výborne a dlhovlnné ešte lepšie lesklé hliníkové vrstvy, ktoré poznáme zo sklenených termosiek. Lesklá nehrdzavejúca oceľ alebo meď pohlcuje slnečné žiarenie viac, ale dlhovlnnú emitanciu má natoľko nízku, že ich sálanie nepocitíme a dotykom z nepozornosti sa o ne môžeme popáliť – to platí pri nádobách na variči, ale aj pre novú medenú strešnú krytinu na slnku. Ale aj hliníková krytina je na slnku omnoho teplejšia než na bielo natretá strecha, pretože sa žiarením ochladzuje príliš málo.

3.2.5 Práca

Opäť má rovnakú jednotku, teda joule, kilojoule, megajoule, atď. a ide o úhrn procesu, nie o charakteristiku stavu. *Mechanickú prácu* vyjadrujeme ako *súčin sily a posunutia* (ako keď zdvihneme predmet do výšky), *elektrickú prácu* ako *súčin napätia, prúdu a času*. Samotný súčin napätia a prúdu označujeme ako elektrický príkon (pokiaľ je práca konaná na spotrebiči) alebo výkon (pokiaľ naopak zariadenie koná elektrickú prácu na svojom okolí, napr. dodáva elektrinu do siete). Tepelná elektráreň funguje tak, že prúd spalín alebo pary koná mechanickú prácu na turbíne, turbína potom na generátore elektriny, a ten potom koná elektrickú prácu na rozvodovej elektrickej sieti. Časť tejto práce sa spotrebuje len na ohrev siete, valná väčšina ale až v elektrických spotrebičoch k nej pripojených. Elektrickú prácu vykonanú na budove meria elektromer, v účtoch sa ale píše nie o vykonanej práci, ale o dodanej, či spotrebovanej elektrine. Označenie „elektrická energia“ je nezmyselné, neexistuje žiadna taká veličina, ktorá by popisovala stav nejakého systému. Miesto konkrétneho slovného spojenia *elektrická práca* je možné používať stručné *elektrina*. Tá sa nedá skladovať, ide predsa o proces.

3.3 Technické termíny

3.3.1 Plášť budovy

Podobne s plášťom ako s odevom ide o bariéru oddeľujúcu interiér od exteriéru – brániacu prieniku vody, vetra, tepla. V úhrne ide o bariéru viacvrstvovú. Ak má dom klasickú škridlovú šikmú strechu a pod ňou pôjd ako skladovací priestor, chráni krytina úplne len proti dažďu, úplnú ochranu proti vetru a akú-takú tepelnú izoláciu poskytuje až strop horného podlažia. Pri pasívnych domoch sa požaduje vrstva vytvárajúca súvislý *tepelný plášť*, teda

vrstva tepelne izolačného materiálu dobre nadväzujúca na čo najlepšie tepelne izolujúce okná a dvere. Musí aj tesniť proti vetru. Pod ňou z interiérovej strany musí byť vrstva plášt'a, ktorá znemožňuje prenikanie interiérového vzduchu ďalej von do oblastí plášt'a, ktoré sú v zime chladnejšie, teda zaisťujú vzduchotesnosť budovy – tú zabezpečia omietky alebo dosky nepriepustné pre vzduch, ktorých spoje sú zlepené a prelepené trvale lepivými páskami. Táto vrstva v kombinácii s ďalšími vonkajšími (jedna z nich môže byť aj zvláštna pokovovaná fólia) potom musí dobre brániť aj prenikaniu vodnej pary difúzií skrz steny, stropy a podlahy, teda tvorí parozábranu. Para prenikajúca do chladnejších častí plášt'a by tam totiž mohla kondenzovať. Z vonkajšej strany vzduchotesnej vrstvy plášt'a a parozábrany by mal vzduch v plášti mať len takú koncentráciu vodnej pary, akú má vzduch v exteriéri.

3.3.2 Dvojsklá

V prímorských krajinách sa až donedávna bežne používali len jednoduché okná vyplnené jednou vrstvou skla. Dvojsklá, aj tie staré, s dvoma obyčajnými sklami a vzduchom medzi nimi, tepelne izolovali samozrejme lepšie než jednoduché zasklenie – nazývali sa preto tiež izolačné sklá. Vzduchotesná dutina medzi nimi mala hrúbku pod 3 cm. Jednoduché okno s dvojsklom izolovalo o polovicu horšie než u nás storočie používané okná dvojité, dokonca horšie než okná zdvojené, s hrúbkou vzduchotesnej dutiny medzi sklami cez 4 cm, používané od 20. rokov 20. storočia. Aj napriek tomu boli takéto primitívne dvojsklá v 80. rokoch populárne, ľudový názor bol, že sú „vákuové“. V skutočnosti v nich býval podtlak len preto, aby sa ani v horúcich letných dňoch pretlakom nerozlepili. Podtlak sám o sebe žiadny vplyv na tepelné izolačné vlastnosti nemal. Ale aj tak počas mrazov tlak v dvojsklách a trojsklách ďalej klesá a stredy tabúl sa prehýbajú ešte viac smerom k sebe, čím sa tepelná priepustnosť zasklenia zvyšuje.

Až moderné dvojsklá a trojsklá, ktoré mali jeden z povrchov obrátených dovnútra dutiny povrstvený tak, že takmer nesála a odráža takmer všetko dlhovlnné žiarenie z protiľahlej strany dutiny, a ktoré sú navyše vyplnené argónom alebo kryptónom, izolujú lepšie než staré dvojité okná. Ak ide o dvojsklo, môžeme preň pri takejto technológii použiť prívlastok „izolačné“.

Naozaj *vákuové dvojsklá* s vlastnosťami ešte dvakrát lepšími sa ešte len vyvíjajú. Dutina medzi sklami je tlstá necelý milimeter, sklá sú rozperené sieťou kovových stĺpčiekov so sponom dva, tri centimetre. Ich bežná dostupnosť sa dá čakať najskôr koncom desaťročia. Budú potom ideálne ako náhrada jednoduchých skiel v krídlach dvojítych okien.

3.3.3 Merná tepelná priepustnosť U

[W/m².K], predtým označovaná symbolom *k*: tepelný tok skrz *súvrstvie* delený plochou daného súvrstvia a rozdielom teplôt na jeho opačných stranách. Nižšia hodnota znamená lepšie izolujúce súvrstvie. V prípade okien sa veličina uvádza s indexmi *g*, *f* a *w*. Mieni sa tým charakteristika zasklenia ďaleko od jeho okrajov (*g* ako glass), rámov umiestnených v hypotetickom tepelne nevodivom okolí (*f* ako frame) a nakoniec celého okna (*w* ako window), ako alternuje okolitú obyčajnú stenu. Hodnota U_w potom závisí na tom, aké veľké je zaklenie – pri menšom bude vyššia vinou tepelného mostu na okraji skleneného súvrstvia aj geometrického tepelného mostu okolo rámu okna – a ako nadväzuje na okolitú tepelnú izoláciu. Veľmi pomôže, keď tá presahuje aspoň cez väčšinu nepohyblivej časti rámu, ideálne je, keď tesnením prechádza až na samotné zasklenie. Niekedy sa namiesto presného pomenovania používa slovné spojenie *súčiniteľ prestupu tepla*, to by ale malo byť bezrozmerné číslo, najjednoduchšie hodnota *U* delená svojou základnou jednotkou, môže sa označovať malým písmenom $u = U / (W \cdot m^{-2} K^{-1})$. Pre najlepšie izolované steny je rovná 0,1. Systém používajúci vákuované izolačné panely to môže zaisťovať už pri šesť centimetrovej

hrúbke vákuovej vrstvy vyplnenej nanoporéznu kyselinou kremičitou – je ale násobne drahší ako systém s bežnými penovými alebo vláknitými izoláciami. Oplatiť sa môže len tam, kde na hrubšiu izoláciu jednoducho nie je miesto.

3.3.4 Merná tepelná vodivosť λ

[W/m.K]: tepelný tok skrz materiál násobený jeho hrúbkou a delený plochou daného materiálu a rozdielom teplôt na opačných stranách *materiálu*. Čím je nižšia, tým sú tepelné izolačné vlastnosti materiálu lepšie. Označenie *súčiniteľ tepelnej vodivosti* je bežnejšie, ale malo by sa opäť vzťahovať len na číselnú hodnotu tejto veličiny vyjadrenej v jednotkách SI. Tá je potom pre najlepší tepelne izolačný materiál 0,02 (nanoporézná fenolová pena), pre penový polyuretán a šedý penový polystyrén 0,03, pre ostatné bežné izolačné materiály 0,04 (len pre niektoré pre perlity, pri najnižšej objemovej hmotnosti okolo 50 kg/m³, ťažšie perlity majú až 0,07), pre drevo okolo 0,16, pre suchú hlinu alebo piesok od 0,25 až takmer po 1, ako majú tehly, pre železobetón a mokrá hlinu až 2, pre oceľ 20 až 50, pre hliník dvesto, pre meď štyristo. Hodnoty pre izolačné materiály podrobnejšie vid' <http://www.pasivnidomy.cz/tepelna-ochrana/tepelne-izolace.html>.

3.3.5 Tepelný most

Oblasť plášťa budovy, v ktorej je hustota tepelného toku („watty na meter štvorcový“) vyššia než je jej okolí. Jeho príčinou môže byť lokálne použitie materiálov s vyššou mernou tepelnou vodivosťou. To je príklad betónového prekladu nad oknami v tehlovej stene, oceľovej skrutky, či klinu, prechádzajúceho skrz polystyrénovú izolačnú vrstvu, betónového balkónu tepelne spojeného s nosnou stenou. Môže ale ísť aj len o jednoduchú geometriu spojení susediacich konštrukcií. Takým geometrickým tepelným mostom je okolie jednoduchého okna vsadeného do tehlovej steny a nenadväzujúceho na vrstvu dobrej tepelnej izolácie – tehlymi okolo okna prúdi teplo skratkou. Geometricky spôsobeným tepelným mostom sú aj hrany (rohy) miestnosti, kde sa stýkajú vonkajšie steny a hlavne vrcholy (kúty) miestnosti, kde takéto hrany končia na strope horného poschodia, či na podlahe dolného – z týchto miest tečie teplo do troch strán, do troch zvonka ochladzovaných plôch plášťa budovy.

Zvýšená hustota tepelného toku z miestnosti smerom do chladného exteriéru tam spôsobuje vyšší teplotný rozdiel medzi vzduchom a povrchom miestnosti, ktorého teplota tam prípadne môže klesnúť až k rosnému bodu – teda začne vlhnuť kondenzáciou pary z interiérového vzduchu. Všetky takéto tepelné mosty sa v zime v interiéri prejavujú nižšími teplotami. Hustota tepelného toku pri vonkajších hranách budovy je teda naopak nižšia než ďalej od hrán, teploty hrán budov sa preto blížia k teplotám chladného exteriéru. Tepelné mosty sa vyjadrujú ako prídavný tepelný tok pripadajúci na daný prvok plášťa ako výnimky a okolitej homogénnej oblasti – buď lineárne, vo wattoch na meter a kelvin (pri úkosoch hrán, prekladoch, balkónoch) alebo miestne, len vo wattoch na kelvin (pri vrcholoch miestností, kotvách). Ak sa ale vzťahne výpočet merného tepelného toku na obsah *vonkajšieho* povrchu plášťa budovy, čo je jednoduchšie (nie je potrebné sa zaoberať vnútornými stenami), vychádza vplyv hrán budovy ako „záporný tepelný most“ – metrom štvorcovým v ich okolí uniká menej tepla ako inde. V prípade dobrej novostavby, ktorej vonkajšia tepelná izolácia prechádza až na dobre izolujúce zasklenie, môže byť úhrn všetkých tepelných mostov nulový. V prípade regenerovaných starších stavieb existuje ale tepelný most cez pôvodné základové steny do podlažia budovy (dodatok vonkajšia tepelná izolácia je pod nimi nutne prerušená). Jeho vplyv sa dá potlačiť, ale nie eliminovať.

3.3.6 Spotreba tepla, práce, palív

Budovy sa ohrievajú slnečným tepelným tokom skrz okná, ale tiež teplou vodou, či parou privádzanou z kotolne alebo teplárne, elektrinou odoberanou zo siete a samozrejme oxidáciou palív (v peciach alebo motoroch), či potravín (v ľudoch alebo domácich zvieratách). Krátkodobo tak môže rásť ich energia (entalpia), čo sa prejaví nárastom teploty, ale ak je v budove teplejšie ako vonku, tak z nej teplo uniká smerom von a jej teplota nakoniec rásť prestane. Vyšší príkon do budovy (v súčte tepla, elektriny a chemickej energie dvojice palivo – kyslík) umožňuje dosiahnutie vyššieho rozdielu teploty budovy voči okoliu. To isté môžeme samozrejme doceliť aj zvýšením tepelného odporu plášťa budovy (vyjadrovaného v kelvinoch na watt, pasívne rodinné domy dosahujú 20 K/kW) a obmedzením prúdenia vzduchu cezeň. Len jeden druh tepelného toku plášťom budovy nezávisí na jej teplote, to je prípad svetla prenikajúceho oknami, úplne zanedbateľné sú potom toky od rôznych vysieláčiek.

3.3.7 Výhrevnosť, spalné teplo, účinnosť, kondenzačné kotly

Palivá sa líšia v tom, koľko tepla môžeme získať ich spaľovaním. Predtým sa udávali *výhrevnosti* vzťahnuté na kilogram paliva, teda MJ/kg alebo kWh/kg. Pritom sa predpokladalo, že spaliny sa ochladia až na teplotu interiéru, ale neodoberie sa z nich skupenské teplo pary, ktorá pri tom skondenzovala. Takáto situácia ale nemôže nastať. Spaliny buď odchádzajú tak horúce, že para v nich nekondenzuje alebo sa natoľko ochladia, že sa z nich pri tom skupenské teplo odoberie.

Takéto moderné zariadenia sa potom označujú ako *kondenzačné*. A teplo, ktoré možno oxidáciou paliva a ochladením spalín na 25 °C získať sa označuje ako *spalné teplo*, to býva o desatinu vyššie ako výhrevnosť. Práve to je uvedené na účtoch za zemný plyn (aj keď vzťahnuté na kubický meter, nie na kilogram, potom je okolo 10,6 kWh/m³, pretože ruský zemný plyn je takmer čistý metán). Reálne motory, či kotly celé spalné teplo väčšinou zo spalín do ohrievanej vody nedodajú, ak nemajú k dispozícii dostatočne chladnú vratnú vodu, prichádzajúcu napríklad priamo z vodovodnej siete. Môžu tak dosahovať *účinnosť* 97%, to je pomer *tepla z nich získaného k teplu spalnému*, tie ďalšie tri percentá tepla uniknú odvodom spalín priamo do vonkajšieho ovzdušia. Keď sa namiesto spalného tepla dá do menovateľa výhrevnosť, ako to bývalo štandardné pri všetkých nekondenzačných kotloch, účinnosť potom vychádza trebárs až na 107%. Preto je potrebné sa vždy uistiť, či výrobca nenadsadzuje účinnosť práve týmto zavádzajúcim spôsobom.

Kondenzačné kotly sú dnes na trhu aj [pre pelety, v dohľade sú aj pre štiepky a kusové drevo](#). V prípade peliet, pri ktorých také kotly ponúka celá rada výrobcov, je rozhodne nesprávne inštalovať iné kotly, palivom príliš plytvajú. Vzhľadom k tomu, že pri kotloch na rastlinné palivá udávajú účinnosti vzťahnuté takmer vždy na výhrevnosť, je potrebné trvať na tom, že tá má byť pri dostatočne chladenej vratnej vode aspoň 105% - pelety síce obsahujú omnoho menší podiel „spáliteľného“ vodíka než metánu, ale zato je v nich aspoň 8% vody, ktorá sa vďaka kondenzácii zas vráti do tekutého stavu. Pri palivovom dreve je vody okolo 20%, kondenzačná technológia je preň ešte cennejšia. Doteraz sa používala málo, pretože výmenník tepla zo spalín do vody musí byť vybavený nejakou technológiou čistenia od usadeného popola. Kondenzačné technológie zaisťujú pri rastlinných palivách extrémne malé emisie jedovatých látok, aké sa u inak malých zariadení dosiahnuť.

Pri motoroch poháňajúcich alternátor, teda pri „kogeneračných jednotkách“, ktoré nielen hrejú, ale najprv poskytujú spaľovaním zemného plynu (alebo bioplynu, či oleja) elektrinu, sa udáva ešte jedna *účinnosť*: *pomer získanej elektriny k spalnému teplu*. Ten môže pri malých kogeneračných jednotkách vhodných do rodinných, či bytových domov činiť až jednu tretinu. Ďalšie takmer dve tretiny pripadajú na vykurovanie, či ohrev pitnej vody, straty

predstavované nedostatočne vychladenými spalinami a zbytočným ohrievaním pivnice sú pri najlepších kondenzačných kogeneračných jednotkách len 5% (viď komentár v adresári <http://amper.ped.muni.cz/pasiv/MacKay/>).

Nemalou výhodou kondenzačných kotlov je, že nepotrebujú ohňovzdorný komín, na odvod ochladených spalín stačí plastové potrubie, ktoré nemusí byť vedené nikam do výšky. Nevyvolávajú žiadne požiarne nebezpečenstvo. Potrebujú iba zdroj elektriny. Pokiaľ elektrina „vypadne“ spaľovanie sa zastaví.

(Ako kotly označujeme zariadenia, v ktorých spaliny prechádzajú výmenníkom tepla ohrievajúcim vodu. Tým sa líšia od obvyčajnej piecky, kde spaliny len vyhrievajú nejakú výmurovku a potom vzduch.)

Ako účinnosť sa niekedy označuje aj podiel tepla dodaného tepelným čerpadlom do domu a elektriny, ktorú na čerpanie spotrebuje. Obvyklejšie označenie je ale vykurovací faktor. Až ak je v ročnom priemere vyšší než 4, môže čerpadlo poskytnúť viac tepla, než odpovedá uhliu, či zemnému plynu spaľenému len pre jeho pohon v elektrárni.

3.3.8 Difúzia vodnej pary, μ , s_d

Závažné problémy s vodnou parou vznikajú vtedy, keď vzduch z interiéru preniká počas mrazov netesnosťami do chladnejších oblastí plášťa budovy a tam para kondenzuje na vodu, ktorá potom prípadne aj zamrzá. Tomuto je potrebné zabrániť vytvorením súvislého vzduchotesného obalu, ktorý je blízko interiéru v oblasti vždy natoľko teplej, že ku kondenzácii nedochádza, viď odsek 5.1.

Opačná situácia môže nastať za dusných letných dní, ak preniká vzduch zvonka do pivnice, či obecné do suterénu budovy. Ak má byť pivnica suchá a chladná, je potrebné do nej v lete vzduch nepúšťať. Pri obývaných suterénoch je riešením letné vyhrievanie stien a podláh, o tom viď oddiel 5.3.

Vodná para sa ale dostáva skrze plášť domu taktiež difúziou, čo je obdoba vedenia tepla. Skrz sklenené tabule, plechy a kovové fólie je difúzia nulová, tomu odpovedá, že s ich pomocou ide vytvárať vákuované nádoby a vákuové tepelné izolácie. Cez ostatné materiály ale nejaká difúzia prebieha. Vhodnou charakteristikou materiálov v stavebníctve je, aký difúzny odpor majú v porovnaní s rovnako hrubou vrstvou neprúdiaceho vzduchu. To sa vyjadruje *faktorom difúzneho odporu*, čo je bezrozmerná veličina označovaná symbolom μ . Vlákňité, veľmi priedušné materiály ho majú v rozmedzí od 1 do 2, mäkké drevovláknité dosky až 5. Tehly a malty medzi 10 a 20, cementové omietky až dvakrát vyššie, penový polystyrén nad 50, suché drevo a hutný betón nad 100, viď napr. [tu](#), pri vlhkých materiáloch klesá faktor difúzneho odporu spravidla na polovicu.

Gumové a rôzne plastové fólie majú hodnotu μ v rade desiatok tisíc, polyetylénové až sto tisíc. Bývajú ale tenké, takže je omnoho užitočnejšie uvádzať hrúbku vzduchovej vrstvy, ktorá by mala rovnaký difúzny odpor ako fólia. Je to súčin hodnoty μ a hrúbky fólie. Nazýva sa *ekvivalentná difúzna hrúbka* a označuje sa najčastejšie ako s_d . Vrstvy s hodnotou s_d pod pol metra označuje nemecká norma ako nebrániacu difúziu, s hodnotou s_d medzi 0,5 m a 1500 m ako difúziu brzdiacu a vrstvy s s_d nad 1500 m ako paronepriepustné. Vrstvy brzdiace difúziu len mierne sa označujú ako parobrzd ($s_d < 100$ m), parozábrany majú s_d nad 100 m. Obvykle sa tieto pojmy valne nerozlišujú, je preto potreba vždy pozerať na skutočnú hodnotu s_d .

Difúzia vodnej pary *skrz* steny a strechy je nežiadúca. Komfort v interiéru nemôže nijako zvýšiť, ten sa zaisťuje vhodným vetraním a vykurovaním, viď o tom odsek 10.1 „Steny nemusia dýchať“ v záverečnej kapitole. Niečo iné je ale do povrchovej, teplej vrstvičky povrchových stien – tá môže pohltiť paru vznikajúcu napríklad sprchovaním, a potom ju zas voľne vydávať, ak necháme v zime prenikať vzduch z kúpeľne do celého interiéru. Ideálne to

dokáže hlinená omietka. Ak je namiesto omietky použitý obklad, pod ktorým je inštalačná vrstva, je potom obloženie previesť tak, aby cezeň mohol dobre prúdiť vzduch a inštalačnú vrstvu vyplniť ovčou vlnou, ktorá dokáže prijímať a vydávať paru ešte lepšie, parozábrana, či parobrzda, ktorou pri drevených stavbách tvoríva OSB doska, podľa možnosti natretá latexom prepoistenie jej vzduchotesnosti, je až z vonkajšej strany od inštalačnej vrstvy.

Ak je parozábrana pritlačená na tuhú vzduchotesnú vrstvu, potom sama vzduchotesná byť nemusí – ojedinelé dierky v nej majú tak mizivú relatívnu plochu, že difúzia skrz ne je zanedbateľná.

3.3.9 Merné spotreby a pasívny štandard

Najjednoduchším parametrom, ktorým sa porovnávajú budovy, pokiaľ ide o ich hlavnú spotrebu, totiž umelo dodávaného tepla na vykurovanie, je počet kilowatthodín na meter štvorcový a rok alebo *merná spotreba vykurovania*. Tá je daná predovšetkým vlastnosťami plášťa budovy, ale závisí aj na tom, ako chladná, či teplá je miestna klíma a ako je dom oslnený, a samozrejme na tom, ako sa správajú jeho užívatelia. Pokiaľ vykujú celý dom na 24 °C, merná spotreba na vykurovanie je aj dvojnásobná oproti situácii, keď sa vykujú en obytné miestnosti na povedzme 16 °C. Ak ale porovnávame dve budovy, ktorá je lepšia, potom sa môžu brať tak, že vonkajšie podmienky sú pre nich tie isté a udržuje sa v nich v zime teplota 20 °C.

Základnou myšlienkou pasívneho domu je, že v ňom má byť možné udržiavať i počas mrazov komfortnú teplotu iba prihrievaním vzduchu, ktorý je tak ako tak treba pre vetranie pre daný počet osôb, ktoré v ňom bývajú. Z toho vyplýva prvá požiadavka, totiž, aby stačilo prikurovať merným príkonom 10 W/m². Z neho ide potom pre stredoeurópsku klímu odvodiť, že merná ročná spotreba na vykurovanie neprekročí 15 kWh/m²a (a ako annus, čiže rok). Dom je ale ohrievaný nielen zámerným vykurovaním, ale aj prevádzkou všetkých elektrických spotrebičov, sporáka, či rúry v kuchyni, teplou vodou pri umývaní a praní. Aj tieto spotreby majú byť pokiaľ sa dá nízke. A nakoniec, nemá sa kvôli nim spaľovať niekde inde príliš mnoho uhlia na výrobu elektriny. Z toho vyplývajú štyri horné hranice (podrobne viď [tu](#)), ktoré sa u najlepších domov skutočne darí dodržiavať.

Najvyššie prípustné merné hodnoty pre pasívny dom	
vykurovací príkon (-12 °C vonku)	10 W/m ²
ročná spotreba na vykurovanie	15 kWh/m ² a
ročná dodávka do domu	42 kWh/m ² a
energia kvôli tomu uvoľnená	120 kWh/m ² a

Na dodržanie týchto parametrov je potrebné:

Opatriť dom výbornou tepelnou izoláciou neprerušanú tepelnými mostmi	$U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
Používať najlepšie trojité zasklenie a rámy (začlenené do okolitej izolačnej vrstvy)	$U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Docieliť výbornú vzduchotesnosť domu, opakovane testovať	$n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
Používať mechanické vetranie, ktoré vracia väčšinu tepla,	$\geq 0,8$
pričom získané teplo je mnoho násobkom vlozenej elektriny	≥ 10
Používať najšetnejšie technológie pre všetky ostatné spotrebiče	

Formuláciou „ma meter štvorcový“ sa rozumie obytná plocha miestností, ktoré sa v zime udržiavajú teplé. Nepočítajú sa do toho príliš nízke priestory pod schodmi, atď. Podrobne viď [Treated Floor Area](#) v publikácii Pasívny dom II, tam nájdete aj objasnenie ďalších pojmov a mnoho iných informácií.

Ďalšie potom na <http://www.passipedia.de/> alebo http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/passivhaus.html, či http://www.passivhaustagung.de/Passive_House_E/passivehouse.html, <http://www.pasivnidomy.cz/> a na <http://www.iepd.sk/>.

Pri samostatných rodinných domoch je zložité dodržať prvý limit, totiž merný vykurovací príkon 10 W/m^2 aj počas mrazov, ale obvyklý limit pre ročnú spotrebu už často dodržať ide, vďaka „kúreniu zadarmo“, ktoré poskytujú oslnené okná. V slovenskom kontexte sa stalo viac menej zvykom za pasívne považovať aj také domčeky, pri ktorých merná spotreba umelého vykurovania nepresahuje $20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, obvyklý limit $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ sa berie ako samozrejmosť až pri väčších domoch, bytových. V oboch prípadoch ide skôr o spotrebu vypočítanú, tá skutočná môže byť aj menšia aj trochu vyššia, hlavne podľa správania sa obyvateľov. Pri starých regenerovaných rodinných domoch nie je zlým výsledkom, keď sa v praxi dostanú pod limit $30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

4 Východiská a ciele

4.1 Aké domy máme dnes

V súčasnej dome je v Slovenskej republike okolo 850 tisíc rodinných domov. Takmer 92% domov bolo postavených pred rokom 1990 a podľa dnešného hodnotenia energetickej náročnosti budov spadajú do kategórie D až F, teda „nevyhovujúce“ až „veľmi ne hospodárne“.

Prevažná časť energetických dodávok do domácností sa spotrebováva na vykurovanie. Komplexnou regeneráciou existujúcich domov je možné túto spotrebu znížiť až desaťkrát.

Problémom pri rodinných domoch je ich obrovská konštrukčná a tvarová rozmanitosť, ktorá neumožňuje dať jednoduchý návod, ako to docieľiť, na rozdiel od napr. panelových bytových domov. Zovšeobecňovaniu bráni aj stav týchto domov, ktorý je veľmi rozdielny, podľa spôsobu užívania a použitých stavebných materiálov. Stým aj cena regenerácie, ktorá sa môže pri podobných veľkých domoch veľmi líšiť.

Domy postavené od devätnásteho storočia až do konca sedemdesiatych rokov majú mnohé vlastnosti spoločné. Tepelne izolačné materiály sa v ich konštrukciách nepoužívali. Vonkajšie steny bývali z plných tehál, polmetrovej hrúbky, len strop pod strechou izoloval lepšie vďaka vrstvám dreva a eventuálne škvary pod podlahou podkrovia. Nášľapná vrstva najnižšieho podlažia nebola nijako tepelne izolovaná od hlíny pod sebou, čo viedlo k tomu, že sa tam udržovali teploty skôr pivničné ako izbové. Dobrodením z doby cisárstva bola povinnosť mať vo vykurovaných miestnostiach dvojité okná – tie sa vtedy v Holandsku, Británii alebo v Severnej Amerike nepoužívali... Steny izolujúce tepelne o trochu lepšie začali byť u nás požadované na sklonku 70. rokov, to viedlo k nástupu pálených tehlových blokov (teda keramických tvárnic) s rastúcim podielom vzduchových dutín. Požiadavky na izolačné schopnosti stien sa potom ešte trikrát zvýšili, v tomto tisícročí až na limit, ktorý sa ešte dá keramickými blokmi zvládnuť – alebo tiež plným murivom a jedným decimetrom penového polystyrénu. Tieto zmeny stavebných noriem tiež začali fakticky vyžadovať nejakú formu tepelnej izolácie pod najnižším vykurovaným podlažím a nad horným vykurovaným podlažím, čo viedlo k rozvoju používania penového polystyrénu a minerálnych vát. S ich hrúbkami sa ale veľmi šetrilo. V deväťdesiatych rokoch začalo naviac byť povinné používať novú technológiu zasklenia okien, kedy je žiarivý tepelný tok medzi sklami potlačený špeciálnym povrstvením jedného z nich, až tá totiž umožnila znížiť merné tepelné straty okien o požadovanú tretinu oproti praxi 19. storočia.

Skutočne žiaduce tepelne izolačné vlastnosti „plášťa budovy“ s dnešnými technológiami dobre dosiahnuteľné sú ale ešte dvakrát lepšie, než vyžaduje dnešná norma.

Obdobie výstavby	< 80. roky	dnes	pasívny štandard
typický <i>horný limit</i> mernej spotreby na vykurovanie / kWh.m ⁻² .a ⁻¹	300	130	15
typické <i>horné limity</i> pre mernú tepelnú priepustnosť / W.m ⁻² .K ⁻¹			
stena	1,4	0,35	0,12
strecha	0,8	0,3	0,12
podlaha	2	0,3	0,12
okná	2,9	1,7	0,85

4.1.1 RD do roku 1960

Táto kategória zahŕňa doposiaľ využívané rozmanité stavby z celej našej histórie z obdobia pred prvou svetovou vojnou až po výstavbu v povojnovom období. Domy postavené v tomto období tvoria najvýznamnejšiu a najpočetnejšiu skupinu objektov vyžadujúcich rekonštrukciu. Na celkovom počte rodinných domov v SR sa podieľajú 38%. Stavebné materiály obvodových konštrukcií tu použitých sú rôzne, najviac však kameň, nepálené tehly, pálené tehly alebo ich vzájomná kombinácia. Hrúbka obvodových stien sa pohybuje medzi 40 až 70 cm. Väčšinou sa jedná o jednoduché domy s obytným prízemím, sedlovou strechou a podkrovím pôvodne používaným na skladovanie sena. Stropy nad prízemím sú drevené trámové s doskovým záklopom, neskôr ide o stropy z oceľových nosníkov a železobetónových vložiek. Základovanie týchto domov je väčšinou priamo na teréne, bez hydroizolácie a veľakrát len s obmedzenou hĺbkou kamenných základov. Pri rekonštrukciách si práve spodná časť domu vyžaduje veľkú pozornosť z hľadiska tepelnej ochrany a vlhkostných problémov. Konštrukcia podláh je pri týchto domoch prevažne drevená a na teréne. Okná sú poväčšine dvojité, teda špaletové, s drevenými rámami. Veľakrát sa pri týchto domoch prejavujú statické, či iné poruchy spôsobené prevažne vlhkosťou, takže sú nutné i zásahy do nosnej konštrukcie.

4.1.2 RD z obdobia 1960 – 1990

V tomto období sa začali presadzovať murovacie materiály, ako keramické bloky s hrúbkou 250 až 400 mm, či tvárnice zo škarobetónu, neskôr potom pórobetónu s hrúbkou 300 – 400 mm. Z nich boli v tomto období postavené hlavne poschodové domy s plochou strechou. Tieto stavby už majú kvalitnejšie betónové základy s betónovou základovou doskou a hydroizoláciu proti šplhajúcej sa vlhkosti. Značná časť domov tejto doby je podpivničená čiastočne alebo pod celým objektom, veľakrát so vstavanou garážou. Podlaha nad pivnicou / terénom obyčajne nie je izolovaná. Stropy tvoria väčšinou rôzne vložkové stropné systémy, keramické aj betónové, či monolitické železobetónové konštrukcie. Okná sú buď dvojité alebo aj len tenké zdvojené. Nové stavebné materiály tej doby umožnili pri týchto stavbách využitie plochých striech. Väčšina prvých systémov jednoplášťových striech navrhovaných v 60. až 70. rokoch sa stretávala s problémom kondenzácie vlhkosti, porušením vrstvy hydroizolácie, či inými škodami ovplyvňujúcimi funkčnosť strechy. Ďalší vývojový stupeň, dvojnoplášťové konštrukcie striech, sú okrem bezpečnejšej konštrukcie izolované plynosilikátovými tvárniciami, struskou, penosklom alebo neskôr aj polystyrénom (hr. 50 – 60 mm), či rohožami z minerálnych vlákien (hr. 60 – 120 mm). Valbová alebo sedlová strecha nad obytným podkrovím bola už izolovaná izoláciou z minerálnych vlákien medzi krokvami a s rôznou hrúbkou, najčastejšie však 60 – 120 mm.

4.1.3 RD z obdobia 1990 – 2000

Rozmanitosť používaných materiálov a konštrukcií RD od deväťdesiatych rokov 20. storočia je obrovská, niektoré sú v praxi overené, iné nie. Pre okná a dvere sa začínajú používať už tesnejšie plastové rámy a „izolačné“ dvojsklá, spravidla však tie najhoršie, dnes už úplne nevhodné.

4.2 Aké domy budú normálne za dvadsať rokov

Európska únia si je dobre vedomá, že najvyšší potenciál úspor dodávok tepla, palív aj elektriny je k dispozícii v stavebníctve. Vzorom preto musia byť najprv nové budovy, v ktorých je možné tento potenciál využiť na maximum. Stavebná prax, ba aj výučba na stredných aj vysokých školách je ale nesmierne zotrvačná. Ekonomické stimuly ju nemôžu zmeniť celoplošne, dávajú len možnosť vzniknúť ojedinelým ukázkovým stavbám, či

regeneráciám. Jediné zmena legislatívy môže docieľiť, že sa z nich stane samozrejmosť. Takúto zmenu vyžaduje EPBD, Energy Performance Building Directive, teda [Smernica o energetickej hospodárnosti budov](#). Podľa nej sa už od konca roku 2018 budú musieť všetky novostavby užívané alebo vlastnené orgánmi verejnej moci realizovať tak, aby ich ročný úhrn dodávok zvonka bol blízky nule. Pre všetky nové budovy to bude povinné od konca roku 2020.

Docieľiť takúto dokonalosť vyžaduje v prvom rade dodržanie pasívneho štandardu. V druhom rade je potom nevyhnutné využiť dobre oslnené plochy budov, ak nejde o okná, pre solárny ohrev vody alebo výrobu elektriny. Spotrebu elektriny v budove je okrem toho nutné znižovať tak veľmi, ako to len dostupné technológie dovoľia. Samozrejme, aby sa také technológie plne uplatnili a aby spotreba elektriny, palív a tepla bola skutočne čo najnižšia, musia sa o to snažiť aj užívatelia budovy. Musí im na tom záležať, musia tomu rozumieť, mali by o tom spolu hovoriť a vyhodnocovať, ako sa im to darí. Veľmi nízka spotreba vôbec neznamena nepohodlie, často to môže byť práve naopak. Príkladom je dômyselné využívanie denného svetla namiesto umelého osvetlenia, a potom používanie len slabého žltého svetla potom, čo slnko zapadne.

Ako bude takých dobre fungujúcich, veľmi úsporných domov pribúdať, budú budovy staršie a omnoho menej kvalitné strácať na cene. Kto by dával prednosť nekomfortnému, nákladnému bývaniu? Jedinou možnosťou, ako môžu staré budovy držať krok s novými, je používať pri ich zmenách tie isté nové technológie, aké sa uplatňujú u najlepších pasívnych budov. Teda snažiť sa pri akýchkoľvek investíciách o to, aby sa aj staré budovy svojimi vlastnosťami štandardu budúcich novostavieb čo najviac približovali. Polovičné riešenia by sa nemali voliť nikdy: zlé vlastnosti budovy sa nimi zakonzervujú na desiatky rokov.

4.3 Regenerácie starých domov – dôvody a želania

Keď nás čakajú úpravy starého domu, je niekedy otázkou, či sa to ešte oplatí. Domy sú dokladom živej histórie, pretože vznikli v určitej dobe s určitým duchom. Pre tie, ktoré sú staré viac ako pol storočia sú charakteristické hospodárske pôdorysy a jednoduchá, nie príliš nákladná konštrukcia. Regenerácia bude na mieste vtedy, keď je jadro v poriadku a nevzniknú dodatočné vysoké náklady výmenou muriva alebo podchytením základov.

Aké nedostatky nachádzame na starých domoch? Sú často prístupné len po schodoch. Chýba im zádverie a moderné sociálne zariadenie, miestnosti sú skôr malé, medzi obytnými priestormi a záhradou nie je dobré spojenie, miestnosti sú často usporiadané nezávisle na svetových stranách a na polohe voči ulici a záhrade. Mnoho stavebných dielov a inštalácií potrebuje obnoviť alebo neodpovedá súčasnému stavu techniky.

Pred úpravami domu by si teda jeho obyvatelia mali vyhradiť dostatok času na vyjasnenie otázok, aké potreby bývania majú, čo od domu očakávajú a aký komfort si chcú dovoliť.

Prestavby sa väčšinou vykonávajú pri prechode z jedného životného obdobia do iného, keď sa napr. domácnosť zväčší, pretože sa narodili deti alebo deti vyrástli, keď sa prisťahuje partner, alebo keď mladá generácia chce mať v dome vlastný byt. Alebo keď sú majitelia na začiatku dôchodku, začínajú doma tráviť omnoho viac času a chcú mať väčšie pohodlie. Aj pri predávaní domu medzi staršou a mladšou generáciou alebo pri kúpe domu sa často prestavuje.

Keď sa menia životné pomery, zmenia sa väčšinou aj potreby bývania:

- Klasické rodiny (otec, matka, jedno až dve deti) predstavujú už len jednu tretinu všetkých domácností. Čo sa týka počtu osôb, je táto podoba rodiny samozrejme naďalej veľmi významná, ale často je zložená už inak, menej pokrve, rodinné väzby sa tak stávajú komplikovanejšie.

- Vo všetkých životných etapách silne pribúda počet osôb, ktoré bývajú samé. Starší ľudia zostávajú dlhšiu dobu samostatní.
- Celkovo ľudia potrebujú viac priestoru pre individuálnu úpravu bývania – chcú otvorenosť, prispôsobivé dispozície a priestor na zmeny.
- Nové výzvy pracovného života dávajú vznik novým koncepciám, kde bývanie a práca sú pod jednou strechou.
- Harmonické spolužitie medzi vlastnými štyrmi stenami bude možné iba vtedy, keď zohľadníme potreby jednotlivých členov rodiny.

Nasledujúce otázky vám môžu pomôcť pri plánovaní regenerácie.

4.3.1 Veľkosť obydla a počet osôb

- Koľkým ľuďom má dom/byt poskytnúť miesto?
- Aké nároky na byt a aké potreby majú tieto osoby (ženy, muži, deti, mladiství)?
- V akom životnom období sa obyvatelia nachádzajú – mladí dospelí, mladé rodiny s deťmi, domácnosti s viacerými deťmi, viacgeneračné domácnosti, staršie páry, ľudia bývajúci samostatne, pracujúci, dôchodcovia?
- Akým spôsobom sa zmenia nároky na byt, keď sa zmení životná etapa?
- Je súčasná obytná plocha postačujúca pre potreby všetkých členov domácnosti alebo by potrebovali ďalšie obytné priestory? Aké priestory chýbajú?
- Je nutné zväčšenie obytnej plochy dostavbou?
- Mohli by sme naplánovať rozdelenie obytnej plochy do dvoch oddelených bytových jednotiek?

4.3.2 Potreby bývania a využitie miestností

- Ktoré osoby využívajú ktoré sektory – obývaciu izbu, kuchyňu, spálňu, detskú izbu, záhradu, dielňu – a v akej intenzite?
- Potrebujete skôr viac menších miestností alebo uprednostňujete otvorený pôdorys – málo medzistien a dverí?
- Má každý obyvateľ svoju vlastnú izbu? Sú miestnosti prístupné priamo alebo musíte prechádzať inou miestnosťou?
- Je možné flexibilné využitie a zariadenie miestností?
- Chcete kuchyňu používať aj na iné činnosti, než len na varenie?
- Aký druh kuchyne – obytnú kuchyňu alebo malú kuchyňu – uprednostňujete? Kto sa venuje príprave jedál a kde sa zdržuje rodina, keď sa varí?
- Akým spôsobom sa predovšetkým používa obývacia izba – na hranie a na prácu, pri sledovaní televízie, pre návštevy?
- Kde je miesto na ubytovanie hostí?
- Máte miestnosť, ktorú ide využiť prípadne aj na prácu?
- Je možné orientovať obytné priestory a kuchyňu smerom k záhrade?
- Je možné nasmerovať obytné priestory a detskú izbu smerom k slnku?
- Ktoré miestnosti sa majú nachádzať v podkroví?

- Je možná inštalácia kúpeľne aj v podkroví?
- Kde máme dostatočný priestor na odkladanie záhradného, voľno-časového a športového náradia?

4.3.3 Začlenenie záhrady

- Akým spôsobom môžeme v teplých mesiacoch využiť záhradu ako rozšírený obytný priestor? Ako môžeme tento priestor využiť aj na stolovanie, prácu alebo hranie bez toho, aby sme sa dostali do sporu so susedmi?
- Môžeme vytvoriť priame spojenie medzi obytnými priestormi – obývacou izbou a kuchyňou – a záhradou?
- Akým spôsobom sú vnútorné aj vonkajšie obytné sektory chránené pred pohľadmi zvonku?

4.3.4 Bezbariérovosť a voľnosť pohybu

- Je prístup k domovým dverám možný bez schodov (bezbariérovo)?
- Je možná bezbariérová úprava prízemnia (jedného obytného poschodia) bez schodov a prahov?
- Môžu sociálne zariadenia (kúpeľňu a WC) využívať aj pohybovo obmedzené osoby s nohou v sadre alebo na vozíku?
- Sú vstupné priestory a predsieň dostatočne priestorné pre využívanie viacerými osobami súčasne (vyzúvanie topánok a odkladanie teplého oblečenia)?

4.3.5 Vnútorná klíma a zdravotné aspekty

- Odpovedá vnútorná klíma (teda teplota, kvalita vzduchu a svetlo) našim želaniam alebo musíme previesť opatrenia k jej zlepšeniu (zateplenie stien, utesnenie okien, zväčšenie okien, osvetlenie, atď.)?
- Býva vo všetkých miestnostiach dostatok denného svetla?
- Máte dostatočnú ochranu pred prehrievaním interiéru (izolácie, tienenie proti slnku, atď.)?
- Sú použité materiály zdravotne nezávadné alebo také, ktoré zapáchajú, alebo vylučujú škodliviny (nátery, lepidlá, obklady stien a podláh, nábytok, atď.)?

TIP

Pokiaľ na niektoré z týchto otázok neviete odpovedať sami, mali by ste sa poradiť so skúsenými odborníkmi, napríklad s architektmi alebo remeselníkmi.

5 Postup v praxi – od zoznamov požiadaviek k zadaniu zákazky

V nasledujúcej kapitole nájdete tipy, ktoré by ste mali zohľadniť a vziať v úvahu už pri návrhu úprav budovy a projektovaní jej regenerácie. Ku každej téme nájdete kontrolné zoznamy, ktoré vám majú pomôcť pri premýšľaní o vašich cieľoch a predstavách o regenerácii a k tomu, aby ste k nej pristupovali rozumne.

5.1 Zvažovanie výhod a nevýhod regenerácie

Rubom početných výhod regenerácie ako prostriedku na dosiahnutie komfortného bývania je, že môže ísť o dosť obtiažnu záležitosť. Existuje súbor okolností, ktoré je nutné zvážiť. Napr. že okolie, ktoré sa okolo domu utváralo mnoho rokov, je určujúce nielen pre obytné prostredie, ale prejaví sa tiež v atmosfére vnútri samotného domu. Prečo teda uprednostniť zvelebenie staršieho domu pred novostavbou?

- Domy v prirodzene vzniknutých osídleniach sú napojené na už existujúcu infraštruktúru a sú zapojené do neporušeného obytného prostredia. Príjazdová cesta a všetky prípojky už sú na mieste. S najväčšou pravdepodobnosťou budete môcť nákupy, cesty do školy, do materskej školy alebo k voľno-časovým aktivitám absolvovať pešo.
- Záhrady s veľkými stromami a krami, ktoré rástli počas mnohých rokov a ktoré slúžia ako miesto odpočinku, ale tiež samostatné záhradné plochy sú pri starších domoch často veľkorysejšie, než pri novostavbách.
- História domu, ktorá ho v priebehu rokov ovplyvnila, vytvára atmosféru a emočné väzby.
- Zvelebovanie môže prebiehať po častiach. Pri dobrej organizácii je často možné obývať dom počas celej regenerácie. Človek si ušetrí dlhé cestovanie a nemusí toľko vadiť, keď sa niektoré práce pretiahnu. Navyše sa väčšina stavebného materiálu nachádza už na mieste a nemusí sa nanovo vyrábať alebo privážať. To prospieva ochrane životného prostredia.
- Lepší komfort bývania a viac priestoru: Po úspešnej regenerácii vás na dlhú dobu čaká útulný domov podľa vašich predstáv, komfortnejší a možno aj o niečo priestrannejší.
- Zachovanie a zvýšenie hodnoty budovy pomocou tak dobrej regenerácie, že mnoho desiatok rokov nebude potrebné dom vylepšovať: výsledky takejto regenerácie pridávajú vašej nehnuteľnosti na hodnotu viac, než činí investovaný kapitál. Smernica EÚ o energetickej náročnosti budov, ako platí od roku 2010, stanovuje, že všetky novostavby budú musieť mať od roku 2020 “takmer nulovú spotrebu energie“ (pre budovy užívané orgánmi verejnej správy to bude už od roku 2018). To znamená, že budú musieť byť nielen pasívne, ale budú musieť tiež maximálne využívať svoje oslnenie a ďalšie obnoviteľné zdroje zo svojho najbližšieho okolia. Už od začiatku roku 2009 musia mať všetky novostavby a rekonštrukcie veľkých budov tzv. Preukaz energetickej náročnosti. Ten je pre ne aj povinnou dokumentáciou pri predaji alebo prenájme, vo verejných budovách musí byť tiež viditeľne vystavený. Preukaz dokladuje nielen úspornosť prevádzky budovy, ale naznačuje aj komfort, ktorý budova poskytuje – budovy s veľkou spotrebou sú počas mrazov aj horúčav určite zlé. Cena zvelebenej budovy sa bude blížiť cenám kvalitných novostavieb len vtedy, keď budova nebude o moc horšia. Je preto veľmi žiaduce dosiahnuť alebo sa aspoň veľmi priblížiť pasívnemu štandardu. Tým môže hodnota starej budovy aj prekonať hodnotu novostavby.

S čím môžete pri regenerácii každopádne počítať:

- Ak financujete je náklady pomocou bankových úverov, znamená to dlhodobú finančnú záťaž.
- Ak chcete znížiť náklady veľkým podielom vlastnej práce, musíte okrem omnoho dlhšieho trvania regenerácie počítať tiež so značnou fyzickou aj psychickou záťažou, pretože vám pri práci zostane len málo času na iné záľuby a odpočinok.
- Ak obývate dom aj v priebehu prebiehajúcej rekonštrukcie, musíte počítať s veľkým množstvom špiny a prachu, ale tiež so značným obmedzením a narušením inak bežných všedných situácií.
- Pri plánovaní ste obmedzený už existujúcou starou zástavbou.

Nielen regenerácia, ale každá stavebná činnosť je vždy spojená s určitým rizikom. Aby ste riziko udržali čo najmenšie, mali by ste preventívne zvážiť dodržanie nasledujúcich bodov.

5.2 Kontrolný zoznam 1: Riziká a možnosti ich zníženia

Vyššie náklady, než bolo odhadnuté: skutočnosť, že faktické náklady regenerácie niekedy oproti pôvodnej kalkulácii narastú, môže nastať z niekoľkých dôvodov: nepredvídateľné poškodenia stavby, ktoré vyjdú najavo až v pokročilom štádiu, zmena požiadaviek v priebehu regenerácie alebo dodatočné opatrenia, ktoré neboli v pôvodnej kalkulácii nákladov zohľadnené, náklady, na ktoré sa v pôvodnom pláne nemyslelo alebo taktiež menší skutočný podiel vlastnej práce, než sa pôvodne predpokladalo.

- Dôležitý je čo najpresnejší a čo najdetailnejší postup pri plánovaní nákladov! Vlastné výkony by ste mali zohľadňovať len v minimálnom rozsahu. Ak môžete potom stavbe venovať predsa len viac času, docielite ďalšie úspory. Každopádne by ste si mali vyhradiť dostatočnú rezervu pre nepredvídateľné dodatočné výdavky. Bežne sa počíta s rezervou vo výške 10 – 15% z celkovej čiastky stavebných nákladov. Popri čistých nákladoch na stavbu musíte navyše počítať s asi 20% vedľajších stavebných výdavkov (plánovanie a vedenie stavby, stavebný dozor, posudky, poplatky,...).

Zdržanie: prieťahy behom stavby spôsobené remeselníkmi a firmami alebo dlhším trvaním prác, než sa predpokladalo, žiaľ v stavebnej branži nie sú ojedinelé. Dôsledkom sú problémy s termínmi nadväzujúcich prác a ďalšie oneskorenia.

- Aj pri časovom pláne výstavby je dôležité vždy započítať časovú rezervu. Nikdy neviete, či vám vždy bude vychádzať počasie, či pre práce, ktoré chcete vykonávať sami budete mať aj dostatok čas alebo či remeselníci naozaj naplánovali pracovnú dobu na deň presne. Pri firmách je možnosť dohodnúť sa na pokute v prípade oneskorenia stavby. Tieto pokuty je nutné dohodnúť už v zmluve a môžu obnášať asi 2 – 3% zadávacej čiastky za jeden pracovný týždeň.

Neodborné prevedenie stavby: spory s remeselníkmi na základe nesprávne prevedených prác môžu priniesť vysoké súdne náklady.

- Nasadenie odborne spôsobilej osoby, ktorá vykonáva stavebný dozor, a teda aj počas celej doby kontroluje prevedenie prác, je predpísané zákonom a môže byť veľmi užitočné. Pri výbere remeselníkov by sme nemali zvažovať len cenu, ale tiež by sme sa mali informovať, ako spoľahlivo a po odbornej stránke správne boli práve vykonané u iných zákazníkov. Tiež je na zváženie uzatvorenie poistenia právnej

ochrany. Pri tom by sme však nemali zabudnúť na skutočnosť, že poisťovne majú čakacie doby. Tiež by sme si mali dopredu presne overiť prípady ručenia, v ktorých poisťovňa zaistí krytie. Spory v súvislosti s výstavbou alebo rekonštrukciou budovy (napr. chybne vykonané práce) podľa zmluvných podmienok väčšinou nie sú kryté. Ak chcete mať poistenú ochranu práve pre tieto prípady, dohodnite si to výslovne a aj písomne so svojím poisťovateľom.

Poškodenie nábytku alebo iných predmetov pod vplyvom nedbalosti a nedostatočnou starostlivosťou remeselníkov vykonávajúcich stavbu.

- Aj tu je, okrem čo najviac možnej starostlivosti, jedinou možnosťou uzavrieť poistenie, ktoré nám pokryje aspoň náklady vzniknutej škody. Ak škoda vznikla vplyvom nedbalosti vami najatej firmy, je táto firma, resp. jej poisťovňa povinná vám túto škodu nahradiť.

Výsledok neodpovedá našej pôvodnej predstave.

- Len veľmi málo ľudí si nad plánmi vie niečo predstaviť. Pri väčších regeneráciách alebo prestavbách by ste si určite mali prehládnuť priamo na mieste príklady už vykonaných realizácií. Ak ste plánovaním poverili architekta alebo architektku, mali by ste si jeho alebo jej projekty prezrieť na mieste aj v prípade, že tieto projekty nemajú nič spoločné s vašou rekonštrukciou. To vám môže pomôcť, aby ste si ujasnili, aké riešenia odpovedajú vašim predstavám. Pri väčších prestavbách sa doporučuje nechať si vytvoriť model budovy. Alebo si sami vyrobte pracovný model vášho domu, podľa ktorého si môžete plánované opatrenia ľubovoľne znázorniť. Prakticky všetci projektanti a projektantky už majú možnosť zobrazit' plánované opatrenia pomocou vizualizačného programu na počítači a túto vizualizáciu môžete dostať ako obrázok. Aj to by ste mali využiť. Materiály, ktoré sa do domu majú nainštalovať, by ste mali vyberať na základe predložených originálnych vzoriek, nie len podľa ich fotografií.

5.3 Stavebné predstavy a ciele plánovania

Prvým krokom je ujasniť si ciele regenerácie. Energetické vylepšenia so sebou prinášajú vyšší komfort a nemusia nutne zvyšovať náklady. Ak plánujete rekonštrukciu stavebných častí, ktoré sú energeticky smerodajné, ako napr. strechy, fasády alebo okná, nesmú chýbať odpovedajúce energetické opatrenia, ako napr. izolácia fasády alebo využitie slnečného žiarenia. Detaily k tejto téme nájdete v ďalších kapitolách.

Ak chcete zatiaľ vykonať len čiastočnú regeneráciu, je dôležité, aby ste najprv vytvorili celkový koncept regenerácie. Jej prvé kroky nemajú brániť krokom budúcim a ani ich zdražovať.

Pritom by ste mali zohľadniť aj predpoklady k získaniu podpory na regeneráciu starých domov.

5.4 Kontrolný zoznam 2: Ciele a plán regenerácie

Aký hlavný cieľ sledujete pri celej regenerácii?

.....

Sú v popredí energetické opatrenia alebo ich chcete zohľadniť len pri častiach stavby, ktoré aj tak vyžadujú opravu?

.....

Aký technický štandard chcete pri svojom zvelebenom dome docieľiť ? (rovnaký ako doteraz / tak, ako sa to dnes robí / najlepší možný)

.....
Aké regeneračné opatrenia sú naliehavo nutné pre terajšie alebo budúce využitie?

.....
Aké zmeny vo využití očakávate v nasledujúcich rokoch alebo dlhodobo? Ako by ste tieto zmeny už teraz chceli stavebne zohľadniť?

.....
Aké iné stavebné zmeny by mali byť pri regenerácii nutne vykonané?

.....
Chcete pri regenerácii postupovať po častiach alebo ju uskutočniť celú naraz?

.....
Aký limit nákladov máte na regeneráciu? Koľko peňazí chcete maximálne utrátiť?

.....
Aké funkcie a úlohy chcete prevziať sami? (vykonať čo najviac bude možné sami, vykonávať sa mi stavebný dozor, ale nevykonávať žiadne práce, len prevziať hotovú prácu a inak nemať nič spoločné so stavbou, ...)

.....
Koľko času ste ochotní investovať, resp. koľko času máte popri svojej pracovnej dobe k dispozícii?

.....
Kde by sa mohlo s úpravami začať? Dokedy najneskôr musia byť všetky práce dokončené?

.....
Koľko obytnej plochy potrebujete a nakoľko súhlasí existujúca obytná plocha s vašimi potrebami? Zvážte, že potreby sa môžu behom niekoľkých rokov opäť zmeniť a zvážte, ako sa veci budú mať za desať alebo dvadsať rokov.

5.5 Kontrolný zoznam 3: Obytná plocha

Obývacia izba/obývacie izby	.....m ²
Kuchyňa a jedáleň	.....m ²
Izba 1	.....m ²
Izba 2	.....m ²
Izba 3	.....m ²
Izba 4	.....m ²
Skladové a odstavné priestory	.....m ²
Prevádzkové priestory (pracovňa, špajza)	.....m ²
Kancelárske a pracovné miestnosti	.....m ²
Obytná plocha celkom	.....m ²
Faktická obytná plocha	.....m ²
Ďalšie plochy a stavby mimo vlastný obytný dom (garáž/prístrešok, záhradná šopa na náradie alebo stroje, ...)	.....m ²

Aké ekologické a hygienické ciele chcete svojim regeneračným plánom dosiahnuť? Ako môžete dosiahnuť tieto ciele bez toho, aby ste sa kvôli tomu museli zmieriť s extrémne zvýšenými nákladmi?

5.6 Kontrolný zoznam 4: Ekologické a hygienické ciele (Stavba a bývanie šetriace energiu, suroviny, plochu a náklady, použitie materiálov bez škodlivín, resp. s malým obsahom škodlivín, čo najprirodzenejšie zásobovanie a likvidácia odpadu)	Veľmi dôležité	Dôležité	Menej dôležité
Aký význam má pre vás využitie obnoviteľných zdrojov energie? Napr. drevo, pelety, slnko, ...			
Aká významná je pre vás téma úspor energie?			
Aké významné je pre vás použitie obnoviteľných surovín? Napr. ľan, drevo, ...			
Ako významné je pre vás použitie prírodných stavebných materiálov bez škodlivín?			
V akom rozsahu by sta boli ochotní zmieriť sa aj s vyššími nákladmi pre dosiahnutie svojich ekologických a hygienických cieľov?			

Už počas priebehu prvých krokov plánovania by ste mali skúsiť odhadnúť, aké finančné možnosti máte k dispozícii. Pri tom musíte zohľadniť nasledujúce položky.

5.7 Kontrolný zoznam 5: Odhad finančných možností

Vlastné prostriedky, ktoré máme k dispozícii	.....Eur
Započítateľné vlastné výkony (počítať s minimom!)	.....Eur
Možné podpory a príspevky z dotácií a podpôr štátu a obce	.....Eur
Možná výška úveru, ktorá sa dá vypočítať z prípustnej výšky mesačných splátok	.....Eur

5.8 Inventarizácia a zaistenie východiskových podmienok

5.8.1 Analýza škôd

Pre stavebnú inventúru a analýzu škôd je nutné určiť čo najpresnejší súčasný stav stavby a všetkých poškodení a nedostatkov. Primných stavebných častiach bude nutné rozhodnúť, či ich chcete vytvoriť znova alebo iba sanovať. Ťažké je rozhodovanie pri stavebných častiach, ktoré ešte fungujú. Zvážte všetky možnosti. Rozhodnite sa až vo chvíli, keď ste ochotní odhadnúť finančný rozsah regenerácie.

Pre neskorší hrubý odhad nákladov je nutné rozlíšiť jednotlivé stavebné opatrenia podľa nasledujúcich kritérií:

- Pri čisto sanačných alebo opravných prácach sa stavebný fond len vracia do pôvodného stavu.
- Pri obnovovacích alebo modernizačných prácach sa dotyčné stavebné diely vymieňajú a obnovujú.

- Pri prestavbe a zmenách sa stavebné diely nanovo vyrábajú a pridávajú sa k existujúcim.

Podľa naliehavosti opatrní alebo podľa svojich finančných prostriedkov by ste mali regeneračné opatrenia rozdeliť do jednotlivých etáp.

5.8.2 Kontrolný zoznam 6: Škody a nedostatky					
Vykazuje budova poškodenie a nedostatky? Vyskytujú sa významné škody na nosnej stavenej konštrukcii? (napr. škody v oblasti základov, mokré základové murivo, spráchnivené trámy, ...)					
Škody na zložkách budovy		Sanácie a opravy	Obnova a modernizácia	Prestavba, iná dispozícia	Nutnosť: hneď/neskôr
Strecha, podkrovná nadstavba, tepelná izolácia strechy, strešná krytina, konštrukcia strechy, atď.					
Obvodové steny, ich tepelná izolácia, izolácia stien proti vlhkosti (horizontálna a vertikálna)					
Vonkajšie obklady stien a omietka, murivo, atď.					
Vnútorne steny, vnútorná omietka, murivo, vnútorné dvere, atď.					
Okná a vonkajšie dvere, kovania, žalúzie, parapety, atď.					
Oplechovanie, odvod dažďovej vody, komín, atď.					
Stropy, akustická izolácia, podlahy, izolácia pivničného stropu, izolácia najvrchnejšieho stropu, atď.					
Schody spájajúce poschodia, zábradlia, povrch schodiska, atď.					
Zdravotechnické inštalácie, kúpeľňa, WC, vodovodné inštalácie, atď.					
Elektroinštalácie, atď.					
Vykurovanie, atď.					
Ďalšie: garáž, strieška, existujúce prístavby, terasa, atď.					
Vonkajšie zariadenie, plot, dlažba, atď.					

Dostavby, rozšírenia, pridané miestnosti, atď.					
Iné					

5.8.3 Stavebné predpisy a plány

Stavebné plochy sú upravené nariadeniami a predpismi. V stavebných predpisoch je napísané, čo, kde a ako sa môže stavať. Pre daný pozemok je daný rozsah stavebného využitia, tzn. prípustná veľkosť stavebného objektu. Stavebné hranice alebo regulačné čiary upravujú polohu budovy na pozemku. Zvlášť pri plánovaných prístavieb je nutné dopredu vyjasniť, či toto zväčšenie je podľa stavebného práva prípustné.

Všetky potrebné informácie k tejto téme si môžete vyžiadať na svojom príslušnom obecnom úrade. Ak existuje pre dané územie regulačný plán typu zástavbového plánu, môžete v ňom vidieť okrem iného vonkajšie obrysové čiary budov, maximálnu možnú výšku budovy a povolenú veľkosť stavebného objektu. Pretože výklad stavených predpisov je často vec názoru alebo otázkou interpretácie, mali by ste pred presnejším plánovaním zistiť na obecnom úrade, či stavebné opatrenia, ktoré plánujete, odpovedajú platným stavebným predpisom. V prípade zamietavého rozhodnutia pri stavebnom povolení by ste sa ešte raz mali presnejšie informovať, či by nebolo možné udeliť výnimočné schválenie.

Nie všetky stavebné opatrenia vyžadujú povolenie alebo hlásenia na obci. Napríklad nepotrebuje povolenie pre čisto sanačné práce alebo opravy, na obnovu vykurovania, potrubí, či elektrických vodičov a na menšie prestavby v rámci existujúceho obytného domu. Povolenia si vyžadujú však všetky zmeny, ktoré sa týkajú vonkajšieho vzhľadu domu alebo zmeny interiéru domu postihujúce nosné časti konštrukcie.

Pre ďalšie plánovanie potrebujete grafické podklady budovy. Spravidla by mali byť plány vášho domu byť uložené na obecnom úrade. Tieto plány odpovedajú aktuálnemu stavu len v prípade, že boli v minulosti nahlásené naozaj všetky prístavby a prestavby a že aktualizované plány boli obci dodané.

Pri starších domoch sú často k dispozícii len podacie plány z doby výstavby. Tieto plány môžeme použiť ako základ pre inventarizáciu. V žiadnom prípade by ste sa však nemali spoliehať na to, že uvedené miery odpovedajú reálnym rozmerom budovy. Inventarizácia a grafické zobrazenie v podobe inventarizačného plánu patrí do kompetencií architektky alebo architekta, môže ich však vykonávať aj oprávnení projektanti a stavební majstri.

5.8.4 Kontrolný zoznam 7: Stavebné predpisy a inventarizačné plány

Vyžaduje váš stavebný zámer povolenie? (Stavebné opatrenia na nosných súčiastiach domu alebo opatrenia, ktoré sa týkajú vonkajšieho vzhľadu budovy.)

.....

Existuje platný územný plán alebo aj regulačný plán? Aké požiadavky obsahuje?

.....

Existuje zo strany obce zámer zmeniť v dohľadnej dobe regulačný plán alebo v akom rámci sú pri nevelkých odchýlkach možné výnimočné povolenia?

.....

Aké ďalšie stavebné právne predpisy musíme zohľadniť? (napr. sklon strechy, tvar strechy, poloha budovy, stavebné čiary, ktoré je nutné dodržať, ...)

.....

Odpovedal by naplánovaný dom týmto existujúcim stavebno-právnym požiadavkám? Aké zmeny by sme prípadne museli vykonať alebo aké alternatívy máme k dispozícii?

.....
Aká projektová dokumentácia k budove sa na obci nachádza?

.....
Nakoľko predmetná dokumentácia odpovedá súčasnému stavu domu? Aké zmeny je nutné ešte zaznačiť?

.....
Kto zdokumentuje súčasný stav budovy a vytvorí plány, ktoré ho zachytávajú?

5.9 Návrh regenerácie

Pri modernizácii starých budov existuje veľa možností, ako ušetriť. Nemali by sme ale šetriť pri projektovaní. Menšie stavebné opatrenia môžeme naplánovať spoločne s príslušnými remeselníkmi alebo sami. Pri väčších rekonštrukciách sa vyplatí prizvať architektku alebo architekta. Náklady na ich prácu sa môžu veľmi rýchlo zasa amortizovať. Dobré plánovanie vám ušetrí zbytočné náklady. Ak sú architekt alebo architektka v branži činní už dlhšiu dobu, majú skúsenosti s mnohými remeselnými podnikmi a môžu vám prípadne odporučiť najspoľahlivejšie podniky s najvýhodnejšími cenami pre zadanie vašich prác. Ich skúsenosti z priebehu stavieb a dobre premyslený časový plán výstavby vám ušetrí nákladný stavebný čas. Navyiac by vám priebežný dohľad architekta alebo architektky nad stavbou mal zaistiť jej riadne prevedenie, aby ste sa vyvarovali následných škôd a nákladov.

K úlohám architekta alebo architektky patrí v zásade návrh a plánovanie, zostavenie zoznamov služieb (tzv. výkaz výmer, viď ďalej), obstaranie ponúk a stavebný dozor. Ak sa chcete na niektorej úlohe podieľať sami, sú ústretoví architekti/architektky spravidla ochotní sa s vami dohodnúť na deľbe práce. Pritom by ste si mali jasne dohodnúť a vyhradiť otázky ručenia a zodpovednosti pri závadách.

Na Slovensku platí voľná tvorba cien. Honorár architekta je určený dohodou zmluvných strán (podrobnejšie viď na stránke www.honorar.sk).

Aké činnosti môže investor stavby podľa právnych predpisov vykonávať sám a pre aké činnosti je bezpodmienečne nutné prizvať odborníka, sa často líšia regionálne. Presnejšie informácie získate na stavebnom oddelení vašej obce.

Vedenie stavby však každopádne musí prevziať odborník.

5.9.1 Kontrolný zoznam 8: Plánovanie

Chcete projektovaním a celým prevedením stavby poveriť architekta/architektku?

.....
Čo očakávate od dobrých projektantov/projektantiek alebo architektov/architektiek? (praktické skúsenosti s energetickou regeneráciou, dobrý koncept miestnosti a tom odpovedajúci pôdorys, kreatívne a individuálne riešenie, dôsledný odhad nákladov, vedenie stavby a kontrolu vyhotovenia stavby, zohľadnenie svojich prianí, ...)

.....
Aká predstava architektúry sa vám najviac pozdáva – skôr konvenčná alebo ste otvorení aj modernej architektúre? Aký ráz má mať váš regenerovaný dom?

Kto ešte by vám mohol pomôcť pri plánovaní? (priatelia s odbornými znalosťami, remeselníci, stavební majstri vykonávajúci plánovanie, poradne, ...)

.....
Pri ktorých úlohách si myslíte, že ich zvládnete sami?

5.10 Hrubý odhad nákladov

Prvý hrubý odhad nákladov sa môže stanoviť podľa štandardných stavebných nákladov na m² obytnej plochy. Slúži na približný odhad nákladov a skúsení architekti ho veľakrát vypočítajú na +/- 15% presne. Podľa druhov stavebných opatrení by sme mali odlišovať čisté sanačné práce a opravné práce, obnovovacie a modernizačné opatrenia a väčšie plány prestavby a rozšírení.

Ďalšou možnosťou, ktorá je však v Rakúsku skôr neobvyklá, je výpočet podľa hrubého objemu priestoru (obstavaný priestor): hrubý objem priestoru ide vypočítať podľa vonkajších rozmerov príslušnej stavby alebo jej častí, ktorých sa stavebné opatrenia týkajú. Aj tu delíme podľa stupňa stavebných opatrení na opravy, modernizácie, prístavby, prestavby alebo rozširovanie.

5.11 Žiadosť o stavebné povolenie

Ak sú stanovené opatrenia potrebné na regeneráciu, ale plánované stavebné opatrenia vyžadujú stavebné povolenie, musíte oň požiadať na príslušnom stavebnom úrade. Sídlo stavebného úradu sa väčšinou nachádza na obecnom úrade. Pri stavebných opatreniach, ktoré sa vykonávajú iba vo vnútri domu, stačí ich jednoduché ohlásenie. Pokiaľ sa stavebné opatrenia vzťahujú aj na prístavby, rozšírenia alebo zmeny vonkajšieho vzhľadu domu, musíte požiadať o stavebné povolenie.

K žiadosti o stavebné povolenie musíte predložiť Projekt na stavebné konanie. „Projekt potrebný na stavebné povolenie musí poskytnúť jednoznačnú urbanistickú, architektonickú, výtvarnú, priestorovú, dispozično-prevádzkovú, konštrukčnú a materiálovú charakteristiku stavby na posúdenie požiadaviek verejných záujmov. Obsah ustanovuje vykonávacia vyhláška.“, ako uvádza [honorárový poriadok](#), ktorý akceptuje Slovenská komora architektov. Prípadne tiež ďalšie dokumenty alebo potvrdenia, vid' [znenie stavebného zákona](#). Prihlásenie stavby je spravidla spracované behom niekoľkých týždňov. Pri žiadosti o stavebné povolenie majú rezidenti a priami susedia možnosť podať námietku proti vášmu plánovanému stavebnému úmyslu. Žiadosť preto môže byť v priaznivom prípade, ak nie sú vznesené žiadne námietky, vybavená za tri mesiace..

5.12 Sprievodná dokumentácia a rozpočet výkonov („výkaz výmer“)

Dokumentácia na stavebné povolenie nebýva natoľko podrobná, aby presne stanovovala, ako sa má všetko realizovať. Ak nemá byť realizácia závislá na značnej improvizácii počas svojho priebehu, vytvárajú sa pre ňu podrobnejšie dokumenty, vid' http://cs.wikipedia.org/wiki/Projektová_dokumentace. Nejde o povinnú dokumentáciu, ale ak je realizácia zadaná celá cudziemu subjektu, je vhodné ju pred realizáciou nechať vyhotoviť a nechať posúdiť odborníkmi na stavenie v pasívnom štandarde.

Sprievodné plány sa kreslia v mierke 1:50. Plány detailov prevedenia, ako je napríklad pripojenie stavebných dielov, nadstavby stien, stropov alebo strechy, okná a iné, sa zobrazujú v mierke 1:20 až 1:1. Až takéto plány sú základom pre všetky práce vykonávané na stavbe.

Takto podrobná dokumentácia môže potom byť základom pre vytvorenie technicky poňatého rozpočtu stavby, popisujúceho jednotlivé jej komponenty a úkony. Príslušný dokument sa označuje ako „[výkaz výmer](#)“ (t.j. kvantít alebo množstiev vrátane cien) a udáva druh, akosť

a množstvo požadovaných prác, dodávok a služieb, potrebných na zhotovenie stavby. Všetky položky sú v ňom rozdelené podľa jednotlivých remesiel a sú tam taktiež presne popísané. Výkaz slúži k rozpisu všetkých prác a k vyjednaniu finančných ponúk. Pretože v tomto výkaze je spôsob vyhotovenia stanovený presne, hodí sa na porovnanie cien, ktoré sme si zadovážili od rôznych firiem. Firmy majú udávať ceny zvlášť podľa ceny práce a cien materiálov. Z toho vyplýva jednotková cena, na základe ktorej sú ponúkané služby pre nás porovnateľné. Položky zoznamu služieb môžu byť vyjadrené voľne, spravidla sa však využívajú už existujúce zoznamy služieb. Zostavenie „výkazu výmer“ je časovo veľmi náročné. Oplatí sa iba pri veľkých rekonštrukciách. Jeho zostavenie a následný výpis a zaobstaranie ponúk patrí do úloh architekta/architektky alebo projektanta/projektantky. Pri menších regeneračných plánoch si môžeme rozpočet nákladov zadovážiť priamo od firiem.

5.13 Výpočet nákladov podľa stavebných dielov, remesiel, etáp prác, atď.

Ak máte k dispozícii ponuky firiem, môžete náklady porovnať a vyhotoviť presnú kalkuláciu nákladov. Kalkuláciu nákladov môžete vykonávať buď podľa stavebných dielov, podľa remesiel alebo, ak plánujete regeneráciu po etapách, tak podľa nich. Pri kalkulácii podľa stavebných dielov máte navyše možnosť porovnať rôzne stavebné materiály alebo konštrukcie.

6 Od starého domu smerom k pasívnemu

6.1 Inventarizácia spotreby energie

Spotrebu tepla na vykurovanie vo starom dome vieme vypočítať na základe ročnej spotreby paliva prípadne aj elektriny.

Výpočet spotreby energie na m² obytnej plochy:

vykurovací olej	.....litrov ročne x 10	=	.....kWh
zemný plyn	.....metrov kubických ročne x 10	=	.....kWh
uhlie	.....kilogramov ročne x 8	=	.....kWh
smrekové drevo	.....“<u>priestorových metrov</u> “ ročne x 1500	=	.....kWh
bukové drevo	.....“<u>priestorových metrov</u> “ ročne x 2000	=	.....kWh
spotreba elektriny na vykurovanie ročne		=	.....kWh
Celková spotreba vykurovacieho systému		=	.....kWh
mínus príprava teplej vody (ak sa vykonáva pomocou kúrenia), počet osôb x 1300 až 1800		=	.....kWh
ročná spotreba tepla na vykurovanie		=	.....kWh
obytná plocha (vykurovaná počas celej vykurovacej sezóny)		=	.....m ²
Ročná merná spotreba na vykurovanie	...../.....	=	.....kWh/m ²

Tepelnú spotrebu na prípravu teplej vody môžeme presnejšie odhadnúť tak, že ju zistíme za kratšiu dobu, kedy od jari do jesene nekúrime. Ak ju v tej dobe neohrievame aj solárnymi kolektormi, potom sa dá predpokladať, že počas zimných mesiacov je spotreba podobná, ako počas letných. To isté platí aj o varení, ak naň používame rovnaký zdroj tepla ako na kúrenie, napr. zemný plyn. Je preto vhodné zaznamenávať si stav plynomeru, atď. viackrát do roka, rozhodne však vždy na začiatku vykurovanie a pri jeho skončení.

Cenné je taktiež porovnanie spotreby na vykurovanie v rôznych rokoch, závisí to samozrejme na tom, ako bolo vo vykurovacom období vonku chladno, ako svietilo slnko, ale aj na tom, akú veľkú časť domu a na aké teploty sme vykurovali.

6.1.1 Energetický preukaz

Pre úradné účely vyššie uvedený výpočet nie je dostačujúci. A to aj napriek tomu, že vlastnosti domu môže vystihovať veľmi dobre, ak je doplnený spoľahlivou znalosťou toho, aké teploty sa v ňom v zime udržujú.

Uznávané dokumenty, popisujúce energetické charakteristiky domu sú ale iné. Najjednoduchší je tzv. Energetický štítok budovy. Pri jeho výpočte sa započítavajú všetky nepriedušné časti budovy, ktoré prepúšťajú teplo zvnútra smerom von (tepelné straty prestupom). Tepelné straty vetraním, aj tie úplne nepostrehnuteľné, vznikajúce počas mrazov zbytočne silným vetraním skrz netesnosti budovy sa v ňom ale ignorujú.

Podrobnejšie môžeme budovu charakterizovať tzv. Preukazom energetickej náročnosti budovy. Ten čiastočne zohľadňuje aj tepelné zisky zo slnečného žiarenia dopadajúceho na

okná, z elektriny spotrebovanej primárne na iné účely než na vykurovanie, aj z pobytu osôb (sto wattov na človeka). Jeho text uvádza aj spotreby na umelé osvetlenie a chladenie budovy. Odhadom uvádza aj spotreby dané vetraním. Aké je vetranie naozaj, neuvádza. Ignoruje taktiež skutočné teploty, ktoré sa v budove udržujú. Preukaz má obsahovať aj odporúčania, ako budovu zlepšiť.

Skutočné užívanie budovy môže opísať až jej energetický audit, behom ktorého môže vyššie uvedený Preukaz byť taktiež na vašu žiadosť zadovážený. Vlastnosti, ako je netesnosť budovy, ale bežnou súčasťou auditu nie sú. Meranie tesnosti sa dá objednať tiež a u budov, ktoré ste sa už snažili utesniť, to má dobrý zmysel. Ak je tesnosť dostatočná, môžeme uvažovať o inštalácii mechanického vetrania s rekuperáciou tepla (a s filtrovaním prachu a hluku).

Pomocou všetkých takýchto výsledkov môžeme nakoniec rôzne možné opatrenia na energetickú regeneráciu porovnať a vybrať si najlepšie riešenie. Preukaz energetickej náročnosti budovy alebo iný odborný posudok, porovnávajúci vlastnosti budovy v pôvodnom a novom stave je pri niektorých dodatočných programoch základom žiadostí o dotácie na zlepšenie. Vystavujú ho energetickí audítori alebo iné autorizované osoby, ako mnohí architekti, inžinieri a ďalší technici. Mal by ho byť schopný vystaviť ten, kto regeneráciu projektuje – tým skôr, že projekt by mal byť robený s cieľom, aby sa vlastnosti domu zlepšili čo najviac.

6.2 Na čo slúži energetická regenerácia?

6.2.1 Zvýšenie komfortu

Vinou nízkych povrchových teplôt obvodových stien a okien staré domy často pôsobia chladno, hocikde aj ťahá cez netesné okná a dvere. Izolačné opatrenia na vonkajšom plášti domu zdvihnú teplotu stien a mikroklíma interiéru sa tým stáva príjemnejšou. Nové, či opravené okná zabraňujú prievanu cez škáry a ich sklá nie sú počas mrazov tak studené, takže okolo nich neprúdi ochladzovaný vzduch, ktorý inak vnímame ako prievan. Mechanické vetranie s rekuperáciou, ktoré v dostatočne utesnenom interiéri má všade zmysel, zaistí príjemný vzduch bez zápachu aj počas mrazov, či horúčav. Môže ho taktiež zbaviť peľu, oddeliť interiér od vonkajšieho hluku a v každom prípade veľmi zníži prašnosť v interiéri.

6.2.2 Ochrana klímy

Tepelná regenerácia starých domov má zo všetkých sektorov najväčší možný prínos ochrany klímy.

V Rakúsku sa behom posledných 15 rokov sanovalo priemerne 1% celkového domového fondu ročne. Len v polovici prípadov sa ale v rámci modernizácie vykonávali aj opatrenia na zlepšenie tepelnej izolácie. Pritom sa práve pri starých domoch tepelná izolácia behom niekoľkých málo rokov zaplatí, ak ju vykonávame v kombinácii s opravou fasády, ktorá bola aj tak naplánovaná. Ak nemáme núdzu o miesto, má byť samozrejme tepelná izolácia pod novou fasádou veľkoryso hrubá, od 20 cm vyššie.

6.3.2 Zachovanie hodnoty

Hodnotu budovy môžeme zachovať len vtedy, ak budovu priebežne prispôbujeme aktuálnym technickým štandardom. V budúcnosti bude Preukaz energetickej náročnosti budovy, ktorý je povinný pre novostavby, spoluurčovať trhovú cenu budovy aj pri starých domoch. Vlastne už od roku 2009 musia všetky staré budovy, ktoré sa predávajú alebo prenajímajú podľa smernice EÚ ohľadne budov povinne vlastníť tento energetický preukaz.

6.2.4 Nižšie prevádzkové náklady

Pri starých domoch sa často stretávame s vysokými nákladmi na vykurovanie. tieto náklady sa dajú značne obmedziť pomocou izolačných opatrení. Ak zaizolujeme fasádu a najvrchnejší strop, môžeme pri typickom starom dome, postavenom pred rokom 1981 ušetriť asi polovicu predtým spotrebovanej energie na kúrenie. Priemerné ročné náklady na kúrenie sa pritom znížia z asi 1900 EUR na menej než 400 EUR. Pri priemerných investičných nákladoch vo výške 11000 až 15000 EUR na termickú regeneráciu vonkajších stien a najvrchnejšieho stropu sa táto investícia amortizuje po iba 10 rokoch pri ročnom výnose 7-12%. Pri regeneráciách s verejnou podporou sa táto modernizácia oplatí ešte rýchlejšie.

7 Príklady regenerácií

Na rozdiel od novostavieb, mnohé dobre dokumentované regenerácie na pasívny štandard alebo používajúce tie isté technológie stále čakajú na publikovanie. Aktualizovaný prehľad realizácií vid' napr. na <http://www.passivhausprojekte.de> a tam Objekttyp a Bautyp. Vid' tiež: http://www.passivhaustagung.de-Passivhaus_D/Modernisierung_Passivhaus_Effizienz.html . Dosť podrobný popis prvej rakúskej regenerácie neveľkého domu na väčší, pasívny, vid' napr. publikáciu [Analýza rekonštrukcie rodinných domov na pasívny štandard](#) z roku 2008. Staršie príklady vid' záverečná správa projektu [Neue Standards für alte Häuser – konkret](#).

8 Detaily stavebných úprav

8.1 Vzduchotesnosť plášťa budovy a mechanické vetranie

Prvým krokom pre zlepšenie stavu starej budovy, ak má byť používaná aj počas zimy, môže byť jej, aj keď provizórne, utesnenie. Vzduchotesná vrstva má byť čo najbližšie k vykurovanému interiéru, t.j. napr. v oknách hneď na prvej ploche, ktorej krídla dosadajú na zárubne. Rýchlu nápravu poskytnú samolepiace pásky z penového polyetylénu. Podobne sa dajú utesniť aj dvere do exteriéru. Utesnenie špáry pod nimi býva problematické, ak nedosadajú na zvislú hranu prahu. Vtedy možno použiť pružnú manžetu, ktorá predĺži dvere smerom nadol.

Vzduchotesnosť môžu narušiť rôzne, často aj dávno nepoužívané komíny. Tie by mali byť tesne uzavreté, napr. klapkami vloženými do plechových rúr pripojených ku gamatkám. Ak je potrebné, aby nimi počas zimy stúpala teplý vzduch, klapky je možné otvoriť, podobne ako sa pre vetranie otvárajú alebo pootvárajú okná. Vetranie by nemalo za mrazov prebiehať samovoľne. Pokiaľ sa v budove cez deň alebo i počas viacerých dní nenachádzame – je vetranie zbytočné, stráca sa ním teplo a interiér príliš vysychá. Vonkajší vzduch vtedy totiž obsahuje len veľmi málo vodnej pary, len niekoľko gramov na meter štvorcový. Keď taký vzduch ohrejeme na dvadsať stupňov, jeho relatívna vlhkosť klesne pod dvadsať percent. V interiéru si ju ale prajeme mať aj vtedy aspoň 40%. Taká vlhkosť nevádi ani pri budove, ktorá nemá poriadnu tepelnú izolačnú vrstvu a na okenných tabuliach, stenových oknách alebo v hranách miestností má chladné povrchy. Menšie hodnoty relatívnej vlhkosti nie sú príjemné a vedú k vyššej prašnosti. Pri domoch s výbornou tepelnou izoláciou nevádia počas mrazov ani pri relatívnej vlhkosti interiérov okolo 60%, dokonca umožňujú udržiavať nižšie teploty, pretože sa natoľko neochladzujeme odparovaním vody z pokožky. Interiér má celkovo len teplé povrchy a nehrozí, že by sa na nich voda kondenzovala. Je to podobné, ako v dusnom lete, keď v príbytkoch býva bežne vlhkosť i nad 80% a okrem eventuality chladných pat stien suterénu, ak nie sú tepelne izolované voči zemine, sa to žiadnym vlhnutím stavebných konštrukcií neprejavuje.

Samozrejme, hlavne u budov bez dokonalých tepelných izolácií je veľmi žiadúce relatívnu vlhkosť v zime merať a sledovať. Ak je vplyvom varenia, sprchovania a prania počas mrazov zvýšená nad 50%, je na čase ju vyvetrať. Či už po starom dverami a oknami alebo vhodnejšie cez sústavu mechanického vetrania s rekuperáciou tepla. Takéto sústavy dnes už niektorí remeselníci vedú inštalovať a na trhu je dostatok výrobcov, ktorí ponúkajú vetracie jednotky s výbornou účinnosťou viac ako 90%. Má zmysel ich inštalovať do každého dobre izolovaného interiéru aj keď ide o budovu zatiaľ bez novej tepelnej izolácie – vlastne práve do neizolovaných budov je to zvlášť žiadúce kvôli automatickému odvetraniu príliš zvlhčeného vzduchu v priebehu zimy. Je ale potrebné dbať na to, aby priestupy vetracích kanálov boli na výstupe z budovy opatrené automatickými tesnými klapkami, ktoré zabránia prúdeniu vzduchu, ak je vetranie vypnuté.

Pri rozsiahlejších regeneráciách je potrebné vždy uvážlivo naplánovať, ako bude dosiahnutá výborná vzduchotesnosť aj to, kde budú prestupy čerstvého a odpadového vzduchu plášťom budovy, kadiaľ povedú rozvody čerstvého vzduchu v interiéru a kadiaľ zberné kanály „vydýchaného“ vzduchu. Výslednú vzduchotesnosť je veľmi vhodné overiť testom priedušnosti plášťa budovy, nazývaným často podľa jedného z výrobcov testovacích zariadení blower-door. Ak niekto utesňuje budovu a inštaluje zariadenie na zákazku, mala by v podmienkach zákazky byť stanovená požiadavka, že štandardný parameter netesnosti interiéru neprekročí hodnotu 0,3. Ak je teda v interiéru ventilátorom skúšobného zariadenia udržiavaný podtlak 50 Pa (to zodpovedá piatim milimetrom vodného stĺpca), pritečie do neho

zvonku najviac 0,3 jeho objemu za hodinu. Ak má interiér podlahovú plochu 100 m² a výšku 3m, jeho objem je 300 m³ a pri danom podtlaku by sa do neho malo netesnosťami za hodinu dostať najviac 0,3x300m³ = 90 m³ vzduchu. To je hodnota technicky zvládnuteľná, v najlepšej praxi už dosahovaná, dávajúca záruku, že práce sú prevedené veľmi kvalitne. Tolerovať sa dá v zásade ale aj hodnota dvojnásobná, tá bola pôvodným limitom uvádzaným pre pasívne domy. Pokiaľ je dodržaná aspoň tá, má použitie rekuperácie s elektricky poháňanými ventilátormi dobrý zmysel, väčšina vetracieho vzduchu ide potom počas mrazov alebo naopak počas letných horúčav cez ňu a nie neriadene štrbinami v plášti budovy.

Samozrejme, mechanické vetranie možno dobre nahradiť oknami, pokiaľ má vonkajší vzduch príjemnú teplotu – keď nie je potrebné ani kúriť ani umelo chladiť, keď sa v ňom nenachádza prach a nie je hlučno. V čistých tichých oblastiach možno vetrať jednoducho oknami viac ako polovicu roka.

8.2 Regenerácia okien

Stavebná prax dnes berie ako samozrejmé, že sa pôvodné okná zo starých budov vybúrajú a nahradia sa novými. Samozrejme by to byť nemalo. Ak je možné staré okná opraviť natoľko, že je možné ich pohodlne otvárať aj zatvárať, pričom ich rámy doliehajú dobre do zárubní aj navzájom na seba a že ich možno doplniť dokonalým tesnením proti prenikaniu vzduchu z interiéru ďalej do oblastí, ktoré sú v zime chladnejšie, malo by mať toto riešenie vždy prednosť. Miestny remeselník to môže zvládnuť za veľmi priaznivú cenu.

Samotná renovácia starých okien však nepostačuje, pretože aj dobré staré dvojité okná izolujú tepelne len málo. Napraviť sa to dá tým, že sa v nich jedna jednoduchá sklenená vrstva vymení za dvojitú. Je vhodné to previesť na vonkajších krídlach okna, pretože tam môže zasklenie naviazať na vonkajšiu tepelnú izoláciu budovy. Len v prípade ich pamiatkovej ochrany je na mieste zvoliť pre inštaláciu dvojskiel vnútorné krídla namiesto vonkajších. Tepelne najdokonalejšie je samozrejme inštalovať dvojsklá do krídiel vonkajších aj vnútorných. Cenovo to vyjde stále omnoho lacnejšie ako vybúranie okien a inštalácia nových s trojitým zasklením. A tepelne je to lepšie nielen vďaka použitiu štyroch skiel namiesto troch ale veľakrát aj preto, že staré dvojité okná potlačujú tepelný most okolo seba, kde sú napojené na stenu – teplo sa okolo nich môže „prešmyknúť“ krátkou cestou cez steny.

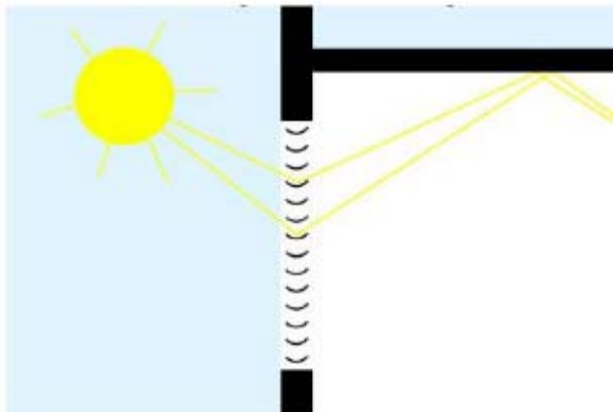
Dvojité okná opatrené jedným alebo dvoma dvojsklami poskytujú taktiež lepšiu zvukovú izoláciu. Je to vďaka tomu, že vonkajšie a vnútorné krídla sú od seba vzdialené decimetre a nie centimetre, takže nekmitajú v tej istej fáze. To je výhodné, ak ide o okná smerujúce do rušnej ulice. Zvukovej izolácii pomôže, ak sú vo dvojskle použité tabule rôznych hrúbok, potom totiž nedokážu rezonovať spolu v jednej frekvencii, ktorú by inak tlmili len málo.

Ďalšou výhodou dvojitých okien je, že do ich dutiny možno vložiť dobré cloniace zariadenie – fóliové reflexné rolety a žalúzie, ktoré účinne presmerujú svetlo. To nemusí nastať hneď, možno počkať, až také technológie budú dostupné na trhu. Dvojicou fóliových roliet, ak sú po stranách a dole utesnené, možno zlepšiť aj vlastnosti obyčajného starého dvojitého okna na úroveň pasívneho štandardu.

8.2.1 Vonkajšie clonenie

Priehľadné časti plášt'a („otvorené výplne“) budov môžu komfort veľmi zvýšiť. Môžu ho ale aj zhoršiť. A tiež zvyšovať spotrebu na umelé vykurovanie alebo chladenie. **Triviálne opatrenie:** využívať len nevelké presklené plochy. **Lepšie opatrenie:** využívať zasklenie, ktoré tepelne izoluje. A proti prehrievaniu mať **zvonka pred oknami pohyblivú clonu**, ktorá nežiadúce solárne zisky potlačí. Ak to má vykonávať spoľahlivo, musí byť ovládaná aj počítačom – až vtedy môže výrazne zlepšovať aj vlastnosti okna v noci, tepelné aj svetelné (svetlo sa vďaka clone z miestnosti toľko nestráca). Vonkajšie tienenie pomáha, aby okná

nemali prehnaný jas. Solárne zisky možno do značnej miery zachovať a osvetlenie zlepšiť: **žalúziami s otočnými lamelami, ktorých konkávna strana mieri nahor a je zrkadlovo lesklá.**



Pritom by malo byť možné **ovládať samostatne hornú časť žalúzie**, ktorá môže odrazeným svetlom osvetliť strop miestnosti aj ďaleko od okien. Zavretá dolná časť žalúzie, pokiaľ sú jej lamely **jemne perforované**, poskytuje výhľad von a prepúšťa až desatinu svetla. Príkladom použitia perforovaných žalúzií je www.energybase.at vo Viedni, zaujímavá navyše tým, že južné okná sú výrazne sklonené šikmo dole.



Obr.: Budova EnergyBase má južné okná sklonené nadol, nad nimi sú naopak dobre oslnené FV panely

Ak nemajú vonkajšiu plochu trvale zrkadlovo-lesklú vďaka špeciálnej ochrannej vrstve aplikovanej na hliník (ako u solárnych zrkadiel), mali by ju mať **z hliníka, ak je to možné hladkého, neupraveného** umelou oxidáciou (eloxovaním) alebo náterom. Hliník sám má dostatočne nízku emitanciu pod 10%. Rovnako hladký nevydrží navždy, ale aj tak bude potlačovať žiarivé ochladzovanie za jasných nocí, kedy je nebo o 20 K chladnejšie ako vzduch.

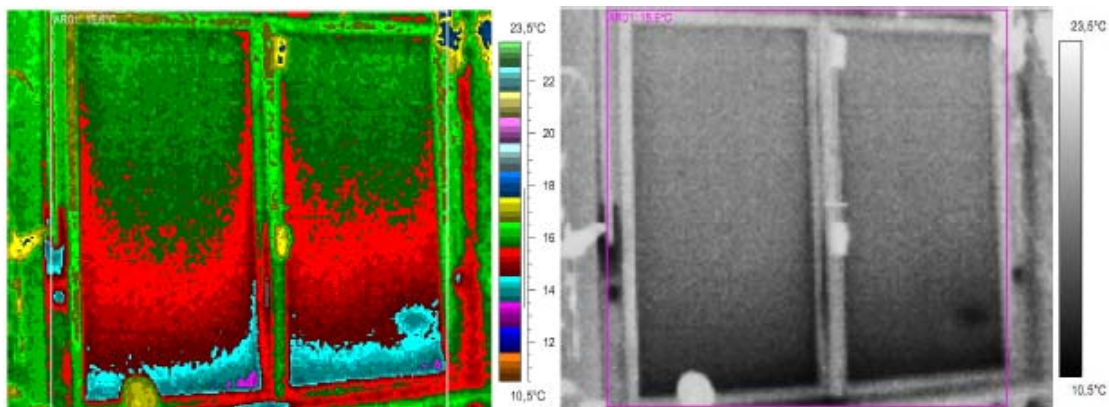
Ak nejde o žalúziu, ktorej spodnú a hornú časť možno vyklápať zvlášť, je lepšie aby sa clona nespúšťala, ale naopak dvíhala, teda zakrývala najprv spodnú časť okna.

8.2.2 Fóliové rolety vnútri skleneného súvrstvia

Fóliové rolety vnútri skleneného súvrstvia môžu byť omnoho subtilnejšie. Možno nimi veľmi zlepšiť vlastnosti okien počas noci. Podmienkou je, aby clona mala nízku emitanciu a v uzatvorenom stave bola tesná. Potom funguje obdobne ako ďalšia tabuľa skla s nanosenou vrstvou s nízkou emitanciou, alebo skôr ako fólia HeatMirror 88 tc, ktorá má nízku emitanciu obojstranne – potlačí žiarivý prenos tepla medzi tabuľami skla. Praktická realizácia jej popísaná [v dizertačnej práci](#).

Použitá bola jednostranne slabo pokovovaná fólia hrúbky asi $15\mu\text{m}$ s emitanciami (v rozsahu $8\mu\text{m}$ až $14\mu\text{m}$) asi 0,03 a 0,17. Staré zdvojené okno s jednou fóliovou roletou dosiahlo mernú tepelnú priestupnosť $U = 1,0\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. V okne je dosť miesta aj na ďalšie rolety. Dvojica roliet zaistila hodnotu $U = 0,6\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Tesnosť bola zistená tým, že chladnejší a ťažší vzduch smerom von od rolety ju pritlačil na bočné drevené lišty, ktoré bolo do okna nutné pridať. Utesnenie na dolnom okraji poskytol dutý profil či manžeta zo samolepiacej pásky. Dosiagnuté hodnoty zodpovedajú teórii: zníženie žiarivého prenosu tepla a vytvorenie väčšieho počtu komôr, ktorých tepelné odpory sa spočítajú.

Obr.: Rokmi používaná roleta je vyrobená z fólie, ktorá bola pôvodne poskladaná do malého balíčku – preto už na začiatku nebola úplne rovná. Tým, že je ovládaná ručne a navijaná klasickým pružinovým mechanizmom, zažila už všelijaké poškodenia. Jej tepelný vplyv ale zostal rovnaký. V okne je vidieť aj druhú bočnú lištu pre ďalšiu roletu. Okno bolo potom ďalej vylepšené tým, že na vnútornú stranu rámu vonkajších krídel bola pripevnená fólia číra s transmitanciou 0,8 a emitanciou 0,1. Tá vytvára konvekčnú komoru, pričom žiarivý prenos tepla v nej v noci zostáva potlačený pokovovanou roletou. Potom aj jedna roleta zaistí hodnotu $U = 0,7\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, kedy spoľahlivé splnenie pasívneho štandardu.



Obr.: Prestup tepla oknom bol overený termograficky. Okno má priemernú jasovú teplotu o 1,8 K nižšiu než frekvenčné neochladzované plošky zavesené uprostred a v hornej časti okna. Prvé zobrazenie umožňuje odčítať jasové hodnoty s citlivosťou štvrt kelvinu, druhé poskytuje celkový prehľad.

Cez slabo pokovované fóliové rolety je dobre vidieť zo zacloneného interiéru von, fungujú ako filter s priepustnosťou napr. 3%, **v miestnosti je dobre poznať svitanie, človek sa nebudí do tmy**. Dvojica roliet uberie svetla na jednom promile, aj to na prebudenie stačí.

V praxi je potrebné, aby šlo o rolety **poháňané elektricky** a riadené počítačom. Je možné, aby v okne boli také **rolety tri, potom klesne hodnota U pod 0,5 W/(m².K)**.

Veľkého zlepšenia množstvo docieľiť aj pri oknách moderných, pokiaľ sa rolety vložia do **dostatočne hrubej dutiny medzi sklami**. Dvojsklo tam možno na noc premeniť akoby na trojsklo, ak nie je fólia príliš blízko jedného zo skiel (prípád roliet ISO-Roll firmy www.glastec.com, slúžiacich výborne ako slona proti slnku, eventuálne aj priehľadná). Stredom dutiny hrúbky 16 mm je vedená roleta first-rol firmy www.agero.ch. Jednoduchšie je to pri oknách, ktoré obsahujú hrubú vzduchovú dutinu určenú pre rôzne cloniace zariadenia, ako pri okne „Edition 4“ firmy Internorm. Tie v základnej podobe pasívny štandard nespĺňajú, ale v kombinácii s fóliovými roletami ho počas noci hladko prekročia a to aj pri oknách strešných, u ktorých doteraz nebol pasívny štandard dostupný. V konfigurácii vonkajšie sklo – rolety – vnútorné dvojsklo môžu tiež poskytovať dostatočnú ochranu proti slnku. Ak je každá roleta ťahaná z inej strany, možno tým prepustiť trochu slnka štrbinou vo výške, ktorú si zvolíme.

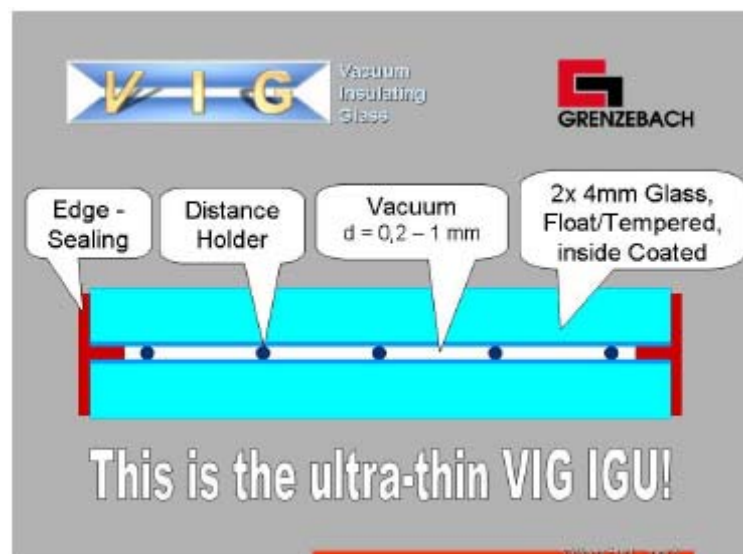
8.2.3 Lepšie sklá

Oknami môže prechádzať viacej slnečného tepla, pokiaľ sa v nich použijú **sklá s nízkym obsahom železa**, tzv. Biele (pri pohľade z boku na hranu skla). Tie pohlcujú infračervené slnečné žiarenie, ktoré ich inak zahrieva. Biele sklá sú štandardom pre kvalitné solárne kolektory, cena je oproti železnatým sklám len dvojnásobná. Ďalšie zlepšenie priechodu slnečného tepla a svetla možno docieľiť tým, že sa použijú **sklá s antireflexným povrchom**. Aj tie sa stávajú pre kolektory štandardom. Tzv. štvrt'-vlnová povrchová vrstva, ktorá vo všeobecnosti potlačuje odraz svetla, je tvorená sklom s pórmami menšími ako 100 nanometrov. Voči svetlu sa chová ako spojitá s malým indexom lomu. Biele antireflexné sklo prepustí za deň až 95% žiarenia, ktoré naň dopadne. V oknách obdobných Edition 4 môže potom podiel solárneho tepla, ktoré prenikne dovnútra, dosiahnuť až hodnoty $g = 0,8$.

Pri neodrážajúcich sklách je potrebné zvlášť dbať na to, aby do okien omylom **nenarážali vtáky**. Možno naň zvonka naleptať alebo nakresliť nejaký vzor alebo **pred ne natiahnuť sieťku**, ktorú buď vidia alebo ich aspoň uchráni od nárazu.

8.2.4 Vákuové dvoj- a trojsklá

Limitom pre dnešné trojsklá je tepelná vodivosť ich plynnej výplne. Nie je možné dostať sa pod hodnotu $U = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a už vôbec nie pri strešných oknách. Zlepšenie sa dá docieľiť **použitím vákua**. Sľubnú technológiu vyvíjal projekt ProVIG, ktorý vyústil dostratena. Ten docieľoval už pre dvojsklá hodnoty lepšie pri celkovej hrúbke pod deväť milimetrov. Bola by to ideálna technológia pre vylepšenie starých dvojitéch okien. S fóliovými roletami by



bolo možné dosiahnuť stav, kedy okná izolujú v noci skoro rovnako dobre ako steny pasívnych domov. Potom by bolo možné využívať veľkorysé presklenia na všetkých stranách budov – cez deň aj počas zamračených zimných dní by interiér vyhrievali.

Ako „vákuové“ sa ale v ľudovom podaní označovali všetky dvojsklá so vzduchotesne uzatvorenou dutinou. V tých je ale len mierny podtlak, väčší počas mrazov, menší v lete – to sa dá zistiť podľa toho, že bližšie sklo funguje ako duté zrkadlo, druhé potom ako vypuklé. Podtlak je poistkou pre to, že sa dvojsklo nerozlepí. Na izolačné vlastnosti nemá žiadny vplyv.

Na trhu už ale už roky sú v ponuke jedny naozaj vákuové dvojsklá. Vyznačujú sa prítomnosťou ventilu, ktorým boli vákuované a tiež samozrejme obsahujú raster malinkých stĺpčiekov, ktorými sú sklá roztláčané – tie sú však viditeľné len úplne zblízka. Tieto dvojsklá neizolujú lepšie ako najlepšie dvojsklá plnené kryptónom, ale sú omnoho tenšie, napr. len 6 mm. Ich okraje, utesnené nízko taviteľným sklom, predstavujú výrazný tepelný most a svojou nepružnosťou obmedzujú maximálnu veľkosť zasklenia. Pre nové výplne starých drevených okien sú ale veľmi vhodné.

8.2.5 Prekryté okenné rámy

Aj to najlepšie zasklenie je nakoniec pri oknách „pokazené“ rámom. Nemusí tomu tak byť, pokiaľ **zasklenie nadväzuje priamo na hrubý tepelný plášť budovy** prostredníctvom spoľahlivého pružného tesnenia siahajúceho dostatočne ďaleko od tepelne vždy zlého okraja skleneného súvrstvia. Môže to byť zasklenie fixné aj otváracie. Náznak, ako môže to otváracie vyzerat' dávajú okná, v ktorých sklo dosadá na vonkajší nepohyblivý rám. Ten môže byť potom celkom prekrytý vonkajšou tepelnou izoláciou: pritlačený k nej zo strany interiéru. Potom ani nemusí obsahovať tepelne izolačnú výplň.

8.2.6 Ďalšie informácie o technológiách

Pasívni domy a zářivé toky energie (zlepšení vlastností oken užitím pohyblivých těsných přepážek a ověřování jejich vlastností *in situ*) (2009, disertační práce),

http://amper.ped.muni.cz/pasiv/windows/JH_disertace

Tepelná optimalizace okenních výplní (2008),

<http://amper.ped.muni.cz/pasiv/windows/construmat>

Nové paradigma osvětlení v budovách, nová řešení (2009),

<http://amper.ped.muni.cz/pasiv/windows/JS2009>

Technologieleitfaden Sonnenschutzsysteme (2010),

<http://www.wien.gv.at/wirtschaft/eu-strategie/energie/pdf/leitfaden-sonnenschutz.pdf>, či krátku zhrnutie <http://www.wien.gv.at/wirtschaft/eu-strategie/energie/pdf/sonnenschutz.pdf> (možno nájsť aj na krátkej adrese <http://sep.wien.at>)

Produktblätter Sonnenschutzsysteme (2010),

<http://www.es-so.com/documents/KC2ProduktblatterGermanMai2010.pdf>,

Report on available solar shading products,

http://www.es-so.com/documents/KC2-Productsheets_Mai2010_ESSOE.pdf

8.2.7 Nové inštalovanie okien

Niekedy ale staré dvojité okno sa už kvalitne zrenovovať nedá. Alebo môže ísť o prípad, že chceme nové okná lepšie napojiť na vnútornú hrubú izolačnú vrstvu a nemať ich hlboko zanorené do novej fasády. V niektorých prípadoch to možno vykonať aj v prípade starých okien, teda uvoľniť ich z doterajšej pozície a posunúť smerom von, o hrúbku novej

tepelnej izolačnej vrstvy. Väčšinou ale nezostáva iné ako použiť moderné jednoduché okná s trojitým zasklením s parametrom $u_g = 0,6$. Tie by nemali byť vsadzované do pôvodnej steny, ale posadené napr. až na nosník pripevnený na stenu zvonka – na drevený hranol alebo niekoľko menších hranolov. Vo zvislej polohe ich potom udrží niekoľko tenkých plechových alebo OSB laniiek. Tiaž okna môžu namiesto masívnej dolnej opory priskrutkované k stene niest' šikmé lanká či drôty, natiiahnuté od horného okraja otvoru až k dolnému okraju okna, tie predstavujú najmenší tepelný most. Ďalšou, jednoduchou možnosťou je vytvoriť pre okná „schránku“ z OSB plátov (zdroj obrázku: „ARDP“).

Vzduchotesné napojenie na ostávajúcu stenu sa zaisťujú špeciálnou trvalo lepiovou páskou, ktorá potom bude prekrytá omietkou alebo obložením. Vonkajšia tepelná izolácia budovy by mala v každom prípade zvonka celkom pokrývať zárubne okien, to je s výnimkou spodnej časti zárubne s vonkajším parapetom už bežnou praxou. Tepelne kvalitnejšie riešenie je ale potiahnuť vonkajšiu tepelnú izoláciu až na samotné zasklenie, na ktoré bude doliehať prostredníctvom tesniaceho silikónového profilu. Tak budú súčasne kryté rámy okna. Potom takmer nezáleží na ich tepelných vlastnostiach, môžu byť subtilne drevené a aj oceľové.



Ak inštalujeme nové okno, je vhodné taktiež zvážiť, či sa nemá otvor v stene zväčšiť – pre zlepšenie osvetlenia miestnosti, výhľadu alebo solárnym ziskom. Najlepšie osvetlenie miestnosti poskytujú okná siahajúce až ku stropu, zo svetla prechádzajúceho tesne pod stropom dopadne najväčšia časť až na protiľahlú stenu. Takúto úpravu nemusí byť jednoduché vykonať, ak je nad oknom betónový preklad, ktorý nesie nad ním stojacu stenu. Môže byť naopak jednoduchá, ak je strop tvorený betónovou doskou.

Niektoré nové okná možno mať neotvárateľné alebo otvárateľné len sčasti. Fixné trojsklo, prekryté zvonka na okrajoch vonkajšou tepelnou izoláciou a zvnútra vymontovateľným ostentím, umožňuje prípadnú výmenu skla, nemusí mať v zásade vôbec žiaden rám, len dolnú oporu nesúcu jeho tiaž. Musí byť ale tiež vzduchotesne napojené (trvale lepiivými páskami) na interiérovú vzduchotesnú vrstvu, obvykle na omietku. Fixným zasklením daného „otvoru v stene“ sa dá priehľadná plocha okna významne zväčšiť oproti použitiu otvárateľného okna. A veľmi sa môže znížiť aj cena takto realizovaného okna.

K novým jednoduchým oknám je vždy rozumné pridať zvonka nejaké cloniace zariadenie, elektricky ovládané. Nielen ako ochranu proti nežiadúcim solárnym ziskom, ale aj pre možnosť ubrať v miestnosti svetlo denné ale aj nežiadúce nočné z lúčov či reklamných tabúľ. Dôkladné clonenie v noci tiež zabráni úniku svetla von, vracia ho do miestnosti a súčasne poskytuje súkromie. V tom prípade by ale malo byť ovládané automaticky, aby ráno umožnilo prirodzenému rozhodnutiu aj v interiéri. Clony, spravidla žalúzie z pevných hliníkových lamiel, by sa mali zdvíhať najlepšie odspodu nahor, aby bolo možné ponechať najužitočnejšie denné svetlo prechádzajúce vrchom okna. Alternatívou je samostatné ovládanie horných lamiel alebo dvojitého systému, s žalúziami zhora aj odspodu. Ako sme už uviedli, lamely môžu byť aj dômyselné, s „korýtkami“ namierenými nahor a opatrenými zrkadlovou vrstvou – tie skvele presmerujú svetlo do stropu, takže miesto oslňovania osvetľuje miestnosť do hĺbky.

Vonkajšie cloniace zariadenie, ak sa zaťahuje do vonkajšej izolačnej vrstvy a nie do škatule pridanej na dom zvonku, predstavuje oslabenie tepelnej izolácie. To možno napraviť tým, že sa medzi jeho dutinu a starú stenu **vloží izolácia z vákuového panelu**. Tá je síce drahá, ale

v tomto prípade nejde o veľkú plochu, takže jej použitie určite stojí za to. Príklad realizácie vid' Prílohy, *rez Okna v mieste nadpražia, skrytá žalúziová schránka s vákuovou izoláciou* (či [on-line](http://www.pasivnidomy.cz/o-databazi-detailu/), v databáze detailov <http://www.pasivnidomy.cz/o-databazi-detailu/>).

Záverom sa zmieňme o novej možnosti, t.j. že sa okná nevkladajú až do roviny prechádzajúcej vonkajšou tepelnou izoláciou budovy, ale ponechávajú sa v doterajšej stene. Existujú potom dve možnosti. Pokiaľ sa počíta so skorým doplnením vonkajšej tepelnej izolácie, potom je možné okno umiestniť tak, že jeho zárubne siahajú až k rovine plochy steny. Budúcou vonkajšou izoláciou sa potom jednoducho prekryjú. Pokiaľ sa žiadna tepelná izolácia v dohľadnej dobe inštalovať nebude, možno okno umiestniť aj viac smerom do interiéru, jeho vonkajšie ostenie je ale v tom prípade nutné doplniť tepelne izolačným klinom, ktorý prekryje aspoň zárubňu a zabráni tepelnému mostu okolo okna. Vonkajšie ostenie potom bude šikmé.

Šikmé ostenia, dokonca aj veľmi skosené, sa uplatnia tiež v prípade ponechania starých dvojité okien na pôvodnom mieste, keď by inak boli príliš „utopené“ novou hrubou vonkajšou tepelnou izoláciou. Šetriť na hrúbke izolácie len preto, aby okná neboli veľmi hlboko, je nerozumné. Veľmi skosené ostenie, opäť s prípadným použitím vákuového izolačného panelu, je riešením, ktoré neuberie svetlo ani výhľad, najmä pokiaľ sa roh pôvodného pravouhlého tehlového ostenia z vonkajšej strany najprv odreže. Je to samozrejme značná zmena vzhľadu budovy, ale zato zmena veľmi účelná.

8.2.8 Zdvojené okná

Pre úplnosť dodajme, že aj staré zdvojené okná je možné regenerovať nahradením jedného alebo oboch z jednoduchých skiel najlepším dvojsklom, v cene približne 33 Eur za meter štvorcový. Neprijemnú vlastnosť zdvojených okien, t.j. že sa vzduchová dutina vnútri špiní, je možné potlačiť tým, že sa medzi rámy oboch krídel vlepí tenká vrstva plyšu alebo pásik inej pružnej textílie – tá umožní vyrovnávanie tlaku v dutine a odfiltruje všetok prach. Vo zdvojenom okne, podobne ako vo dvojitom, možno umiestniť cloniace zariadenie. Príkladom pre to sú okná Edition 4 firmy Internorm a obdobné okná iných firiem.

8.2.9 Zimný komfort

Regenerované okná s vynikajúcim zasklením, rovnako ako nové okná s najlepšími trojsklami, dávajú budove podstatnú kvalitu: nie sú ani počas mrazov vnútri studené, „nepadá“ okolo skiel smerom nadol ochladzovaný vzduch pociťovaný ako nepríjemný prievan. Ak stojíme alebo sedíme v ich blízkosti, sálajú na nás skoro rovnako ako interiérové steny. Aj veľké presklené plochy nespôsobujú diskomfort. A nemusí pod nimi byť, čo je veľmi podstatné, žiadny teplý radiátor alebo plynová piecka.

8.3 Opatrenia proti vlhkým stenám

Veľmi častým zdrojom vlhkosti v stenách je kondenzácia vodnej pary z interiéru – pokiaľ sú steny natoľko studené, že ich teplota nie je výrazne nad rosným bodom. Ten je najvyšší za horúcich dusných letných dní, môže teda dosahovať až osemnásť stupňov. Spodné časti stien, ktoré sú na úrovni okolitého terénu alebo pod ním, bývajú o dosť chladnejšie a môžu nabráť veľa vody. Vyššia časť vonkajších stien môže zvnútra vlhnúť naopak v zime, keď sú zvonka silne ochladzované. Typické je to vo vrcholoch (kútoch) miestnosti, odkiaľ teplo uniká von do viacerých smerov. A taktiež za nábytkom stojacim tesne pri vonkajších (obvodových) stenách. Alebo okolo jednoduchých okien vsadených do muriva. Zimné vlhnutie možno potlačiť výdatnejším vetraním, to je ale náprava veľmi núdzová. Správna náprava je len jedna: zvýšiť teplotu stien ich tepelným odizolovaním od chladného exteriéru. Docieľiť to, že ich povrch bude skoro rovnako teplý ako povrch stien úplne interiérových. V prípade okolia okien sme

možnosti, ako potlačiť alebo eliminovať tepelné mosty okolo nich, už prebrali v predošlej kapitole.

8.3.1 Základové steny

Je možné vhodnou zmenou zvýšiť teplotu aj pre steny základové, ktoré sú v dokonalom tepelnom kontakte so zeminou pod sebou? Do značnej miery áno. Tým, že zabránime prieniku zimného chladu do pôdy zvonka a pod nimi a súčasne aj vsakovaniu chladnej vody. Technológiou, ktorá to zaistí, je podzemná tepelná izolácia, ktorá ale neprechádza vertikálne smerom nadol pozdĺž steny, ale do diaľky smerom od domu, len mierne sklonená. Nemecky sa označuje ako Schirmdämmung, slovensky by sme to mohli preložiť ako **dáždniková izolácia** alebo **krinolínová izolácia**.

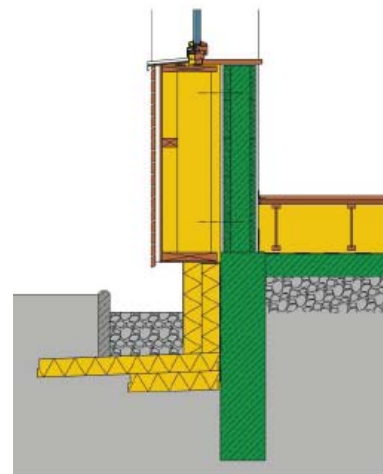
Niekde pre ňu stačí aj ten najlacnejší penový polystyrén, najlepšie vo forme hrubých plátov. Kým sa zahrnú zeminou, položí sa na ne pás polyetylénovej fólie, ktorý zabraňuje ich namáčanie z povrchu a presakovanie vody medzi plátmi do podlažia. Fólia by mala pri dome pokračovať ešte tridsať centimetrov do výšky, aby za ňu nemohla pretekať ani voda z topiacej sa hrubej vrstvy snehu. Podzemná tepelná izolácia by mala siahať viac ako meter od steny domu, vhodné sú dva metre. Prvý meter by mal byť hrubý aspoň 20 cm, druhý meter môže byť tenší. Krytie zeminou môže byť pri päťke domu (presnejšie pri päťke jeho vonkajšej nadzemnej izolácie) len niekoľkokentimetrové, na vonkajšom okraji potom už rádovo niekoľko decimetrov, podľa spôsobu používania pozemku. Ak sa nad takouto izoláciou jazdí ťažkými vozidlami, je vhodné polystyrén prekryť vrstvou betónu s oceľovou sieťou, aby sa zaťaženie rozdelilo. Samozrejme je možné použiť polystyrén s väčšou tuhosťou (teda aj objemovou hmotnosťou).

Pre podzemné tepelné izolácie sa často doporučuje využívať výrazne drahšiu verziu penového polystyrénu, teda extrudovanú penu, spojitú, neskladajúcu sa z napenených guľôčok, označovanú ako XPS. Tá má ale výhodu len vtedy, ak požadujeme jej dokonalú nepriepustnosť pre vodu, prípadne dokonalé vlastnosti aj pod vodou. V ostatných prípadoch je vhodnejšie použiť polystyrén expandovaný, prípadne aj za rovnakú cenu, čo umožní inštalovať dvojnásobnú hrúbku. Tá potom izoluje o dosť lepšie aj keď je umiestnená v pôde dosť vlhkej.

Výhodou dáždnikovej izolácie je, že nie je nutné kopať okolo stien do hĺbky. Niekde nie je nutné kopať vôbec a to vtedy, keď je pôvodný terén vhodne sklonený a nový terén pri dome potom môže byť o príslušný kus (povedzme o tri centimetre) vyššie. Na povrchu sa podzemná, takmer vodorovná izolácia prejaví len tým, že teplota zeminu nad ňou sa bude v priebehu roku viac meniť. Za holomrazov bude premrzáť až po spomínanú polystyrénovú vrstvu.

Prvý príklad takejto izolácie vid' str. 85 až 87 publikácie Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau, vid' <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id3868>. Jej použitie zvýšilo zimnú teplotu v hrane medzi vonkajšou stenou a podlahou (pod ktorou je tepelná izolácia) o dva stupne. *Tu uvádzame len rez konštrukciou, fotografia a popis vid' spomínanú záverečnú správu projektu. Vrstvy XPS vedúce v sklone zhruba 5% (teda 3°) šikmo dole od budovy sú hrubé 12 cm, horná z nich siaha do vzdialenosti 1,2 m od steny. Špáry medzi nimi sú vyplnené polyuretánovou penou.*

Pokiaľ ale výkop do hĺbky okolo steny chceme vykonať tak či tak, môžeme umiestniť inú vrstvu tepelnej izolácie aj tam, t.j. zvislo okolo steny nadol. Takáto izolácia bude potom v priaznivej situácii, násyp nachádzajúci sa smerom dovnútra bude trvale suchý, chránený pred presakovaním vody z dažďa



či snehu. Ochladzovanie steny zeminou tým ešte viac znížime. Samozrejme, bude vždy existovať tepelný tok spodnou plochou steny. Ten sa ale behom rokov bude znižovať, ako sa podlažie domu postupne prehreje. Dáždniková izolácia totiž pomôže vytvoriť pod domom vačok teplejšej, zhora neochladzovanej zeminy. To platí vtedy, ak nie je pod domom hladina prúdiacej spodnej vody alebo ak je takáto hladina až v značnej hĺbke. Aj zemina totiž významne izoluje, ak je hrubá niekoľko metrov.

8.3.2 Ohrievanie základových stien

Zahrievanie základových stien vedením tepla z interiéru je pomalé. Po ich dobrom vonkajšom tepelnom zaizolovaní je ale možné ho urýchliť, ak máme lacný hojný zdroj tepla. Tým ideálnym sú solárne teplovodné kolektory, ktoré v lete často dodávajú prebytok tepla nevyužiteľného pre umývanie, sprchovanie či pranie (pokiaľ si teda domov nenasťahujeme kúpeľných hostí...). Do zeminy pozdĺž steny, lepšie pod podlahu, ale v núdzi aj zvonka, stačí zabudovať medené trúbky, eventuálne doplnené o plechy pritlačené ku stene, aby sa z nich teplo účinne odvádzalo. Trúbky je možné napojiť priamo na primárny solárny okruh, ktorý potom bude mať dve vetvy odberu tepla: do pitnej vody a do zeme. Podrobný článok o takejto aplikácii, fotografie a termografia vid' adresár <http://amper.ped.muni.cz/pasiv/zem/>.

Takéto opatrenia totiž zahrievajú podlažie domu teplom zadarmo (teda, až na pohon motora obehového čerpadla, ten ale môže byť taktiež solárny, jedno-obehový), sú ideálnou možnosťou pre zútlulenie domu a chaty obývanej len príležitostne. Aj v zime, ak svieti na fasádny kolektor slnko, môžu základové steny a prípadne aj podlahu spodného podlažia vytemperovať na znesiteľnú teplotu. V lete potom takáto podlaha, aj bez tepelnej izolácie pod sebou, môže mať príjemných dvadsať stupňov.

Dáždniková tepelná izolácia spolu so solárnym zahrievaním podzemných častí stien domu môžu byť dostatočným opatrením aj v prípade, že steny siahajú až do vrstvy občas zavodnenej a vtedy nimi nasakuje voda až do interiéru. Z teplej steny sa môže odparovať hneď pri jej päťke a vlhkosť nemusí byť rušivá, najmä vtedy ak je v pivnici a nie v obytnej časti domu. Dáždniková tepelná izolácia samozrejme po čase plne odstráni nasakovanie vlhkosti zo zeminy premočenej dažďom alebo snehom – najmä ak je natiahnutá ďaleko od domu.

Len v prípade, že vyššie uvedené metódy nepomôžu alebo v danom prípade nie sú použiteľné, môže byť pri základových stenách potrebné vytvoriť v nich vodorovnú bariéru proti nasakovaniu odspodu. Také bariéry môžu byť plechové alebo chemické, ide o bežnú stavebnú prax, ktorú tu nebudeme popisovať. Ide však o opatrenia nákladné, ktoré na rozdiel od tých vyššie popísaných neprinášajú žiadne energetické benefity.

8.3.3 Nadzemné časti stien, stropy, strechy

U nich je náprava jednoduchá: zabezpečiť pre ne hrubú vrstvu tepelnej izolácie. Tá, s patričnou povrchovou úpravou, povedie k vysušeniu aj takých miest, kde sa nejedná o kondenzáciu pary zvnútra budovy, ale o namáčanie dažďovou vodou zvonka. Hrubo izolovaná tehlová stena, ak je premočená, bude potom v zime vysychať smerom do interiéru, pretože bude celá teplá a relatívna vlhkosť interiérového vzduchu je v zime nízka. Pokiaľ by bolo žiadúce ju vysušiť rýchlejšie, pomôže použitie takej vonkajšej izolácie, cez ktorú vrátane jej opláštenia môže vodná para dobre prestupovať. Na jednu dve zimy tak výborne pomôže už jednoduché obloženie steny zvonka balíkmi slamy, ktoré budú dobre na stenu pritlačené – stena nimi chránená bude dosť teplá a vonkajší vzduch, keď sa k nej cez slamu dostane, bude mať relatívnu vlhkosť pod dvadsať percent, teda bude extrémne suchý.

8.4 Nadzemná tepelná izolácia stien

Pri nej platí jednoduchá zásada: mala by byť aspoň **štvrt' metra hrubá**. Tenšie izolačné vrstvy sú nehospodárne – sú rovnako práce a izolujú nedostatočne, ak nejde o vákuové panely.

Vo výnimočných prípadoch, kedy na takúto izoláciu nie je, aj napriek všetkej snahe, dostatok miesta, možno použiť najlepšie izolujúci nevákuový materiál, teda nanoporóznú fenolovú penu (výrobcovia Kingspan, Weber). Tá poskytne už pri hrúbke len 20 cm hodnotu $u = 0,1$. V spoločnosti, ktorá zatiaľ neprijala také zmeny svojich zvyklostí či predpisov, ktoré by veľkoryso hrubé izolovanie umožnili vždy, napr. zúžením vozovky, keď sa dom izoláciou rozšíril smerom do úzkeho chodníka, sa takého prípady môžu vyskytnúť. Aj vtedy ale možno hrúbku izolácie zväčšiť vyššie nad zemou, povedzme od výšky 2,5 m alebo rozhodne od stropu prízemnia. Je to obdobné, ako keď pôdorys domu (a tzv. uličnú čiaru) prekračujú napr. balkóny.

Izolácie z penového polystyrénu by mali využívať jeho šedú až čiernu variantu, kedy sú v tenkých stenách polymérových bubliniek primiešané nanočastice grafitu (teda „toho čierneho“ v sadziach). Tie totiž potlačia žiarivý tepelný tok, ktorý inak polystyrénom malej objemovej hmotnosti prechádza až do vzdialenosti niekoľkých milimetrov. Polystyrénom najnižších objemových hmotností (15 alebo len 10 kg/m³) by mala byť vždy dávaná prednosť, lebo výroba polystyrénu znamená aj spotrebu ropy zhruba dvakrát väčšej, než zodpovedá uhlíku viazanému v polystyréne samom – prečo plytvať ropou? Obsah grafitu zaistí, že aj takýto najľahší polystyrén výborne izoluje. Samozrejme, niekedy je z konštrukčných dôvodov potrebný polystyrén tvrdší, vyššej objemovej hmotnosti, dnes existujú aj veľmi tvrdé peny majúce 100 kg/m³. Ale napr. pri izolovaní stien to nebýva potrebné. Namiesto lepenia niekoľkých pomerne tvrdých plátov na seba sa používajú jednovrstvové izolácie z blokov hrúbky typicky 3 decimetre, ktoré už nie sú krehké ani keď ide o polystyrén veľmi ľahký.

Prekážkou pre používanie takýchto hrubých blokov bývalo, že sa nedali „ukotviť“. Pritom je ukotvenie jednoduché – tanier kotvy sa ponorí až po polovice hrúbky bloku, v ktorom je vyvŕtaný valcovitý otvor. Otvor sa potom zazátkuje presnou valcovou polystyrénovou zátkou... Ukotvenie ale nemá zmysel, keď má stena rovný pevný povrch na ktorom bloky držia dokonale už jednoduchým prilepením. Izolovanie sa tým taktiež značne zlacní a urýchli. A tiež zlepši, pretože aj zapustené kotvy predstavujú nežiaduce tepelné mosty.

Ďalšou prekážkou pre použitie dostatočne hrubej izolačnej vrstvy môže byť, že jej hrúbka vyčnievala z pôdorysu doterajšej strechy. Potom je vhodné strechu zväčšiť tým, že sa predĺžia trámy prídavnými drevenými tvarovkami, ako na vedľajšom obrázku prevzatom zo str. 269 knihy „APK“.



Izolovať sa dá aj inými materiálmi než penovým polystyrénom. Tým to len obvykle ide najrýchlejšie v prípade pekne rovných pevných stien. Polystyrén možno výhodne kombinovať s minerálnou vatou v okolí okien vystupujúcich až do vrstvy tepelnej izolácie. Vata je pružnejšia, takže naviazanie tvrdej zárubne okna na tiež pomerne tuhý polystyrén je pohodlnejšie a dokonalejšie. Ak sa okolo okien použijú pruhy minerálnej vaty široké viac ako jeden decimeter, je to súčasne opatrenie proti šíreniu plameňa, ktoré môže byť povinné alebo aspoň vhodné pri vysokých budovách. Vďaka úspore času pri inštalácii tepelná izolácia tým nemusí vôbec zdražieť.



Obr.: Príklad kombinovania EPS s minerálnou vatou v okolí okna (zdroj: „ARDP“).

Proti penovému polystyrénu niekedy laici namietajú, že neprepúšťa vodnú paru a že to potom vedie k problémom. Pre dostatočne hrubé tepelné izolácie, to znamená nad spomínaného štvrt' metra, takéto problémy nie sú známe. Stena za polystyrénom má potom prakticky teplotu interiéru, voda v nej počas zimy kondenzovať nemôže. Polystyrénom samotným preniká vodná para veľmi pomaly a eventuálny vznik malých kryštálikov počas mrazu penu nepoškodí. Stopy prípadne skondenzovanej vody nezhoršia jeho izolačné vlastnosti.

Samozrejme, ako je spomenuté vyššie, použitie veľmi priedušnej izolačnej vrstvy môže pomôcť k sanácii veľmi prevlhnutých stien, tie potom môžu v zime vysychať aj

smerom von, ak je interiér vykurovaný. Príkladom je použitie balíkov slamy, nie viditeľných, ale omietnutých. Ich zafixovanie k stene (drôtom) nie je obtiažne. Majú ale nevýhodu v tom, že vinou konvekcie (teplotne podmieneného prúdenia vzduchu, teplého nahor pozdĺž steny a chladného smerom nadol pod omietkou slamenej vrstvy), izolujú najmä počas mrazov o niečo horšie, ako sa požaduje pri pasívnom štandarde.

Riešením v prípade slamy je nepoužiť jednovrstvovú izoláciu z balíkov slamy, ale izoláciu z tenších vrstiev prekladaných kartónom vsadzovanú do pripravenej drevenej konštrukcie. Takáto bola aplikovaná na západnú stenu ubytovacej časti Centra Veronica v Hoštětíně. V danom prípade nebola izolácia omietnutá, ale bola obložená drevom.



Obr.: Veľké balíky obsahujú vrstvy hrubé jeden decimeter, tie sa pohodlne odlupujú a vkladajú do konštrukcie tvorenej „rebríkmi“ z dosiek prepojených kúskami OSB dosák ako priečkami. Pre zrýchlenie práce a dosiahnutie dokonalého vyplnenia dutiny je vhodné úseky medzi „priečkami rebríka“ vyplniť tenkými tabuľami EPS. Poslednú kartónovú vrstvu možno postupne odspodu pripevňovať už počas vkladania slamených vrstiev. Rozostup „rebríkov“ je zhodná so šírkou veľkých slamených balíkov.



Do jednoduchých drevených konštrukcií možno vkladať tepelné

izolačné materiály celkom ľubovoľne. Môže ísť o bloky vláknité, ako sú ľahké minerálne vaty, konopné, z ovčej vlny. Môže ísť o izolácie rozmerovo málo stabilné, ako sú vrstvy sena či slamy prekladané kartónom, tie by mali byť aspoň štyri naprieč tepelným tokom (ak sú po jednom decimetri, celková hrúbka je potom štyri decimetre). Ak sa dopredu pripraví aj predná tuhá vrstva ako podklad omietky, napr. z priedušnej ľahkej drevovláknitej dosky hrúbky niekoľko centimetrov – tá taktiež k tepelnej izolácii prispieva – tak je možné do vzniknutej dutiny izolačný materiál aj sypať alebo fúkať. Obvyklé sú rozvláknené papierové vločky (alebo skôr páperie, obchodne nazývané Isofloc, Isocell alebo Climatizer), ale takmer rovnako dobre izolujú aj hobliny s pilinami. Aby ich vysoké vrstvy nesadali nadol, možno dutinu deliť tenkými vodorovnými prepážkami, napr. opäť z drevovláknitých dosiek.

Tepelné izolácie z prírodných organických materiálov musia byť aspoň o tretinu, lepšie však o polovicu, hrubšie ako izolácie z najlepšieho penového polystyrénu, aby izolovali rovnako dobre.

Ak je tepelná izolácia krytá obložením namiesto vonkajšej omietky, je nevyhnutné, aby do vrstvy izolácie nemohol zafúkať vietor. K tomu môže slúžiť tenká vrstva hlinenej omietky (chránená obložením pred dažďom), dôkladne pritlačený kartón s presahmi jednotlivých plátov, komerčne sa používajú rôzne fólie priepustné pre paru ale pritom neprepúšťajú prúd vzduchu – to si vieme ľahko overiť tým, že sa cez takúto fóliu pokúsime fúknuť. Samozrejme, rovnakú službu poskytne aj každý obyčajný papier, len nie je odolný proti opakovanému silnému zmáčaniu dažďom (ktorému by pravdaže obloženie malo dobre zabrániť).

Hrubá tepelná izolácia vonkajších stien má spolu s výborne izolujúcimi oknami jednu veľkú výhodu: okná aj steny na nás sálajú takmer rovnako, ako steny interiérové. Nepocit'ujeme ich ako chladné, nemusíme tomu čeliť prehrievaním vzduchu alebo požadovaním plôch naopak horúcich, z diaľky sálaním hrejúcich. Tak ako nepotrebujeme mať v interiéri veľmi teplý vzduch v lete, keď okolo seba žiadne studené plochy nemáme, v dome izolovanom až na pasívny štandard to plazí aj počas zimy. Úplne odpadnú aj problémy s tým, že by niekde v interiéri počas zimy kondenzovala vzdušná vlhkosť. Tá môže byť ponechaná príjemne vysoká a veľmi spríjemní dýchanie.

Aby sme ale boli presní – pokiaľ ide o sálanie, problém možno pri chladnom interiérovom povrchu vonkajšej steny napraviť provizórne aj veľmi rýchlo. Sálanie vylúčiť, nahradiť ho zrkadlením interiéru. To zaisťujú alumíniová vrstva, najlepšie rýdza, alebo v menej dokonalej forme v nejakom komerčne ponúkanom plastovom súvrství, ako sú napríklad rolky kovovo vyzerajúcich izolácií ponúkaných pre aplikovanie za radiátory (ich problém je, že plastová vrstvička chrániaca hliník pohlcuje časť dlhovlnného žiarenia, bráni jeho dokonalému odrážaniu). Ani veľmi studený povrch sa potom nebude zďaleka javiť ako chladný. Zásadné je len to, aby takáto kovová vrstva bola na stenu napojená vzduchotesne. Ak na nej bude kondenzovať voda, možno ju ľahko utierať. A kondenzovať môže preto, že povrch takej kovovej vrstvy bude studenší, ako bola pôvodná stena, viac sa od nej bude ochladzovať vzduch a prúdiť ako prievan po zemi od steny. Rozdiel teploty kovovej vrstvy a interiéru bude dvojnásobný, než bol rozdiel teploty steny a interiéru pred touto úpravou.

8.4.1 Izolovanie stien z interiérovej strany

Pri rodinných domoch by ich použitie malo byť výnimočné. Administratívne prekážky proti hrubej vrstve vonkajšej izolácie, ako je napríklad požiadavka na dodržanie cestnej čiary, by mali rozhodne ustúpiť, zbaviť sa závislosti na fosílnych palivách je neskonale dôležitejšie. A polystyrénové tvarovky umožňujú pri izolácii zvonka napodobniť pôvodný vzhľad akejkoľvek steny, ak je žiadúca.

Vnútorňá izolácia stien obytných priestorov je fyzikálne veľmi núdzovým riešením. Interiérové steny a aj stropy a podlahy, ktoré nadväzujú na takúto vonkajšiu stenu,

predstavujú totiž vážne tepelné mosty. Len čiastočne ich možno potlačiť tým, že izolácie prechádzajú až na ne, napr. v šírke až jedného metra. Môžu sa pritom klinovito stenčovať až k nule. Na hrúbkach interiérových tepelných izolácií sa spravidla šetrí, aby sa nezmenšovali miestnosti, bežne sú len desaťcentimetrové. Je vhodné voliť aspoň čo najlepšie izolujúce materiály, ako šedý polystyrén či ešte lepšie alumíniovou fóliou kaširované dosky z penového polyuretánu. Hliníková fólia, so špármi medzi doskami prilepenými taktiež hliníkovou páskou a nakoniec naviazaná špeciálnou páskou aj na omietku nadväzujúcej izolovanej steny, poskytne súčasne aj vzduchotesnú vrstvu a parozábranu. Tá je potrebná, aby pri styku novej penovej vrstvy a steny nekondenzovala počas mrazov vodná para z interiéru. Izolácia môže byť však aj viacvrstvová, napr. s fenolovou nanoporéznu penou, ktorá izoluje ešte lepšie, ktorá je rozdelená latkami a prekrytá vzduchotesnou parozábranou a následným interiérovým obložením.

Aj tak môže nastať iný problém s vlhkosťou stien. Pôvodné steny boli počas zimy zvnútra vyhrievané a ich vlhkosť sa preto držala na nízkych hodnotách, tok tepla zvnútra odparil nasiaknutú dažďovú vodu. Vnútorňá tepelná izolácia zmení teplotu steny na teplotu blízku teplote jej vonkajšieho povrchu. Ak je stena vystavená letným búrkam a bežným dažďom a ak nie je tmavá a dobre oslnená, môže postupne dosť vlhnúť, v zime potom v mokrom stave premrznúť. Čeliť tomu možno jej hydrofobizáciou, aby kvapalnú vodu neprepúšťala. Stena ale pred takouto úpravou musí byť suchá.

8.5 Regenerácia striech

Strechy majú takú výhodu, že hrúbka ich tepelnej izolácie nebýva obmedzená cestnou čiarou, susedovým pozemkom a podobne. Smerom do neba je miesta dosť. Použiť izoláciu tenšiu ako polmetrovú by preto malo byť výnimočné. Ďalšou výhodou striech je, že izolácia na nich drží vlastnou váhou, jej pripevňovanie je bezproblémové.

Ak zasahujete pri regenerácii do strechy, zväzťe, ako ju prípadne zmeniť, aby ste využili maximum slnečného žiarenia, ktoré na ňu dopadá – pre ohrev vody aj výrobu elektriny. Zbytočne členitá strecha to môže takmer znemožniť. Prípravu teplej vody by malo slnko v lete zaistiť kompletne, a ani úhrnná plocha dobre oslnených častí striech v Českej republike nie je ešte tak veľká, aby poskytla toľko solárnej elektriny, koľko by sme pre vylúčenie fosílny elektriny potrebovali. Každého nevyužitého kúska je škoda. Ale novo upravená strecha môže navyše tiež poskytnúť vítané miesto pre prácu či odpočinok, poskytnúť súkromie a pekný výhľad na vesmír.

8.5.1 Ploché strechy

Takmer vodorovné strechy realizované pred desiatkami rokov robia častokrát problémy – technológie vtedy neboli natoľko zrelé, aby zaistili ich vodotesnosť za všetkých okolností a na neobmedzenú dobu, pokiaľ sa nejednalo o použitie olovených plechov. Dnes je ale situácia iná, na trhu sú dostupné PVC fólie, ktoré možno dokonale zvärať a ktoré dlhodobo odolávajú slnku a mrazu. Docieliť pomocou nich spoľahlivú vodotesnosť je pomerne jednoduché, aj keď aj v tomto prípade možno odporučiť, aby povrch bol natoľko vyspádovaný, že v miestach zvarov nezostáva stáť voda. Ako ich ale kombinovať s hrubou tepelnou izoláciou?

8.5.1.1 Tepelná izolácia až nad hydroizoláciou

Najjednoduchší spôsob je, že sa tepelná izolácia položí až nad takouto vodotesnou vrstvou. To sa označuje ako „inverzná strecha“. Tepelnú izoláciu potom stačí už len ochrániť proti svetlu a zaťažiť. Najkrajšiu ochranu proti svetlu a dostatočné zaťaženie predstavuje vegetačná vrstva, pričom hrúbka hliny nemusí byť vôbec veľká, sukulentom stačí pár centimetrov. Ak je ale tepelná izolácia až na vodotesnej vrstve, tak to znamená, že pri zasneženej streche alebo pri

silných zrážkach bude tepelná izolácia „ležať vo vode“. Mala by byť preto prakticky nesavá. Okrem veľmi drahého penového skla spĺňa túto podmienku aj menej drahý extrudovaný polystyrén (XPS). Aj úplne nesavú tepelnú izoláciu je ale vhodné zhora najprv prekryť takou vrstvou, ktorá do špár medzi jednotlivými jej dielmi prepustí len veľmi malé množstvo vody. Presakujúca voda totiž fóliu pod polystyrénom počas zimy nevhodne ochladzuje. Odporúčané riešenie vid' [článok Ing. Stajera](#) – ide o použitie drenážnej separačnej fólie dobre priepustnej pre vodnú paru. Je pravdepodobné, že pri prekrytí tepelnej izolácie takouto kvalitnou fóliou by prichádzalo do úvahy aj použitie polystyrénu niekoľkonásobne lacnejšieho, totiž bežného expandovaného (EPS), samozrejme pokiaľ možno vo verzii s nanočasticami grafitu a skôr väčšej objemovej hmotnosti (25 kg/m³), kvôli menšej savosti a vyššej nosnosti.

8.5.1.2 Zmena funkcie pôvodnej hydroizolácie len na vzduchotesnú vrstvu

Inou možnosťou je ponechať doterajšiu hydroizoláciu len ako vzduchotesnú vrstvu. Na ňu potom pridať tepelnú izoláciu a tú zakryť novou vrstvou, ktorá bude pre vodu celkom nepriepustná. Pôvodnú spodnú hydroizoláciu je v takom prípade ešte najprv vhodné prekryť čo najdokonalejšou parozábranou, teda kovovou či hrubo pokovovanou fóliou. Tak sa docieli, že do tepelnej izolácie nebude v zime prenikať žiadna para z interiéru. Parozábranu stačí len voľne položiť (s presahmi okolo 1 dm) na pôvodnú hydroizoláciu, bude k nej totiž dostatočne pritlačená hornými vrstvami a nemusí zaisťovať súčasne aj vzduchotesnosť. Následná vrstva tepelnej izolácie potom môže byť z ľubovoľného materiálu alebo môže kombinovať rôznorodé materiály. Omnoho lacnejším materiálom v tomto prípade je slama. Tú je vhodné ukladať vo vrstvách po jednom decimetri, oddelených kartónom, ktorý by inak bol recyklovaný (opätovné použitie je lepšie ako recyklácia), zabráni sa tak prenosu tepla prúdením vzduchu cez slamu. Výsledná polmetrová vrstva izolácie by mala byť vyspádovaná smerom k odtokom. Ak ide o izoláciu mäkkú, vláknitú, teda nie o polystyrén, potom je na ňu pod hydroizolačnou fóliou nutné položiť tuhú vrstvu, ako OSB dosky spojenú perom a drážkou, len tak bude možné na streche ďalej pracovať.



Pokiaľ vyžadujeme, aby sa dalo po streche chodiť, je vhodné v prípade použitia vláknitej tepelnej izolácie hornú OSB vrstvu oprieť nielen o onú izoláciu, ale predovšetkým o nejakú drevenú konštrukciu vloženú do izolačnej vrstvy, potom sa ľuďom chodiacim po streche nebude pohupovať pod nohami. Objemový podiel drevených prvkov by v izolačnej vrstve mal byť ak možno malý, s minimom častí, ktoré samy prechádzajú celou hrúbkou vrstvy.

Pokiaľ pružná izolačná vrstva drevenú výstuž neobsahuje, je potrebné počítať s jej veľkým prehýnaním v prípade zaťaženia a aj so sadaním v priebehu prvých rokov. Tomu musia byť prispôbené aj atiky, teda steny okolo takmer celej vodorovnej strechy, musia sa hýbať spolu so strechou. Možnosť veľkých poklesov a opätovných zdvihov musia mať aj odkvapy dažďovej vody, ak sú v ploche strechy – to je jednoduché, len ich spodná, hrubšia rúra nesmie siahať príliš vysoko, naopak tá horná, čo je do nej vsunutá, má byť dlhá.

Oná zvýšená atika okolo okrajov takto zaizolovanej strechy dostáva ďalšiu dôležitú funkciu. Mala by totiž zaistiť možnosť difúzie vodnej pary z izolačnej vrstvy smerom do exteriéru. Jej boky smerom od strechy preč, ktoré nie sú kryté hydroizolačnou fóliou, by preto mali byť dobre priepustné pre vodnú paru. Pritom ale musia byť vzduchotesné. Tenká vápenná omietka na drevovláknitej doske je dobrým riešením, rovnako ako aj vonkajšie obloženie, pod ktorým už môže trochu prúdiť vzduch. Pridanú atiku je najvhodnejšie vytvoriť ako ľahkú drevenú konštrukciu vyplnenú izolačným materiálom. Jej horný okraj, nech už je oplechovaný alebo krytý fóliou, má mať dostatočný spád smerom k odvodu dažďovej vody.

Príklad riešenia izolácie strechy spolu s naviazaním na atiku a izoláciu steny vid' záver našej knižky, časť Prílohy, rez *izolácie v rošte, omietka, plochá DUO strecha v mieste atiky* (či [on-line](#)). Od vyššie popísanej skladby sa líši tým, že hlavnú tuhú vrstvu netvorí dosky na hrubej tepelnej izolácii pod hydroizoláciou, ale decimetrová vrstva XPS nad ňou, ako u „inverznej strechy“, tá tiež výborne mechanicky chráni hydroizolačnú fóliu. Ak je hrubá tepelná izolácia z vláknitého materiálu, mala by byť výstuha atiky, pokiaľ by bola realizovaná podľa nákresu, prerušovaná, aby umožnila difúziu pary z priestoru strešnej vláknitej izolácie do bokov.

8.5.1.3 Svetlíky v streche

V streche s malým sklonom je veľmi vhodné umiestniť veľké svetlíky siahajúce aspoň pol metra nad ne. Ich celková výška od stropu až po horné sklo bude potom výrazne presahovať jeden meter, čo je výhodné z hľadiska osvetlenia a potlačenia prehrievania. Priame slnečné svetlo nimi väčšinou prechádzať nebude, rozptýli sa na ich stenách. Horúci vzduch v nich sa nebude miešať so vzduchom v miestnosti. Tým sa celkom zásadne líšia od strešných okien v šikmých strechách s výnimkou tých, ktoré sú obrátené na sever.

Na ich vonkajšiu bočnú izoláciu je na streche hojnosť miesta, môže byť veľkorysá. A horné zakrytie môže byť veľmi jednoduché – stačí tam položiť trojsklo s veľkým presahom aspoň na jednom okraji, opatrené na vnútornej strane prilepenými úchytmi (z hornej strany bielymi alebo zatienenými, aby sa v tom mieste sklo na slnku neprehrievalo), ktorými je pritiahnuté dole. Presahy na okrajoch, s výnimkou spodného, majú byť opatrené tenkými plechovými uholníkmi, zaisťujúcimi odkvapkávanie vody, aby nestekala po spodnej strane skla. Na svetlík má byť sklo napojené dvoma radami tesnení, na vonkajšom aj vnútornom okraji tepelnej izolačnej vrstvy.

Vo svetlíku s takto uloženým sklom je jednoduché umiestniť aj zariadenie, ktoré môže sklo nadvihnúť, podobne ako to býva pri poklopoch na strechách autobusov. Mierne odklopený svetlík je ideálnym zariadením pre nočné vetranie počas leta. Dokáže dom výdatne schladiť. Ak siaha plechový uholník na jeho zdvihnutom okraji dostatočne nadol, je to vetranie bezpečné aj pri silnom vetre a daždi.

Svetlík s veľkým sklom poskytuje najdokonalejšie denné osvetlenie interiéru. A to aj počas zamračených zimných dní. Len je vtedy vhodné mať na strechu jednoduchý prístup, aby bolo možné odhrnúť zo skla sneh. Alternatívou je lišta s motorovým posunom. Ideálnym doplnkom je robustná vonkajšia roleta, zaťahovaná automaticky na noc a taktiež proti rose a námraze a použiteľná prípadne aj ako ochrana proti najprudšiemu slnku. Okraj svetlíka môže byť celkom vodorovný alebo šikmý – vodorovné sklo má síce nevýhodu, že sa viac špiní, zato je naň pekný a zaujímavý pohľad za dažďa. Naozaj je vidieť, ako veľmi práve prší.

Ak je strecha priechodná, potom sa zasklený svetlík stáva tiež šikovnou, ľahko čistiteľnou lavičkou. Pre tento účel by vnútorné aj vonkajšie tabule mali byť hrubšie ako obvykle, postačia aj kalené sklá o hrúbke 6 mm.

Ak je do existujúcej strechy možné preraziť svetlíky, kde a ako veľké, sa má samozrejme riadiť nielen snahou o pekné denné osvetlenie, ale musí to posúdiť aj statik a prípadne

navrhnúť, ako konštrukciu strechy vystužiť. Okrem svetlíkov, ktorými je vidieť na nebo, možno použiť aj špeciálne užšie svetlovodivé svetlíky so zrkadlovým vyložením, tie môžu priviesť trochu pekného denného svetla aj o jedno či dve poschodia nižšie. Nejde pritom len o úsporu elektriny, ale pri miestnostiach bez okien tiež ide o veľmi príjemný kontakt s vonkajším svetom. Takéto osvetlenie sa samo reguluje podľa potreby – ak prichádzame z oslneného exteriéru, je dostatočne silné, keď sa zatiahne, zošerí sa úmerne aj vnútri, čo je v poriadku, pretože oči sú na zmenšené osvetlenie adaptované.

8.5.2 Šikmé strechy

Priechodným prípadom sú strechy pultové, už dostatočne sklonené, obvykle s presahom na južnej strane. Platí pre ne všetko, čo pre strechy takmer vodorovné. Len asi vinou svojho sklonu nebudú slúžiť pre bežný odpočinok obyvateľov domu.

Klasické strechy typické pre našu klímu boli ale sklonené omnoho viac, čo umožňovalo ich pokrývanie nie vodotesnou vrstvou, ale len krytinou, po ktorej stekala voda bez pretekania.

Tepelné zlepšenia takých striech sa spravidla robia z interiérovej strany, pod latami, na ktorých je krytina pripevnená – pokiaľ má rovno pod strechou byť obývatel'ný priestor. V tom spočíva drobné úskalie, pretože po zaizolovaní nie je z pôdy vidieť stav krytiny a jej prípadné pretekánie. Z toho dôvodu sa dnes pod škridlami vždy umiestňuje fólia alebo netkaná textília, po ktorej eventuálne voda spoľahlivo steká až do rímsy. Drahšou alternatívou fólie sú hydrofobizované drevovláknité dosky a na nich tenké laty v smere spádu strechy (aby pod vodorovnými strešnými latami mohla prípadná voda pretiecť). Taká poistná hydroizolácia medzi škridlami a tepelnou izoláciou má byť vždy veľmi dobre priepustná pre paru.

Tepelná izolačná vrstva by mala vyplňať nielen priestor medzi krokvami v celej hrúbke, ale mala by byť ešte raz taká hrubá, t.j. na krokvu by mala naviazať prípadná konštrukcia, ktorá nesie tiaž tepelnej izolácie a jej obloženie zo strany interiéru. Tepelná izolácia by nemala byť tenšia ako tri decimetre – inštalovať horšie izolujúcu vrstvu by bola škoda práce. Ide pritom nielen o hrúbku väčšinovú, ale aj o dostatočné prekrytie drevených krokiev, ktoré vedú teplo štyrikrát lepšie ako tepelné izolačné hmoty (viď odstavec Merná tepelná vodivosť alebo viac [tu](#)).

Keďže takáto izolácia nie je vonku od steny, ktorá, ak je obojstranne omietnutá, poskytuje dokonalú vzduchotesnosť, je na interiérovej strane potreba pod strechou takú vzduchotesnú vrstvu vytvoriť. Obvykle sa k tomu dnes používajú OSB dosky, tie ale samotné dostatočne vzduchotesné nebývajú. Napraviť to možno jednoducho, ich niekoľkonásobným náterom bežnými maliarskymi farbami, stačí po skrytej strane. Spoje dosiek majú byť nielen lepené, ale i dodatočne prelepené. Ani takto ošetrené OSB dosky nie sú ale nijak zvlášť parotesné, medzi ne a tepelnú izolačnú vrstvu je preto vhodné vložiť ešte ľubovoľnú polyetylénovú fóliu – ak je pritlačená na dosku, parotesnosť sa rádozo zvýši. Nevyhnutné je tiež vzduchotesné naviazanie OSB na okrajoch, na štíty či steny. Špeciálne trvalo lepiace pásky to môžu zaistiť podobne ako v prípade rámov okien.

Do dosiek tvoriacich vzduchotesnú vrstvu nie je vhodné nič pripevňovať priamo skrutkami, ak skrutky nie sú dostatočne krátke. Výnimkou sú miesta, kde je OSB doska priskrutkovaná ku konštrukcii strechy. Inde je na ne vhodné prilepiť drevené úchyty, poistené nanajvýš krátkymi skrutkami.

Samozrejme, na interiérovej strane môže byť ešte pomocné obloženie napr. zo sadrokartónu alebo lepšie zo sadrovvláknitých dosiek, za ktorými je tzv. inštalácia rovina, slúžiaca pre vedenie rôznych elektrických káblov atď. Tú je vhodné vyplniť rúnom z ovčej vlny, to trochu zlepí celkovú tepelnú izoláciu a navyše pomáha vyrovnávať výkyvy vlhkosti interiérového vzduchu.

Pre izolovanie možno použiť celkom ľubovoľné materiály a ich kombinácie. Ak ide o tie priedušné, mali by byť hore pritlačené k vrstve, ktorú neprefukuje. Môže ísť o onú paropriepustnú fóliu pod krytinou a nosnými latami alebo pomocnú tuhšiu vrstvu kartónu pod ňou, ku ktorej izolácia úplne prilahne.

8.5.2.1 Šikmé strechy nadstavené do výšky

Tepelné izolovanie medzi krokvmi a pod nimi znižuje priestor v podkroví. A tiež zamaskuje konštrukciu strechy, ktorá býva pekná na pohľad. Je tiež praktická pre dodatočné upevňovanie akýchkoľvek interiérových prvkov. Alternatívou je položiť izoláciu naopak až na strešné laty a na izoláciu potom položiť pôvodnú alebo novú krytinu. Pre takýto účel sa vyrábajú polystyrénové tvarovky, tie ale nebývajú dostatočne hrubé.

Namiesto nich možno na bežnej sedlovej streche použiť hladné polystyrénové bloky, je to ale náročnejšie na montáž. Na pôvodné laty sa položí vzduchotesná OSB vrstva, na ňu sa pripevnia pomocné latky a do EPS blokov sa vyrežú drážky, takže po položení na strechu sa bloky nezošmyknú. Na bloky EPS sa položia laty pozdĺž krokiev, vždy pár po oboch stranách strechy, spojený na hrebeni. Na tie sa potom priskrutkujú bežné vodorovné strešné laty ako opora zdvihnutej krytiny. Ak budú nové polystyrénové bloky mať hrúbku pol metra, možno nimi mierne zväčšiť presah strechy, pod váhou snehu sa nezlomia.

Ak ide o časť strechy dobre oslnenú, t.j. sklonenú kamkoľvek v rozmedzí od východu cez juh až po západ, je jednou z možností jej zaizolovania položiť na ňu veľko-rozmerové solárne teplovodné kolektory s drevenými rámami. Tie sa dokonca vyrábajú aj ako kompletne strešné moduly nahradzujúce aj krokvy. Nebývajú ale dostatočne hrubé. Je preto vhodné ich podložiť niekoľkými decimetrami polystyrénu. Pritlačenie kolektorov na polystyrénovú vrstvu môžu bez vzniku tepelného mostu zaistiť napr. textilné popruhy pripevnené do krokiev.

Obr.: Veľkoplošné kolektory, tu ale bez tepelnej izolácie pod sebou (zdroj: [Jozef Schröttnner / Veronica](#))

Ak chcete namiesto hrubých tuhých izolačných blokov použiť materiál vláknitý, je treba nadstavať krokvy z hornej strany. Nemalo by ísť o masívne trámy, tepelné mosty najlepšie potlačí buď priehradová konštrukcia alebo lepené I-nosníky.

Ak nie je na novú izolačnú vrstvu nad krokvmi dostatok miesta (napr. vinou požiadavky neprekročiť určitú výšku budovy), možno ďalšiu izoláciu umiestniť medzi krokvy, ba aj pod ne.

Obr.: I-nosníky so stredovou časťou z OSB (zdroj: [finnjoust.de](#))



8.5.2.2 Šikmé strechy prestavané takmer na vodorovné

Bývanie v podkroví býva neplnohodnotné. Na vine je, že okolo je málo zvislých stien, kde môžu byť umiestnené obvyklé okná, z ktorých možno hľadiť von a ktorými sa interiér tak rýchlo neprehrieva. U zvislých okien sú úplne

bežné účinné vonkajšie lamelové rolety, možno ich doplniť taktiež markízami. Pre strešné okná existujú na trhu tiež motorové rolety, ale ich používanie nie je zďaleka obvyklé. Okrem toho je priestor pod šikmou strechou zbytočne zmenšený. Sedlové strechy poskytovali skvelý priestor pre uskladnenie sena a slamy na zimu, ale na celoročné bývanie je priestor pod nimi len núdzovým riešením.

Pokiaľ ale taký obytný priestor potrebujete, je na mieste zvážiť rekonštrukciu na úplné ďalšie podkrovie s vodorovnou alebo len veľmi mierne sklonenou strechou.

Rekonštrukcia môže byť jednoduchá, ak sa zrealizuje ako veľmi ľahká drevená stavba s hrubými stenami vyplnenými izolačným materiálom. Celková výška domu sa tým môže aj zmenšiť, niekedy aj k radosti susedom, ktorým zlepši výhľad.

8.5.3 Obytné strechy

Pri strechách s len miernym sklonom je rozhodne vhodné zamyslieť sa nad tým, či nemajú byť pohodlne prístupné, aby na nich bolo možné zotrvať za letného večerného chládku, sviežich rán, vlastne kedykoľvek, keď je príjemné byť vonku a príliš nefúka. Je odtiaľ pekný výhľad, rozhodne aspoň na nebo. Ten býva pekný cez deň a za súmraku (mraky, dúhy, vzdialené búrky, „nočné svietiace oblaky“), ale pravdaže aj v noci. Môže to ale byť jediné miesto v okolí, kde sa človek nachádza nad všetkými pouličnými lampami, takže keď si ľahne, vidí nad sebou len vesmír. Je dosť možné, že aj lepšie ako vo hviezdárňach.

Strecha môže poskytnúť aj väčšie súkromie a pohodlie než okolitý terén. Už sme spomenuli svetlíky ako sedátka, ktoré sú stále k dispozícii, ak si vybudujete jeden vyšší, poslúži naopak ako stôl. Koľko plochy má byť vydláždená, koľko má zaberať nenáročná vegetácia, pestovanie kvetín, ba aj zeleniny, nad tým možno premýšľať tiež, navyše možno také pomery časom aj zmeniť. Zábradlie môže byť dosť priehľadné, ale môže tiež tieniť, to sa dá dosiahnuť aj obyčajným prehodením ťažšej látky či napnutím plachty. Je vhodné skonštruovať ho tak, aby naň nemohli vyliezť malé deti. Strecha nemusí slúžiť len pre odpočinok, v dobe bezdrôtového pripojenia sa z nej môže na mnoho hodín v roku stať aj príjemná pracovňa.

Prístup na strechu sa najjednoduchšie vytvorí schodišťom pridaným ku stene domu z vonkajšej strany. Dobré tepelné riešenie schodov a dverí priamo z interiéru je zložitejšie, ale pokiaľ sa skombinuje s nejakou komorou pre uloženie mobilného vybavenia, môže to byť tiež dobré riešenie.

8.5.4 Solárne strechy

Aj pri plochých strechách sa môže nájsť miesto, kam dať solárne kolektory pre ohrev vody alebo výrobu elektriny. Tie druhé v poradi, t.j. fotovoltaické panely, sú tenké a ľahké, možno jednoducho nechať aj vyčnievať v pôdorysu domu. Kolektory a ich upevnenie môžu spolu tvoriť zábradlie alebo striešku chrániacu južné okná pred letným slnkom. Rovnako ako bežné zábradlie ich možno pripevniť na betónové bloky, ktoré sú na streche len položené. Kolektory pre ohrev vody je vždy vhodné doplniť aspoň malým fotovoltaickým panelom, ktorý bude napájať jednosmerné obehové čerpadlo – voda bude prúdiť tým rýchlejšie, čím silnejšie bude slnečné žiarenie, čo je ideálne. Prípadný prebytok elektriny z fotovoltaiky možno posielat' do 12V diódových svetiel umiestnených v priestoroch bez denného osvetlenia.

Alternatívou či doplnkom fotovoltaických panelov je fotovoltaická strešná krytina. Tá sa predáva v roľkách a môže nahradiť hydroizolačnú PVC fóliu. Je možné po nej chodiť, ale samozrejme je vhodné, aby bola len málokedy zatienená. Tam, kde nie je trvale umiestnený nábytok, vhodne nahradí dlažbu. Počas zimy je vhodné mať jednoduchú možnosť odhádzať z nej sneh.

Pri strechách sklonených približne na juh (v rozmedzí od juhovýchodu k juhozápadu) by solárne kolektory mali byť použité vždy. Ak ide o fotovoltaické panely umiestnené nad krytinou, zospodu dobre prevetrávané, získame tým ďalší prínos – v lete sa priestor pod strechou nerozpáli. O náhrade bežnej krytiny teplovodnými kolektormi sme písali už vyššie, v časti Šikmé strechy nadstavené do výšky. Pokiaľ ide ale o strechu nad neobytnou pôdou, možno kolektor zabudovať do zostávajúcej krytiny, ktorú v mieste kolektoru odstránime. Kolektorová plocha bude nad starou krytinou vyčnievať len málo, naviaže sa oplechovaním. Teplovodný kolektor takto integrovaný do šikmej strechy je nenápadný, ak sa preň použije zasklenie zvonka jemne zvlnené, z diaľky nebude badateľné, že ide o zasklenú plochu. Niekedy sa z estetických dôvodov ako zasklená rovnorodo realizuje celá súvislá časť šikmej strechy aj keď napríklad pod sklom na okrajoch strechy už nie je skutočný high-tech selektívny absorbér, z ktorého sa odoberá teplo, ale len na čierne natretý plech.

To sa hodí najmä pri strechách ihlanových s malými cípami, ako je *tento príklad* z mesta Šopron (zdroj obr.: [Johannes Fechner/Veronica](#)).

Samozrejme aj na šikmú strechu možno položiť fotovoltaickú strešnú krytinu, pričom tú pôvodnú možno pod ňou ponechať. Na rozdiel od fotovoltaických panelov, ktoré dávajú výrazne menej elektriny, keď sa rozpália a je taktiež nutné, aby odspodu boli výdatne prevetrávané, fotovoltaickým krytinám vysoké teploty toľko na výkone neuberajú. Z metra štvorcového ale zatiaľ v ročnom úhrne dodajú elektriny menej.



Pokiaľ počítate s elektrickým chladením interiéru („klimatizáciou“) počas letných horúčav, inštalácie fotovoltaických plôch na strechu by mala byť samozrejmosťou. Fotovoltaika poskytne elektrinu práve vtedy, keď je jej najviac potreba a keď je o ňu v elektrickej sieti núdza. Rozsiahle blackouty, keď do siete elektrina prestane byť dodávaná, totiž všade v teplých oblastiach nastávajú práve vtedy. To sa týka aj Európy, hlavne vinou jej južných štátov. Je to aj preto, že za letných horúčav nie je možné dostatočne chladiť mnohé tepelné elektrárne (jadrové, uhoľné, na zemný plyn) a tie potom musia znižovať výkon, alebo byť aj úplne odstavené. Používať elektrické chladenie, ak ho nemáte „živené“ miestnou fotovoltaikou, je preto nezodpovedné.

8.5.5 Odvetrávané medzery – sú potrebné?

V mnohých pokynoch ako konštruovať strechy sa dočítate o nutnosti mať pod krytinou dostatočnú medzeru bohato premývanú vonkajším vzduchom. Ide o fyzikálny nezmysel. Rozhodujúce je, aby interiérový vzduch nemohol v zime prúdiť do tepelnej izolačnej vrstvy, teda aby interiér bol obklopený vzduchotesnou vrstvou. Ďalej potom, aby odpor proti difúzii vodnej pary bol na interiérovej strane omnoho vyšší než smerom od tepelnej izolácie do exteriéru. Potom v tepelnej izolačnej vrstve nemôže v zime kondenzovať žiadna voda.

Jediná kondenzácia môže nastávať na spodnej strane strešnej krytiny, hlavne za letných jasných nocí. Krytina, odspodu tepelne izolovaná, sa totiž ochladí sálaním do neba a zhora sa na nej tvorí rosa. Odspodu sa môže tvoriť len vtedy, keď pod krytinou prúdi vzduch, ktorý sa od nej ochladzuje. Výmena vzduchu pod krytinou by preto mala byť len pomalá, povedzme

jeden objem dutiny za noc. Potom je množstvo prenesenej vodnej pary, ktorá by na chladných škridlách mohla odspodu skondenzovať, zanedbateľné.

Prúdenie vzduchu pod krytinou sa spomalí ako tým, že je dutina veľmi tenká, ako aj tým, že na jej okraji ju, tam kde do nej vzduch vstupuje či vystupuje, vypcháme vláknitou tepelnou izoláciou, napr. minerálnou vatou. Počas slnečných dní bude prúdenie pod rozohriatou strechou aj tak celkom hojné a z tepelnej izolácie vyťahne všetky stopy vlhkosti.

To isté platí pre fasády používajúce oboženie namiesto omietky. Pokiaľ pod obloženie veľmi nezateká voda pri búrkach, stačí už veľmi malá štrbina v ňom, aby sa tepelná izolácia aj vnútorný povrch obloženia udržiavali v stave celkom suchom. A naopak, veľké premývanie vonkajším vzduchom môže viesť k jeho nežiadúcemu oroseniu aj zvnútra.

Staré doporučenie o hrubých, výdatne prefukovaných dutinách vychádzala z presvedčenia, že masívnemu prieniku vodnej pary z interiéru do plášťa domu sa nedá zabrániť. Lenže možno a je to tak ako tak nevyhnutné.

8.6. Izolácia horného stropu pod podkrovím

Pokiaľ z doterajšej povaly nepotrebujete alebo nehodláte vytvoriť obytný priestor, malo by byť samozrejmé, že na jej podlahu alebo medzi trámy pod ňu pridáte veľkorysú tepelnú izoláciu. Nielen pre zimnú pohodu ale aj pre ochranu pred letnými horúčavami – povala býva počas slnečných dní poriadne rozpálená.

Strop horného podlažia býva nesený trámami, ktoré sú zospodu podbité cólovými doskami zospodu omietnutými, zhora potom prekryté doskami, nejakým násypom a spravidla aj dlažbou z tenkých alebo obyčajných tehál. V dutinách medzi trámami je len vzduch. Tepelná izolácia, ktorú takéto dutiny predstavujú, je nevyhovujúca – teplo nimi počas zimy postupuje nahor ako žiarením, tak aj konvekciou vzduchu. Izolujú horšie než bežné dvojité okná. Je pritom jednoduché to napraviť tým, že sa do dutín nafúka rozvláknený papier (značky ako Isofloc, Isocell, Climatizer) alebo chumáčky minerálnych vlákien. Tak sa zabráni ako žiarivému toku tak aj prúdeniu vzduchu. Vyplnením stropných dutín fúkanou izoláciou je dnes už bežná prax ponúkaná mnohými remeselníkmi. Obvykle sa vyplňajú zhora po odstránení krytu trámov na niekoľkých miestach, v princípe možno ale nafúkať izoláciu aj zospodu, otvormi vytvorenými v strope.

Takáto izolácia ale nie je dostatočná, ide len o „prvú pomoc“. Jednak má hrúbku len štvrt metra a na druhej strane v nej zostanú tepelné mosty tvorené štyrikrát horšie izolujúcimi trámami. Ak to je priestorovo možné ďalší aspoň štvrt meter by mal prísť na podlahu povaly. Ubrať na hrúbke ďalšej izolácie nie je rozhodne vhodné celoplošne, kompromisy možno tolerovať len v miestach, ktoré by boli hrubou izoláciou príliš znehodnotené pre ich ďalšie využitie. Ako izolácia položená na podlahu povaly sa hodia všetky priedušné izolačné materiály. Z nich napríklad slama prekladaná po jednom decimetri kartónom môže byť už sama dostatočne nosná, aby pôda bola priechodná, iné izolácie sa hodí inštalovať do subtilnej drevenej konštrukcie. Aby sa ušetrila výška aj materiál, pôvodné pokrytie doskového záklopu je vhodné dať dole a položiť ich znovu až na izolačnú vrstvu.

Tak ako pri všetkých tepelných izoláciách aj tu je potrebné sa zamyslieť nad difúziou a možnou kondenzáciou vodnej pary. Tá v zime v nejakej miere prechádza z interiéru nahor. Nesmie tam samozrejme prichádzať prúdením vzduchu z interiéru škárami, t.j. strop interiéru musí byť dokonale vzduchotesný.

Pokiaľ sa len zafúkava izolačnými chumáčikmi priestor medzi trámami, stačí v podlahe ponechať medzery prechádzajúce až do nafúkanej izolačnej vrstvy. Škáry by mali byť rovnako vyplnené vláknitým izolačným materiálom, aby prúdenie studeného vzduchu cez izolačnú vrstvu bolo len veľmi malé. Ak sa ale izolácia zafúkala do stropu odspodu, nestačí

vzduchotesne uzatvoriť montážne otvory z interiéru, ale musia sa vytvoriť naopak nejaké otvory zhora, z exteriéru.

Pokiaľ sa veľkoryso izoluje nad doskovým záklopom trámového stropu, potom je kombinovaný difúzny odpor dosák a podbitia dostatočne veľký, takže do izolácie na podlahe povaly bude prenikať len veľmi malé množstvo pary. Stačí potom kryciu vrstvu tepelnej izolácie realizovať ako „difúzne otvorenú“, len málo brzdiacu difúziu pary nahor. Docieli sa to tak, že izolácia je pokrytá kartónom či papierom, na nej ležia „ob jedno“ cívové dosky a až potom na nich je súvislá podlaha obsahujúca ale hojnosť medzier, ktorými môže pomaly prúdiť vzduch. Ak je tepelná izolácia viacvrstvová a prevedená tak, aby konvekcia nemohla preniknúť až do hornej vrstvy tvoriacej najviac pätinu izolačnej hrúbky, potom možno miesto spodných dosiek „ob jedno“ a kartónom prekryť hornú vrstvu len priedušnou netkanou textíliou, cez ňu bude vzduch taktiež povievať, ak zostanú v podlahovej krytine dostatočné medzery. Horná vrstva priedušnej izolácie môže byť s výhodou tvorená perlitom, ktorý vytvorí ohňovzdornú bariéru.

Ale aj tak: položiť pod hrubú izolačnú vrstvu na podlahu povaly najprv akúkoľvek polyetylénovú fóliu je natoľko jednoduché a lacné, že to možno odporučiť.

Proti pridaniu hrubej izolácie na podlahu povaly sa niekedy namieta, že by bránila budúcemu zobytneniu podkrovia. V takom prípade je vhodné izoláciu zrealizovať tak, aby sa v miestach, kde časom budú obytné priestory, dala jednoducho odstrániť. Okolo nich, v miestach s malou svetlou výškou, ale izolácia zostane.

Tepelná izolácia na povale by v každom prípade mala pokrývať aj atiky a trámy na nich položené, rovnako ako rímsu za atikou. Len tak potlačíme významné tepelné mosty, ktoré by inak ochladzovali horné konce stien, hlavne v kútoch miestností.

8.7 Izolácia stropu pivnice

Ak nie je pivnica veľmi nízka a ak má v budúcnosti aspoň počas zimy zostávať chladná, je nalepenie tepelnej izolácie na jej strop tým prvým opatrením, ktoré sa v dome oplatí zrealizovať. Hrúbka izolácie by mala byť aspoň dva decimetre, pokiaľ potom v pivnici bude možné ešte vzpriamene chodiť. Lepenie polystyrénových blokov (opäť najlepšie zo šedého ľahkého EPS, aby neubudlo svetla, možno ju následne nabíliť) je jednoduché a rýchle.

Ak ide o vsutku chladnú pivnicu v tepelnom kontakte s okolitou zeminou v teplote pod 12 stupňov, izolácia na jeho strope nestačí. Je žiadúce zaizolovať tiež aspoň jeden meter výšky stien pod stropom. Pokiaľ by tým ubudlo v pivnici veľa miesta, možno izoláciu klinovito zužovať smerom nadol. Aj vtedy sa tepelný most z obytného podlažia stenami smerom nadol veľmi potlačí.

Znížením tepelného toku z obytného interiéru do pivnice sa ale zníži teplota pivnice. Relatívna vlhkosť v ňom tým stúpne. V lete sa potom môže ľahko na niektorých plochách (podlahe, ale aj stenách) blížitiť rosnému bodu a na takých plochách potom môžu narastať plesne, podobne ako vo vínnej pivnici, do ktorej ľudia aj kvasením vína prinášajú vodnú paru. Ak nie je dostatočne tepelne izolovaná proti zimnému mrazu, môžu v nej pri jej malom zimnom vetraní, mrazom ochladzované plochy vlhnúť aj v zime. Zimné vetranie pomôže, ale pivnica sa ním ďalej ochladzuje, čím je potom v lete ešte chladnejšia. Vhodné zaobchádzanie s pivnicami, ktoré nie sú vyhrievané stropom z vyššieho podlažia, popisuje publikácia [Einfluss von Kellerdeckendämmung auf die Feuchtebelastung von Kellerräumen z roku 2009 dostupná na stránke Hessenského ministerstva životného prostredia, energie, poľnohospodárstva a ochrany spotrebiteľov](#). Zabúdajú pritom ale na možnosť, o ktorej sme sa zmienili v pasáži Ohrievanie základových stien, 8.3.2 – totiž vyhrievať v lete podlažie pivnice prebytkami zo solárnych kolektorov alebo systémom chladiacim interiér pred prehriatím.

Nemusi ísť o ohrev veľký, stačí o niekoľko stupňov, problémy s vlhnutím a plesňami tak pominú.

8.8 Izolácia dolnej podlahy

Vyššie sme popísali možnosť, kedy sa podložie domu postupne vyhreje letnými solárnymi prebytkami, pričom únik tepla do okolia je potlačený dáždnikovou tepelnou izoláciou smerujúcou pod terénom šikmo smerom od domu. Také opatrenie ale nestačí, pokiaľ pod domom prúdi v nie veľkej hĺbke spodná voda, ktorá odnáša teplo preč. Okrem toho, vyhriať zeminu pod domom z pôvodných napr. 10°C na 20 trvá roky. Do tej doby je podlaha najnižšieho podlažia nepríjemne chladná, ak ide o súčasť obytného priestoru. Stojí pre to za to, pridať do nej vrstvu penového polystyrénu.

Pokiaľ majú miestnosti dolného podlažia dostatočne svetlú výšku a konštrukcia podlahy neobsahuje drevo, môže stačiť položiť polystyrén na pôvodnú podlahu. Zhora je potom potreba pridať dôkladnú parozábranu, najlepšie s kovovou vrstvou. A potom novú nášľapnú vrstvu ľubovoľného typu. Aj v prípade, že zeminu pod domom nebudeme solárne vyhrievať, stačí hrúbka EPS dva decimetre ak nie je pre aplikáciu hrubšej vrstvy miestnosť dost' vysoká.

V inom prípade možno pôvodnú podlahu odňať, terén do patričnej hĺbky vykopať a polystyrén položiť rovno naň. Niekedy je to praktické, pretože pod nášľapnou vrstvou je len tenký násyp a pod ním nejaká forma betónu. Či len odstrániť násyp a uspokojiť sa s nie príliš hrubou vrstvou polystyrénu, je na zváženie.

V oboch prípadoch možno pod polystyrénovú vrstvu umiestniť trubičky a plechy rozvádzajúce letné solárne teplo do podložia zeminy, ako sme o tom písali už v pasáži o vyhrievaní základových stien. Pokiaľ pod polystyrén pridáte novú betónovú dosku, je samozrejme jednoduchšie vložiť do nej bežný systém podlahového vykurovania z plastových trubičiek. Inštalácia takej vrstvy, vyhrievajúcej zeminu pod domom, je vhodná aj v prípade, že zatiaľ teplovodný solárny systém ani kvapalinovú sústavu pre letné ochladzovanie interiéru nemáte – časom ju možno doplníte.

Ak nie ste nijak obmedzení tým, ako hlboko pod pôvodnú podlahu kopať, môžete namiesto penového polystyrénu použiť aj „štrk“ z penového skla. Toho je ale potrebná dvakrát hrubšia vrstva a oproti EPS bude taká izolácia zrejme drahšia.

8.9 Medzera medzi tesne susediacimi domami

Ak dom nadväzuje na susednú budovu, taktiež počas zimy vykurovanú, mal by byť únik tepla príslušnou stenou nulový. To ale len za predpokladu, že špára medzi domami nie je výdatne prevetrávaná ani pri poryvoch vetra či počas mrazov, kedy má ohriaty vzduch v nej tendenciu stúpať podobne ako spaliny v komíne. Prevetrávaniu možno zabrániť len tak, že sa vrch aj boky špár stanú dostatočne vzduchotesnými. Možno ich vyplniť pružným penovým materiálom alebo aj prelepiť trvale lepiacou páskou obdobnou, aká sa používa ku vzduchotesnému napojeniu rámov okien o stenu. Pokiaľ je špára správne utesnená, potom majú steny aj počas mrazov na oboch stranách rovnakú teplotu ako steny interiérové – to možno najjednoduchšie overiť termokamerou.

9 Domová technika

9.1 Mechanické vetranie s rekuperáciou tepla

Skutočný celoročný komfort nemožno v dome dosiahnuť, ak nie je vybavený mechanickým vetraním, ktoré komfort zaistí aj počas mrazov, letných horúčav či v situáciách, kedy je vonku hlučno alebo prašno. Nejedná sa o žiadnu klimatizáciu, ktorá poháňa znečistený interiérový vzduch dokola a buď ho chladí, prípadne aj odvlhčuje alebo ohrieva a prípadne zvlhčuje. Ide o systém zaisťujúci hojnosť alebo aspoň dostatok čistého vzduchu bez nepríjemných pachov.

Naozaj začínajú byť takéto kvalitné systémy dostupné až v tomto tisícročí. Staré systémy mechanického vetrania mávali veľkú spotrebu elektriny a teda aj hlučnosť a plytvali teplom. Boli to len zmenšeniny priemyselných sústav s mizernou účinnosťou. Plnohodnotné využitie sústavy komfortného vetrania má len jedinú podmienku, tou je zaistenie dostatočnej tesnosti budovy, ktorú sme už popisovali. Sústava by mala mať tiež malú mernú spotrebu elektriny, rozhodne pod 45W na dodanie každých 100 m³ čerstvého vzduchu za hodinu. To je možné pri malých rýchlostiach prúdenia vzduchu použitím elektronicky komutátorových jednosmerných motorov vo ventilátoroch. Mala by mať aj malú celkovú elektrickú spotrebu, čo vyžaduje, aby dokázala vetrať aj pomaly, s prítokom vzduchu činiacim len niekoľko percent nominálneho prietoku.

9.1.1 Vetracia jednotka a vedenie vzduchu

Kľúčovým prvkom vetracej sústavy je protiprúdový výmenník tepla s dvojicou ventilátorov, teda „vetracia jednotka“. Vzduch hnaný von sa v ňom v zime ochladí a vzduch nasávaný dovnútra sa od neho sám oteplí. Na každej membráne výmenníka (kovovej či plastovej), akých má desiatky, je pritom teplotný spád medzi oboma prúdmi vzduchu neprevyšujúci niekoľko stupňov. Ak neprúdi vzduch príliš rýchlo a ak je úhrnná plocha membrán dostatočne veľká, unikne predaniu z vypúšťaného vzduchu do nasávaného len dvadсятina dostupného tepla. To sa nazýva rekuperácia, výmenník tepla potom rekuperátor. V oboch prúdoch vzduchu je zaradený filter brániaci zašpineniu výmenníka tepla, ten môže byť na vstupe aj dvojitý, takže odfiltruje aj veľmi jemné častice ako sú zrnká peľov. V prívodnom potrubí môže byť tiež tlmič hluku, aby pri vetraní neprenikal do budovy hluk zvonka.

Pre vetranie jedného bytu či rodinného domu môže stačiť jedna taká dvojica ventilátorov s výmenníkom tepla. Podmienkou je, že sa v interiéri vybudujú kanály, ktorými sa dostáva čerstvý vzduch do patričných miestností (obytná miestnosť, pracovňa, spálňa) a znečistený vzduch odchádza z iných (toaleta, kuchyňa). Niekedy možno jednu vetvu kanálov ušetriť, keď sa nachádza jeden typ miestností spolu a siaha až k vonkajšej stene domu alebo je na hornom poschodí.

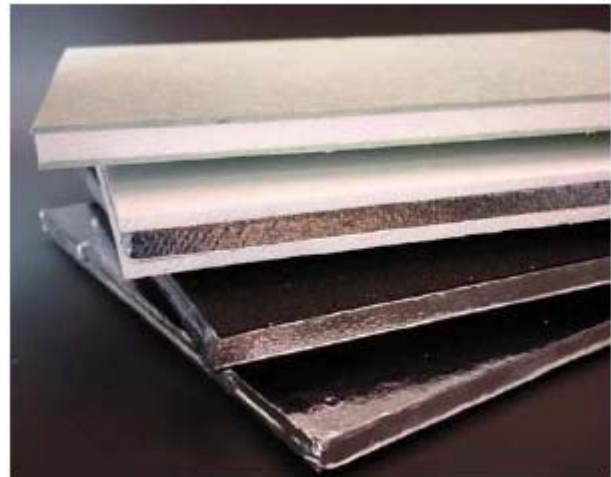
Kanály možno viesť podlahami, potom bývajú ploché plechové. Bežnejšie je vedenie pod stropom a cez prepážky medzi miestnosťami. Môžu byť tvorené plechovými rúrami, tvarovkami z minerálnej vaty potiahnutými hliníkovou fóliou či ohybnými hadicami, v ktorých je obojstranne potiahnutá vata ešte vystužená vinutým drôtom. To sú technológie ponúkané priemyslom. Kanály môžu byť umiestnené viditeľne alebo byť prekryté obložením alebo zníženými stropnými podhládmi.

Prierez kanálov by mal byť taký, aby pri obvyklých podmienkach nepresiahla rýchlosť vzduchu vnútri nich 1m/s. Potom je vetranie tiché a elektrina použitá na pohon ventilátorov činí menej ako desatinu ušetreného tepla.

Príklad: ak vymieňame v miestnosti 36m³/h, ako počas noci v spálni pre dvoch ľudí, je to 10 l/s. Objem jedného metra prívodného kanálu by teda mal byť oných desať litrov. To znamená prierez 1 dm².

Je veľmi vhodné, aby vetracia jednotka bola umiestnená hneď vedľa exteriéru. Vtedy totiž kanály s prúdní chladného vzduchu neprechádzajú interiérom. Môže byť na stene zvonka či zvnútra, môže byť tiež na stropе či nad ním vo vonkajšom priestore. V každom prípade musí mať dôkladnú tepelnú izoláciu, pretože jeden z jej koncov má vždy teplotu interiéru a druhý teplotu exteriéru. Kanály so vzduchom tej opačnej teploty musia byť tiež veľmi dôkladne izolované, inak účinnosť rekuperácie veľmi klesá a pri vypnutí vetrania jej stenami nechceme pretekať veľa tepla. Ak nie je v interiéri dostatok miesta na dôkladnú izoláciu kanálov s exteriérovou teplotou bežnými materiálmi (izolácia by mala byť aspoň dva decimetre hrubá), je vhodné vytvoriť kanál z vákuových panelov na povrchu s mechanickou odolnou vrstvou.

Obr.: Príklady vákuových izolačných panelov chránených pomocnými tuhými doskami (zdroj: „ARDP“).



Pri väčších budovách môže byť lepšie mať vetracích jednotiek niekoľko, aby klesla celková dĺžka kanálov a aby bolo možné použiť ich menšie prierezy. Umožňuje to tiež vetrať rôzne priestory rôznou intenzitou. Celkom zásadné je, aby vetracie jednotky dokázali pracovať aj na tridsatinu svojho maximálneho výkonu – to v prípade, keď sa v budove v priebehu niekoľkých dní nachádza len jedna osoba. Vtedy majú najlepšiu tepelnú účinnosť a najmenšiu elektrickú spotrebu. Doteraz je bežnou praxou, že aj v najpomalšom tempe je vetranie príliš silné a počas zimných mrazov sa musí vypínať, aby nebolo v interiéri príliš sucho.

9.1.2 Gravitačné klapky na prestupoch tepelným plášťom budovy

Aj vetranie, ktoré dokáže pracovať veľmi pomaly môže byť v dome vhodné vypnúť počas zimy vypnúť, pokiaľ sa v budove nik nezdržiava. Vtedy začne byť prenikanie vzduchu z exteriéru do kanálov vedených vnútorom budovy nežiadúce. Podobne aj pohyb vzduchu z interiéru kanálmi smerom von ak je rekuperačná jednotka umiestnená až v exteriéri. V rovine tepelnej izolácie tomu možno zamedziť tesnými klapkami ovládanými buď motorom alebo fungujúcimi len na gravitačnom princípe. V druhom prípade ich má nadvihnúť až prúd vzduchu vyvolaný ventilátorom, nie pofukovaním vetra zvonka alebo vztlak teplého vzduchu v budove proti mrazivému exteriéri – tento prípad by mohol nastať pri budovách poschodových s vetracími jednotkami na rôznych poschodiach. Klapky by sa mali tiež tepelne izolovať, tj. byť opatrené vrstvou polystyrénu alebo vaty.

Prax montovania takých dobre tesniacich a tepelne izolačných klapiek v mieste priechodu kanálov tepelným plášťom budovy nie je bežná, ale rozhodne na ich inštalácii a odskúšaní trvajte.

9.1.3 Zimné tepelné kolektory, kondenzácia pary, obtok rekuperátora

Rekuperátor s vysokou účinnosťou vychladí v zime odchádzajúci vzduch až takmer na teplotu vzduchu prichádzajúcom zvonka. Z ochladzovaného vnútorného vzduchu sa pritom na membránach rekuperátora zráža vodná para. Ak nie je mráz, odkvapkáva nadol a je potrebné zaistiť jej odvod.

Ak ale mráz je, potom môže na vonkajšom okraji rekuperátora namŕzať ľad. Zabrániť tomu je možné čiastočným obtokom čerstvého vzduchu, aby sa rekuperátor toľko neochladzoval, to ale zásadne znižuje účinnosť rekuperácie a vzduch prichádzajúci dovnútra potom nemá len

o stupeň dva menej, ako je teplota interiéru, ale môže byť nepríjemne chladný. Lepšou prevenciou je čerstvý vzduch pred vstupom do rekuperátora najprv predhriať.

K tomu sa ponúka teplo, ktoré možno pasívne odoberať zo zeminy okolo domu. Pri malých domoch k tomu stačí, pokiaľ nasávaný vzduch najprv prechádza dlhým podzemným potrubím, vzduchovým tepelným kolektorom (teda zberačom). Toto potrubie má byť vyspádované smerom nadol, nie kvôli zimným situáciám, ale naopak kvôli letu, keď takýmto spôsobom čerstvý vzduch možno ochladiť a zráža sa z neho v podzemí na stenách potrubia voda. V najnižšom mieste potrubia je treba pripraviť odtokovú šachtičku alebo iný spôsob odvodu kondenzovanej vody.

Alternatívou je mať v zemi položené množstvo plastových hadíc, v ktorých je mrazuvzdorná kvapalina, obvykle sa k tomu používa veľmi slaná voda. Pred rekuperátorom je potom vložený register, obdoba chladiča v autách, ktorým oná voda poháňaná obehovým čerpadlom preteká. Vzduch sa potom aj počas mrazov predhreje na päť až desať stupňov nad nulou.

Sústava hadíc v zemi sa bežne používa pre vykurovanie budov tepelnými čerpadlami. Za účelom vetrania nemusí byť tak rozsiahla, v zime ide len o odber nevelikého množstva tepla.

Ešte cennejšie ako predohrev vonkajšieho vzduchu počas mrazov je ale to, že sa čerstvý vzduch dá zemným kolektorom, nech už je vzduchový alebo s použitím slanej vody, v lete dôkladne vychladiť, dokonca ho tak možno aj odvlhčiť. Počas dusných horúcich dní, tzv. tropických, aké aj u nás bývajú a v priebehu storočia ešte rýchlejšie pribúdať budú, je to veľkým prínosom.

Zemný kolektor môže byť umiestnený v zásade aj pod budovou samotnou. Teplo možno v lete ukladať do základových stien (t.j. odoberať z nich chlad) alebo do zeminy pod najnižšou podlahou budovy, t.j. v priebehu leta ju takto vyhrievať, o vhodnosti inštalovania takého systému sme písali už vyššie. V zime možno z podlažia budovy teplo zas odoberať, ak je dostatočne tepelne oddelené od interiéru. Taká alternatíva je vhodná, pokiaľ sa pri nej ušetrí prípadné výkopové práce.

Vetracia jednotka by pre dni letných horúčav mala obsahovať možnosť pustiť čerstvý vzduch okolo rekuperátora, prinajmenšom počas nocí, keď je vonku chladnejšie ako vnútri. Je to jeden zo spôsobov, ako interiér prirodzene ochladzovať. Ak vetracia jednotka nemá možnosť takého obtoku, možno ju použiť aspoň tak, že sa zapne len odťahový ventilátor a chladný nočný vzduch sa teda nasáva rovno zvonka oknami či dverami.

9.1.4 Filtrovanie vzduchu

Už v mieste, kde vzduch zvonka nasávame, má byť umiestnený filter, ktorý možno jednoducho vybrať. To preto, aby sa mohol vyčistiť alebo vymeniť za nový. Ďalšie potrubia tak zostávajú čisté. Za hrubý filter, ktorý zabráni prieniku hmyzu a prevažnej väčšine častíc s priemerom nad desatinu milimetru (t.j. triedy G4, v núde len G3), je vhodné pridať ešte filter jemný triedy F8 alebo F7, ktorý prepustí len desatinu častíc s priemerom 1 µm až 10 µm (viď <http://de.wikipedia.org/wiki/Partekelfilterklassen>). Ten zachytí všetok peľ, čo je neoceniteľným prínosom pre alergikov. V lokalitách so znečistením ešte drobnejším prachom (s priemerom pod 10 µm, označovaným PM 10) vzduch veľmi dobre vyčistí. Nielenže je potom zdravší, ale tiež doma takmer nemusíme upratovať prach.

Filter by mal mať veľkú úhrnnú plochu, potom prúdi vzduch pomaly, prach sa zachytáva účinne a filter kladie prúdeniu len malý odpor, teda len málo zvyšuje spotrebu elektriny vo ventilátoroch. Docieľuje sa to tým, že je filter skladaný podobne ako v nasávacích sústavách automobilov. Dokonalá vetracia sústava by mala merať tlakový spád na filtroch a v prípade, že príliš vzrastie, upozorniť na potrebu ich vyčistenia alebo výmeny.

Filtrovať je potrebné aj vzduch odsávaný z interiéru. Ideálna je filtrácia na výstupoch z miestností, pokiaľ sú také otvory dobre prístupné a výmena filtra jednoduchá. Inak sa filter inštaluje aspoň pred vstup do rekuperátora, aby sa nezanášali jeho membrány.

9.1.5 Komplexné tepelné využitie vzduchu: kompaktný agregát

Vzduch vypúšťaný do exteriéru býva väčšinou ešte natoľko teplý, že z neho môže byť výhodné odoberať teplo pomocou tepelného čerpadla. Tým možno buď dohriať čerstvý vzduch po priechode rekuperátorom a tak interiér aj vykurovať, alebo ním možno mimo najchladnejšieho obdobia v roku, ohrievať pitnú vodu. Mnoho výrobcov ponúka pre rodinné domy alebo byty takú kombinovanú vetraciu jednotku, ktorá obsahuje aj zásobník teplej vody („bojler“), nie je väčší ako veľká chladnička. Pre skutočné pasívne domy je to investične najlacnejší spôsob vykurovania a prípravy teplej vody.

Kompaktné agregáty predstavujú jediné bez sporu oprávnené použitie tepelných čerpadiel za účelom vykurovania v domácnostiach. Namiesto veľkých a drahých vykurovacích sústav s tepelnými čerpadlami, ako ich ponúkajú príslušné odvetvia obchodu (populárneho najmä u výrobcov a distribútorov elektriny), je totiž vždy lepšie dom opraviť na pasívny štandard alebo veľmi blízko na jeho úroveň.

9.2 Vykurovať len vzduchom?

Pri domoch regenerovaných na pasívny štandard môže stačiť, keď je jediným zdrojom tepla v nich kompaktný agregát čerpajúci teplo z odpadového vzduchu. Ten ale naozaj počas mrazov prihrieva vzduch aj pitnú vodu elektrinou. Aj napriek tomu, vďaka celkovej malej spotrebe domu, to nemusí byť zlá voľba.

Samozrejme, vzduch vystupujúci z rekuperátora možno prihrievať aj inak, teplovodným registrom napojeným nie na tepelné čerpadlo vetracej jednotky, ale na ľubovoľné vonkajšie vykurovanie.

Aj napriek tomu má vykurovanie interiéru len teplým vzduchom jednu nevýhodu. Jednak sa vyžaduje prevádzkovanie ventilátorov, ktoré majú obvykle väčšiu elektrickú spotrebu, ako vodné obehové čerpadlá. A tiež potom v domácnosti chýba jedna vec počas zimy vždy použiteľná, je ňou veľmi teplá plocha užitočná napríklad na sušenie mokrých topánok alebo rýchle usušenie drobnej bielizne. Mať aspoň jeden skromný radiátor vo forme „rebríku“ v kúpeľni je preto aj u výborne izolovaných domov rozumné. Pri pasívnych domoch sa to niekedy rieši tak, že taký pomocný radiátor pre príležitostné použitie je elektrický.

9.3 Teplá voda hneď

Je príjemné, keď tečie dostatočne teplá voda takmer ihneď, ako ju pustíme, aj keď predtým ju dlho nik nepúšťal. Toto sa jednoducho docielí, pokiaľ ju odoberáme tesne pri zásobníku, kde je pripravovaná, taký zásobník (bojler) je preto vhodné mať priamo napríklad v kúpeľni. Aby bola teplá voda rýchlo k dispozícii aj ďaleko od neho, často sa inštaluje ešte tretie potrubie vedúce „od kohútika“ naspäť do zásobníka. Pokiaľ ním voda preteká pomaly, je ako teplá k dispozícii všade v dome. Ak je ohrievaná rovnakým zdrojom, akým je vykurovaný dom, potom taký cirkulačný systém v zime nemá žiadne tienisté stránky, ak neprechádza vratné potrubie cez priestory, ktoré nemajú byť teplé. Je to len pomocné vykurovanie. V lete to tak už ale nie je – teplo sa nevyužije, naopak prispieva k prehrievaniu domu.

Čo s tým? Prívodné aj vratné potrubie teplej vody čo najviac zaizolovať. A navyše púšťať cirkulačné čerpadlo len tlačítkom, chvíľku predtým, než si chcete pustiť teplú vodu.

Alternatívou je inštalovať v mieste odberu vody malý prietokový dohrev, ktorý hreje len počas tej chvíle, než z diaľky pritečie teplá voda. Taký dokáže ohrievať slnkom nahriatu vodu

napr. len o ďalších päť stupňov. Mal by byť jednoducho a viditeľne regulovateľný, aby sa požadovaná teplota výstupnej vody dala meniť podľa momentálneho priania.

9.4 Zdroje tepla

Pokiaľ je v dome k dispozícii bežná vykurovacia sústava, etážové alebo ústredné vykurovanie, rozhodne je rozumné ich zachovať. Vôbec nevedí, keď sú radiátory mohutné, zodpovedajúce pôvodnému stavu domu bez tepelných izolácií. Dáva to možnosť vykurovať v nich len vodou mierne vlažnou. Tú môžu hocikedy pekne poskytnúť aj solárne teplovodné kolektory.

Čo najnižšia teplota vykurovacej najmä vratnej vody je tiež ideálna pre dnešné kondenzačné plynové kotle, umožní vychladiť spaliny až takmer na teplotu interiéru, tým z nich skondenzuje a odovzdá svoje skupenské teplo aj väčšina vodnej pary vzniknutej spálením zemného plynu, čiže oxidáciou metánu. Kondenzačné plynové kotle majú častokrát aj zásobník ohriatej pitnej vody. Ich zásadnou výhodou oproti kotlom niekdajším je tiež to, že spaliny z nich odchádzajú len o málo teplejšie ako chladná voda do kotla vstupujúca, nie je to teda nič pre kominárov, pre odvod spalín stačí plastová rúrka idúca cez stenu. Tá ešte môže predhrievať vzduch, ktorý si nasávajú zvonka, nemusia byť nijako závislé od vzduchu v miestnosti.

Vodou len mierne teplou možno samozrejme vykurovať aj použitím podlahového alebo stenového vykurovania, ešte šikovnejšie je vykurovanie stropné, ktoré možno obvykle inštalovať len v priebehu betonáže stropu. Všetky tieto technológie využívajú sústavu plastových trubičiek zabudovaných do malty, hliny alebo betónu. Stropné vykurovanie dáva najlepšiu tepelnú pohodu, nevyvoláva prúdenie vzduchu. V lete sa skvele dá využiť naopak pre chladenie interiéru.

Dokonalejšou, ale zatiaľ málo využívanou alternatívou kondenzačného plynového kotla je malá kogeneračná jednotka. Tá plyn využíva v motore, poháňajúcom alternátor, pre vykurovanie slúži len odpadové teplo, ktoré činí asi dve tretiny spalného tepla plynu. Dobře izolovaný dom umožňuje kúriť len občas, keď je potrebné dodávať elektrinu do siete a keď je jej výkupná cena maximálna. Až toto je skutočne dobré použitie zemného plynu.

Jednoduchšou, rovnako ekologicky priaznivou možnosťou je vykurovať ľubovoľnou formou dreva. V domoch blízkyh pasívnemu štandardu nie je už žiadnym luxusom využívať pelety, aj keď ide o najdrahšiu formu biomasy na vykurovanie. Pelety pritom nemusia byť z dreva, rovnako dobré sa vyrábajú z rôznych typov suchej biomasy vrátane starého papiera. Ešte lepším spôsobom vykurovania, vhodný v trvale obývanom dome je požitie sporáku na kusové drevo, hlavne ak obsahuje aj teplovodný okruh na prípravu teplej pitnej vody. Pre vykurovanie domu približujúcemu sa pasívnemu štandardu, hlavne ak ide o starý masívny dom, môže sporák bohato postačiť. A varenie na veľkej platni či pečenie v jeho rúre je veľmi príjemné.

Každý regenerovaný dom by ale mal samozrejme mať aj zdroj tepla pre ohrievanie pitnej vody na umývanie, teda teplovodné solárne kolektory. To je už vyzretá technológia, ktorá sa nedočká ďalších veľkých vylepšení. Kolektory nemusia byť len na streche, vhodné sú pre ne aj fasády odchýlené najvyššie pol pravého uhla od juhu, teda v rozmedzí od juhovýchodu po juhozápad. Celá plocha nevyužitá oknami je vhodná práve pre takýto účel. Zvislé vodné kolektory majú dokonca aj istú výhodu v tom, že v zime najlepšie využijú nízke slnko a neleží na nich sneh. V lete sa naopak neprehrievajú. Fasádne kolektory môžu byť integrálnou súčasťou tepelnej izolácie domu, zasklením je fasáda neobyčajne trvanlivá. Solárne vodné kolektory neohrejú vždy vodu až na požadovaných takmer päťdesiat stupňov, ale v každom prípade ju zadarmo predhrejú. O ďalších desať či dvadsať stupňov je možné ju dohriať iným zdrojom.

Podmienkou pre účinné využitie solárneho ohrevu je inštalácia dostatočne veľkého tepelného zásobníka, teda nádrže s ohrievanou vodou. Môže to byť priamo tlaková ohriata pitná voda, ale môže ísť o nádrž samostatnú, netlakovú, v nej je stále tá istá voda, s objemom jedného až niekoľkých kubických metrov alebo lepšie niekoľkonásobne väčším. Pitná voda sa odtiaľ dá ohrievať protiprúdovým výmenníkom tepla alebo „rebrovým hadom“ prechádzajúcim tepelným zásobníkom zdola nahor. Primárny vodný okruh so solárnymi kolektormi môže takú veľkú nádrž ohrievať taktiež „hadom“ pre dve nádoby alebo ešte lepšie vonkajším protiprúdovým výmenníkom tepla. Nádrž by mala byť izolovaná aspoň dvoma decimetrami tepelnej izolácie. Tú istú nádrž možno vyhrievať ďalej odo dna aj kotlom na kusové drevo a jej vodu nechať cirkulovať cez radiátory. Len je pri regenerácii potrebné myslieť na to, kam nádrž umiestniť. Nádrže sa vyrábajú ako valcové priamo na mieste, spravidla v pivnici. Veľká nádrž zaisť v lete dostatok tepla aj cez jeden celý zatiahnutý týždeň. Teplo z kolektorov, ktoré už pre ňu nepotrebujeme, možno výhodne ukladať do podlahy budovy, viď predošlé kapitoly.

Kompletné využitie oslnených fasád a striech budovy za účelom získať solárne teplo a elektrinu sa môže dnes zdať výstredné. Ale už od roku 2020 bude fakticky povinné pre všetky novostavby, inak totiž nedosiahnu takmer nulovú ročnú bilanciu svojej spotreby energetických dodávok zvonka. Nie je dôvod, aby za nimi regenerované budovy zaostávali a slnko naplno nevyužívali.

Medzi odporúčané zdroje tepla sme zámerné nezaradili často ponúkané sústavy s tepelným čerpadlom poháňaným elektrinou a využívajúcim teplo z vonkajšieho prostredia (zo zeminy, spodnej vody, vzduchu). Nie, že by ich využitie nebolo v niektorých prípadoch rozumné. Ale v lepšom prípade poskytnú s pomocou elektriny len toľko tepla, koľko sa pre dodanie onej elektriny uvoľnilo v tepelnej elektrárni a po ceste až do domov. To nie je vôbec skvelý výsledok. Inak by tomu bolo, keby žiadna elektrina nepochádzala z fosílnych zdrojov, ale to je hudba vzdialenej budúcnosti.

Pri kondenzačných kotloch či kondenzačných jednotkách je veľmi žiadúce, aby teplota vratnej vody bola čo najnižšia, pri tepelných čerpadlách sa to týka aj teploty vykurovacej vody, až v tom prípade majú dobrú účinnosť. Nízka teplota vykurovacej vody v podlahovom vykurovaní (max. 27°C) tiež umožní využiť všetky zimné solárne zisky, keď sa do podlahy oprie slnko.

9.5 Používanie clôn proti svetlu v interiéri aj vonku

Bežným zlozvykom v dnešných domoch je, že najmä pri práci s počítačom sa aj za chladných dní zatemnia okná, aby neoslňovali. Tým ale prichádzame o milé solárne tepelné zisky. Mnohí ľudia okrem toho vinou zatemnenia okien aj počas dňa trvale (a samozrejme aj v práci) svietia.

Rozumnejšou možnosťou, ako je zablokovanie vstupu slnečného žiarenia do interiéru, je inštalovať až do hĺbky miestnosti clony, ktoré oslneniu či osvetleniu nežiadúcich plôch zabránia. Môžu to byť akési slnečníky postavené na stole, dokonalejšie a menej zavádzajúce je ale umiestnenie sťahovacích roliet na strop miestnosti, najlepšie na pohyblivých závesoch, aby ich bolo možné posúvať po miestnosti podľa toho, kde práve pracujeme a odkiaľ slnko svieti.

Interiérové clony sú praktické aj opačne, keď si v noci svietime na prácu, nemusí naše svetlo rušiť prírodu vonku.

Často sa proti slnku odporúčajú veľké presahy striech a iné pevné, nepohyblivé cloniace zariadenia pred oknami. Alebo dokonca stromy zatienujúce okná trvale počas leta, ale nakoniec v nejakej miere aj v zime. Nie je to dobré riešenie. Počas zamračených dní je svetla v interiéri poskromne a každé stále zatienenie je na škodu. Omnoho užitočnejšie je pridať na

dom zvonka markízy, ktoré sa rozťahnu len vtedy, keď sa to hodí. Nemusi to byť len proti slnku, poslúžia v noci, aby sa okná kvality pre pasívne domy (s u pod 0,7) zvonka neorosili.

9.6 Umelé osvetlenie pre 21. storočie a 12V domáca sieť

Z nášho života veľmi skoro vymiznú žiarovky, ale pre slabé nočné svietenie sú žiarivky, dobre doplňujúce alebo aj nahradzujúce denné svetlo, príliš silné. Ono je totiž po západe slnka vhodné svietiť len tak silno, ako je nevyhnutne nutné pre danú prácu a ešte pritom potlačiť modrú zložku svetla, teda svietiť žltou. To je farba plameňa, akým ľudia svietili po tisíce rokov. Taká farba a intenzita svetla už nebráni nástupu nočnej fázy nášho metabolizmu, ktorá je pre zdravie úplne zásadná. Dnešné silné elektrické osvetľovanie, ktoré neberie ohľad na dennú dobu, je v noci zdraviu škodlivé. Bráni totiž tvorbe dôležitého hormónu melatonínu. Existujú výskumy, že umelé nočné osvetľovanie zvyšuje výskyt rakoviny prsníka a prostaty a že stojí za epidémiou obezity a cukrovky druhého typu. Silné svietenie aj počas noci zrejme plynie z povery, že slabým svetlom sa kazia oči – ale túto poveru vyvrátila veda už v 19. storočí. Naozaj sa oči, a nielen tie, ľudom kazili (a v krajinách tretieho sveta doteraz často ešte kazia) ale možno kvôli jedovatým splodinám nedokonalého spaľovania, používaného aj pri svietení.

Namiesto plameňov sú dnes k dispozícii svetelné diódy opatrené šošovkami, ktorými možno svetlo smerovať len tam, kde je naozaj potrebné. Na noc ho možno opatriť žltou priehľadnou fóliou, ktorá odfiltruje škodlivú modrú zložku potlačujúcu tvorbu melatonínu – to je vhodné vždy, keď v nejakom mieste nemusíme dokonale rozlišovať odtiene modrej farby. Ešte lepšou voľbou sú diódy priamo so svetlom oranžovým – „amber“. Len pre účely, kde je dobré rozlišovanie farieb dôležité (to môže byť aj varenie), je vhodné použiť nefiltrované LED teplej bielej farby, napodobňujúcej svetlo žiaroviek. Diódové svetelné zdroje sa vyrábajú aj so žiarovkovým závitom, ale lepšie sú tie, len s dvoma kolíčkami, určené pre jednosmerné napájanie 12V. Tie sú tiež kratšie a mali by byť lacnejšie, lebo neobsahujú konvektor poskytujúci malé napätie, ktoré diódy potrebujú. Priamo nimi možno nahradiť obdobné halogénové žiarovky. Oproti žiarovkám smerujú svetlo omnoho lepšie a nie sú vôbec horúce, majú totiž príkony len od jedného do troch wattov. Ubráním napätia ich možno jednoducho tlmiť bez toho aby strácali na účinnosti. Veľmi podstatnou výhodou 12V diódoviek je, že svietia stálym svetlom, bez fluktuácie, s frekvenciou 100 Hz alebo akoukoľvek vyššou. To znižuje únavu zraku a je podstatné pri využívaní točivých strojov (nevzniká stroboskopický jav). Je to svetlo vhodné aj pre epileptikov, podobne ako bývali žiarovky alebo žiarivky s elektronickým predradníkom.

Pri regeneráciách bytov a domov je rozumné buď doplniť striedavé 230V vedenie k doterajším fixným svietidlám taktiež vedením dvanásť voltovým alebo jednoducho do doterajšieho rozvodu elektriny k svetlám pustiť práve len tých jednosmerných 12V, všade tam, kde nie je nutné produkovať tisíce lumenov svetla. Moderné elektronické zariadenia, ktoré menia elektrinu zo siete na jednosmerný prúd s napätím 12V sú veľmi účinné. Dá sa to spoznať podľa toho, že keď sa z nich neodoberá elektrina, sú celkom chladné a že pri plnom zaťažení sú len mierne vlažné.

Ďalej je vhodné nainštalovať aj 12V zásuvky pre prenosné diódové svetlá a pre rôzne elektronické prístroje so spotrebou len málo wattov, prípadne pre nabíjanie mobilov aj prenosných počítačov – je šanca, že možnosť takéhoto pripojenia priamo na takúto jednosmernú sieť V u nich bude časom bežná a nebude potrebné k nim využívať samostatné nabíjačky. Už preto, že také napájanie je dostupné v každom automobile. Bežné vodiče zvládnu pri 12V poľahky odbery do desiatok wattov, takže nimi možno napájať množstvo diódových svetiel a úsporných elektronických zariadení súčasne. So zariadeniami využívajúcimi len takto nízke napätie a malé príkony môžu bezpečne zaobchádzať aj deti,

inštalovať takéto vedenie sa nemusia ostýchať ani ľudia, ktorí sa „tej obvyklej“ elektriny boja a nechcú jej ani rozumieť.

Pre napájanie prístrojov s maličkou spotrebou ešte nižším napätím možno využiť miniatúrne elektronické prvky, ktoré napätie znižujú napr. na 5V (to akceptujú mnohé mobilné telefóny). Elektrinu do siete môže poskytovať konvertor napájaný zo siete 230 V alebo akumulátor napájaný tiež solárne, doplnený súčiastkou obmedzujúcou dodávané napätie práve len na 12 V. Je to potom vlastne obdoba systému núdzového osvetlenia.

Diódové osvetlenie, či už je napájané striedavou alebo jednosmernou elektrickou sieťou, má výhodu aj v tom, že sa rozsvetuje okamžite a v plnej intenzite na rozdiel od žiaroviek. A tiež v tom, že má prakticky nekonečnú životnosť, ak zostáva pri prevádzke len vlačné (t.j. ak sa nejedná o zbytočne silné svetlá). Nevadí mu ľubovoľne časté zapínanie, možno ho teda dobre spínať infra čidlami rozoznávajúcimi pohyb osôb.

Pri diódovom osvetlení možno kombinovať slabé celkové osvetlenie miestnosti na úrovni jednotiek luxov, najjednoduchšie diódami namierenými do stropu, s príležitostnými diódovkami posielajúcimi svetlo len na pracovnú plochu s intenzitou až desiatok luxov. Tá je v noci dostatočná pre takmer všetky účely. Cieľom by mal byť čo najmenší úhrn svetla prichádzajúci do očí. To možno vysvetliť aj ako čo najmenší vytváraný svetelný tok („čo najmenej lumenov“). Svetlo by súčasne malo mať nulový alebo maličký podiel modrej zložky.

Od doby, kedy ideme spať až do chvíle, keď ráno vstávame, by malo byť svetla ešte omnoho menej a to aj pre prípad, že v noci potrebujeme trafiť na toaletu. Zatvorené oči sú vtedy celkom prispôsobené tme a bezpečný pohyb v známom interiéri umožní aj desatina luxu, ktorú poskytne jediná slabá LED namierená do stropu. V spálni by ale trvale svietiť nemala, aj tak málo svetla už ruší spánok.

Diódové osvetlenie je šikovné aj počas dňa. Vtedy a len vtedy je vhodné používať aj diódy so „studeným“ bielym svetlom, ktoré môže počas zamračených zimných dní výborne doplniť denné svetlo, pokiaľ už ho na pracovnú plochu dopadá príliš málo.

9.7 Ochrana proti nárastu rias na fasáde – vegetácia na stenách

Už sme uviedli, že oslnené plochy je dobré využiť buď ako okná alebo ako kolektory fotovoltické alebo teplovodné. Ale čo s plochami neoslnenými? Pri výborne izolovaných domoch majú tú smolu, že sa za jasných nocí, keď sa ochladí sálaním do neba, orosia. To sa týka všetkých povrchov, ktoré nie sú tvorené hrubou masívnou vrstvou a je pred nimi otvorená krajina. Sálaním by sa neochladzovali, keby ich povrch bol lesklý kovový. Ale to obvykle nebýva. Jedinou ochranou proti bežnému nočnému zvlhnutiu, ktoré po čase vedie k potiahnutiu fasády riasami, je nechať stenu obrásť rastlinami. Voda potom kondenzuje na nich, nie na omietke alebo obložení. Celkom zatienené miesta znáša brečtan, ale celkom postačia aj rýchle rastúce druhy popínavých rastlín.

Iným miestom, ktoré sa na tenkovrstvých omietkach na tienistých fasádach časom zazelená, sú miesta, kam steká voda z parapetov. Je tomu možné čeliť tým, že aj parapety sa osadia veľmi skosené, podobne ako bočné a horné ostenie. Na strmú parapetu síce nemožno nič položiť, ale svoju funkciu ochrany proti dažďu plní výborne.

9.8 Využitie dažďovej vody

V starých domoch neboli žiadne rozvody vody, tá sa nosila zvonka a opäť vynášala von. Jej spotreba bola preto malá. Záchody boli na vidieku väčšinou suché, opäť skôr vonku. Keď sa začala voda privádzať aj do bytov a tie zabezpečovať odpadovým potrubím, stále bývala ešte spotreba vody neveľká, ľudia sa v dome ani nespřchovali a už vôbec sa nekúpali vo vani. Okrem toho bolo chladnejšie, takže v lete nebýval nedostatok zdrojov vody.

Tak tomu už ale u nás nie je. Je najvyšší čas naučiť sa úplne využívať vodu, ktorú dom dostáva zdarma, totiž vodu dažďovú. Nie je to tak náročné, poučenie možno hľadať v Stredozemí, kde v krasových oblastiach inú ako dažďovú sladkú vodu ľudia celé tisícročia nemávali a sú na cisterny s dažďovou vodou zbieranou z vlastnej strechy a dvora odkázaní dodnes. Potrebná je teda len oná cisterna, tj. podzemná nádrž a prívod vody do nej. Moderným vylepšením potom je, že vodu nemusíme naberať len vedrom alebo nejakým kohútikom pri dne nádrže, ale elektrické čerpadlo nám ju dodá pod tlakom niekoľkých barov do potrubia.

Komplexná regenerácia domu by mala vždy zabudovanie cisterny zahŕňať rovnako ako pridanie ďalších rozvodov vody na nepitné účely. Dažďová voda sa na pitie veľmi nehodí, pretože neobsahuje žiadne minerály, je blízka vode destilovanej. Z toho dôvodu je ideálna na pranie – stačí potom polovica či tretina niekdajšieho množstva pracích prostriedkov a bielizeň je po vypratí, vyžmýkaní a usušení krásne mäkké, bez pridania nejakých chemikálií. Rúrky či hadice s dažďovou vodou musia preto byť privedené predovšetkým k pračkám. Ďalej je nenahraditeľnou vodou pre polievanie izbových rastlín. Najlepšia je aj na umývanie dlhých vlasov a aspoň na oplachovanie riadu – nezanecháva žiadne škvrny usadeného vápenca. Ak sa používa aj pre splachovanie, vďaka svojej prirodzenej kyslosti (vplyvom rozpusteného CO₂ z ovzdušia) uvoľňuje usadeniny, záchody sú potom „samočistiace“.

Antické cisterny bývali vyhlbené v skale alebo starostlivo vymurované z veľkých vápencových blokov. My to máme jednoduchšie, stačí ľubovoľná hladká „jama“, ktorú vyložíme polyetylénovou fóliou. Tá pokiaľ na ňu nedopadá denné svetlo (a ultrafialové žiarenie) a pokiaľ k nej nemajú prístup myši, je prakticky večná. Môže ísť o vybetónovanú záchytku, o spodnú polovicu alebo dve tretiny pivničnej miestnosti s prehradenými dverami alebo niekde prehradenú dvoma troma trámami, o otvorený valec z plechu znitovaný na mieste a postavený na hladkú zem. Na trhu sú aj veľmi tuhé valcové plastové nádrže, ktoré sa zakopávajú do zeminy pri dome. Pre rodinný dom má zmysel už aj nádrž s objemom jeden kubický meter, rozumnejší objem predstavuje desať alebo pätnásť štvorcových metrov, ktorý zvládne prijať až štvrtinu ročného úhrnu zrážok dopadnutých na strechu.

Skúsenosti z antiky aj zo súčasnosti ukazujú, že dažďovú vodu možno do nádrže zviezť bez akejkoľvek filtrácie. Niektoré nečistoty odplávajú prepadom, iné sa uložia na dne a tam nevadia, len sa voda nesmie miešať. Kal zo dna nádrže možno v prípade potreby raz za desať či dvadsať rokov odčerpať. Odber čistej vody z nádrže sa najlepšie vykonáva hadicou z hĺbky jedného decimetra pod plavákom spočívajúcim na hladine. Mať ale na vstupe do nádrže nejaké sitko samozrejme nevadí, pokiaľ neodvádza mimo nádrž viac ako desatinu pritekajúcej vody – niektoré komerčne ponúkané systémy bohužiaľ vodou dosť plytvajú a nádrž zásobujú nedostatočne.

Voda z nádrže, v ktorej je voda v tme, je číra rovnako ako voda zo studne. Je celkom bez živín, takže sa v nej nemnožia žiadne organizmy. Nie je potrebné ju žiadnym spôsobom ďalej upravovať. Aby sa ale dodržali predpisy, tak pre účely ako je umývanie riadu či sprchovanie, je možné vodu z cisterny pred vstupom do potrubia sterilizovať v menšej nádržke UV žiarením, také zariadenia sa bežne predávajú. Je potrebné sa pri nich ale uistiť, že sa ultrafialová žiarovka vypína, pokiaľ voda nádržkou nepreteká.

Za dažďovú vodu sa neplatí vodné ani stočné, čo nie je nemorálne aj keď využívate verejnú kanalizáciu. Cisterna totiž zachytí vodu z prudkých zrážok, ktoré kanalizáciu preplňajú a krátkodobo zamedzia funkciu čistiarne. To je dôležitá služba, ktorú prevádzkovateľom kanalizácií na oplátku poskytujete. Okrem toho všeobecne platí, že nie je správne používať pitnú vodu na účely, kde to v takej kvalite nie je potrebné. A že na mnohých miestach býva o pitnú vodu v dobách sucha núdza – vaša cisterna tú núdzu zníži.

9.9 Záchody bez odpadov, „sivá“ voda

Takmer celú existenciu ľudstva sa všetko, čo ľudia zjedli a vypili, vracalo po priechode zažívacím traktom naspäť do pôdy. Rovnako, ako to bolo aj s domácimi zvieratami, ktoré chovali. Nebolo inej cesty, ako v pôde udržiavať fosfor, síru, draslík a tiež relatívny dostatok dusíka, ktorý do použiteľnej formy viaže symbionty na koreňoch rastlín alebo občas dážď z búrok.

Nie ináč tomu bolo aj v najväčšom svetovom veľkomeste Londýne. Ale s jeho rastom sedliaci nezvládali exkrementy hustej ľudskej populácie vyvážať a tie prenikali do vody v studniach, čo viedlo k strašným epidémiám. Alebo k páchnucej Temži. Preto tam vznikla prvá moderná kanalizačná sieť a rozšírili sa splachovacie záchody uzatvorené vodným sifónom, teda „water closed“. Iné rozumné riešenie vtedy neexistovalo.

Tá istá metóda sa postupne v Európe rozšírila aj na vidiek a dnes ju považujeme za symbol vymanenia sa zo života v špine a nedostatku – kde takúto infraštruktúru nemajú, musíme im pomôcť, aby ju tiež vybudovali.

Lenže je to cesta slepá. Odpadové vody „vyčistené“ o vzácny dusík a obsahujúce hojnosť fosforu katastrofálne znečisťujú vnútrozemské vody aj rozsiahle oblasti mora, zatiaľ čo dusík umelo viažeme z ovzdušia s využitím ohromného množstva fosílnych palív a fosfor drancujeme z tropických pôd a starších sedimentov, pričom do našich pôd prinášame jedovaté kadmium. Udržateľnou alternatívou tejto zhubnej praxe je živiny obsiahnuté v moči a fekáliách opätovne vracať na polia, ktoré nás živia. Podobne ako tomu bolo vždy, ale navyiac s využitím najlepších technológií, ktoré sa postupne vyvíjajú.

Klasické suché vidiecke záchody, spájajúce ľudské odpady s hnojom od hospodárskych zvierat, sú aj dnes použiteľnou technológiou. Ide v nich vlastne o kompostovanie. Ak sa má robiť správne, je len potrebné pridávať do nich materiály chudobné na dusík a bohaté na uhlík, t.j. napr. piliny, hobliny, nekvalitné žlté seno, slamu.

Dômyselnejší postup je oddeľovať moč od fekálií, to dokážu tzv. separačné záchody (a samozrejme aj pisoáre). Fekálie potom nie sú zamokrené, kompostujú sa rýchlo a nezapáchajú. V moči je nielen hojnosť dusíka, ale obsahuje aj fosfor a draslík, nahradí teda „NPK“ hnojivá. Možno ju do pôdy aplikovať aj čerstvú, počas suchého počasia sa ju pred aplikáciou odporúča až desaťnásobne zriediť a takouto hnojivovou vodou potom polievať – nariadená sa dá použiť aj „na list“. Moč jednej osoby pohnojí dostatočne aspoň tri áre pôdy. Ak je plocha záhrady na jedného obyvateľa domu menšia, mohlo by byť potrebné nájsť ďalšieho odberateľa.

Nové, predtým nepoužívané postupy zahŕňajú aj záchody „mierne splachovacie“, pod ktorými je reaktor produkujúci bioplyn (a vyhnutý kal ako hnojivo) alebo biouhoľ (hnojivo). S pripojením na elektrinu môže ísť o produkciu [vodíka a vyčistenej vody](#) a tiež o hnojivo.

Inštalovať pri regenerácii domu niektorú z takých technológií je rozumné. Aj keď príp. jeden starý záchod pripojený na kanalizáciu môže v doma ostať. Záchody nového typu vyžadujú len to, aby pod nimi bolo miesto na odchyt či reaktor. A spravidla aj na samostatnú nádobu zhromažďujúcu moč – tá môže byť od interiéru oddelená napr. sifónom uzatvoreným pomocou syntetického oleja namiesto vody, takže po použití nevyžaduje spláchnutie, podobne ako je to pri záchodoch „chemických“, dovážaných na stavby či festivaly.

Ak máte záhradu alebo je pri dome dostatočná plocha terénu, kde môže vsakovať voda neobsahujúca škodlivé látky alebo patogény, môžete sa zamyslieť nad tým, či by do nej nemohla byť vedená voda z ostatných odpadových potrubí, ako z drezu, vane, umývadiel. To sa označuje ako voda sivá. Jej vsakovanie do pôdy pri dome nemusí byť celoročné, opäť možno ponechať aj možnosť privádzať ju do kanalizácie. Užitočne takúto vodu využiť na vlastnom pozemku je lepšie, než ju poslať kanalizáciou do diaľky. Na stočnom síce neušetrite,

ale budete mať lepšie svedomie. Inštaláciu alternatívneho potrubia pre odpadovú sivú vodu možno pri regenerácii domu s dostatočne rozsiahlou vegetáciou okolo rozhodne odporučiť.

10 Proti poverám o domoch

(Upravené podľa predlohy „Opravnik obľíbených architektonických omylů“, http://astro.sci.muni.cz/pub/hollan/e_papers/stavby/koncepty/ooao.pdf z roku 2001.

O všeličom z nej sme sa už zmienili v predchádzajúcich kapitolách, ale opakovanie v týchto dôležitých prípadoch určite neškodí.)

O domoch panuje veľa povier, ktoré sú ako poverky a predsudky vôbec, často vážnou prekážkou pre rozumné rozhodovanie sa. Bohužiaľ, väčšinou prekážkou utajenou a pre iných netušenou. Jediná liečba je o poverách a predsudkoch hovoriť, aby sme si ich uvedomili a prestali nimi trpieť. Nie je žiadna hanba byť v ich zajatí. Nie je to väčšinou naša vlastná vina, jednoducho sme vyrástli v takom prostredí, kde sa poverám darí.

10.1 Steny *nemusia dýchať*

Dýchať musia všetky aerobné organizmy, aby mohli oxidovať cukry, živočíchy tiež tuky a bielkoviny. Naspäť vracajú oxidovaný uhlík a vodík (teda oxid uhličitý a vodu).

Keď sa nachádzajú napríklad ľudia v uzatvorenom priestore, koncentrácia oxidu uhličitého tam stúpa. Aby nestúpala príliš, musí byť miestnosť vetraná. Keď ide o stan, môže sa vetranie odohrávať aj cez jeho steny. Keď ale ide o pevné steny, potom je prienik plynov cez ne zanedbateľný. Vetranie zaisťujú len otvory v nich a mali by to byť len otvory zámerné, ovládateľné podľa potreby, nie rôzne neutesené škáry.

Keď je vonku teplo, na tej troške vodnej pary, ktorá sa do stien (a časom aj von) dostane, nezáleží. Keď je ale vonku mráz, tak áno. Vzduch vnútri má vtedy v sebe viac vody ako vzduch vonkajší a ako vodná para pomaly preniká stenou v jej chladnej tretine môže dokonca kondenzovať. Stena sa stáva mokrou, ľad tvoriaci sa v jej vonkajšej časti vedie k mrazovému zvetrávaniu.

Prienik vzduchu stenou je teda škodlivý. Škodám možno zabrániť dvoma spôsobmi. Hlavným spôsobom je, že zvonka je na stene hrubá tepelná izolácia, ktorá zaisťuje, že pevná stena je celá takmer rovnako teplá ako interiér a vlhkosť v nej nemôže kondenzovať. Druhý je ten, že vodnej pare postavíme do cesty bariéru, aby sa do chladných oblastí zvonka vôbec nedostala. Pokiaľ taká parozábrana nie je dokonalá a nejakú paru predsa len prepustí, musí potom táto para zvyškom steny prejsť už omnoho jednoduchšie. Tak možno docieľiť to, že na vonkajšej strane od bariéry je vlastne stále vonkajší vzduch. Pretože vonkajšia časť steny nie je ani počas leta oveľa chladnejšia ako vzduch vonku, vlhkosť v nej kondenzovať nemôže a ona zostáva suchá.

Variant bez poriadnej vonkajšej izolácie funguje nedokonale vo vonkajších kútoch. Tam môže byť vnútorný povrch steny už tak chladný, že para kondenzuje priamo na ňom. Pokiaľ je tvorený priamo parozábranou, škody nie sú veľké, stačí párkrát za zimu vznikajúcu pleseň otrieť. Podobne je utierateľná parozábrana jediným vhodným povrchom za nábytkom, ktorý je pri vonkajšej stene.

Alternatíva bez zvláštnej parozábrany funguje dokonale v prípade, že na masívnej súvislej stene je zvonka priedušná izolácia. Bez problémov môže fungovať aj keď je zvonku súvislá vrstva polystyrénovej izolácie, len takáto izolácia musí byť natoľko hrubá, že k eventuálnej kondenzácii pary dochádza až hlboko v nej, nie v pôvodnej stene. Vďaka veľkému difúznemu odporu polystyrénu je totiž množstvo pary, ktoré do nej prenikne zanedbateľne malé.

Inak je tomu so stenami v chladnej pivnici. Pokiaľ tadiaľto v lete prechádza prievan, môže vonkajší vlhký vzduch steny postupne zamokriť. Tie potom vyschnú až v zime, kedy sú naopak oveľa teplejšie ako vzduch vonku. Skondenzovaná vodná para býva hlavnou príčinou vlhkých stien. Ďalšou možnosťou je vlhkosť vzlínajúca z podlažia, tej zabráni len vode

nepriepustná vrstva. Niekedy ale môže aj para z letného teplého vzduchu viesť k zvlhnutiu chladnej časti steny tesne pri zemi, podobne ako pri stenách v pivnici. Opravovať vode nepriepustnú vrstvu pod stenou by nepomohlo. Pomohlo by len letné vyhrievanie základov steny, aby sa ich teplota dostala dostatočne vysoko nad rosný bod vlhkého letného vzduchu, vid' kapitola 8.3.2.

Je teda obľúbené tvrdenie o dýchaní stien úplný nezmysel? Predsa len nie je. Škodlivý nezmysel je požiadavka priedušnosti cez steny, využívaná niektorými odvetviami stavebného priemyslu za účelom máťúcej reklamy pre „difúzne otvorené konštrukcie“, toto otvorenie má zmysel len smerom von z konštrukcie a nie smerom dovnútra, a to navyše len v prípadoch, že je stena mokrá a je potrebné ju vysušiť. Bez významu nie je množstvo vodnej pary, ktorú môže vnútorná teplá časť steny vstrebať z vnútorného vzduchu a opäť doň vrátiť. Denné výkyvy pritom vyrovnáva vrstvička hrubá len pár centimetrov. Ako sme už uviedli, najlepšia je v tom nepálená hlina alebo ovčia vlna, ale aj iné omietky, ba poslúži tak aj prostý betón.

Len pri hrubých stenách z nepálenej hliny hrá úlohu aj sezónna klimatizácia. V lete steny vlhkosť vzduchu znižujú, v zime ju môžu vracat' naspäť. Keď takáto hlinená stena dostane zvonka hrubú izoláciu, vznikne budova s najpríjemnejším prostredím, ktoré možno dosiahnuť.

10.2 Je potrebné vymeniť za hodinu polovicu vzduchu?

V priestoroch, kde býva veľa ľudí alebo živočíchov, cítime pri príchode zvonka mierny zápach, niekedy aj nepríjemný, hlavne keď je silnejší. Niektorí hovoria o „ťažkom vzduchu“. Ideálom vetrania je, aby vzduch takým dojmom nepôsobil, aby sme rozdiel od vonkajšieho vzduchu nespozorovali.

To je ideál, ktorý v praxi býva veľmi zriedkavo splnený, pokiaľ nejde o interiér veľmi málo obývaný alebo dokorán otvorený. Niekedy ani ideálom nie je, to vtedy, keď je vonku poriadny mráz. V tom prípade všetci dávajú prednosť ťažko postrehnuteľnému zápachu, ktorý minútu po príchode prestanú vnímať, pred hojnosťou nepríjemného chladného a veľmi suchého vzduchu zvonka.

Prítok čistého vzduchu, ktorý je potrebný, aby sme pri príchode do interiéru nič nepríjemného necítili, je jednoducho úmerný zdrojom zápachu vnútri, obvykle teda počtu ľudí a prípadne aj ich aktivite. Pokiaľ sa potia v telocvični a potom v šatni, je na každého potrebných aj päťdesiat kubických metrov vzduchu za hodinu, aby sa zápach ako tak nariedil (aj tak ho bude cítiť), pokiaľ spia v chladnej miestnosti a nepotia sa, stačí aj desatina, t.j. päť kubických metrov na osobu za hodinu.

V skutočnosti takmer nikto nikdy skutočnú potrebu vetrania nezisťuje a tempo výmeny vzduchu neprispôsobuje potrebe. Príkladom toho sú semináre, kde sa hovorí o vetraní. Na nich býva výmena vzduchu aspoň päťkrát menšia ako sú limity, o ktorých účastníci s vážnou tvárou hovoria ako o úplnom minime.

Niekedy sa hovorí, že dostatočné vetranie je nutné z hygienických dôvodov. Áno, pokiaľ sa tým rozumie dosiahnutie prostredia, ktoré je nám príjemné. Nejde o to, že by sme ochoreli, ale zdravie je stav úplnej pohody. Avšak tam, kde snád' o ochorenie skutočne ide, tj. v plných čakárňach, je vetranie, keď je vonku pod 22 stupňov, úplne nedostatočné a býva tam neskutočný smrad.

Nikdy som sa nestretol s tým, že by to niekomu zodpovednému prekážalo. Experti sa venujú aseptickému vetraniu operačných sál, čakárne nikoho nezaujímajú. Bolo by určite zaujímavé sledovať zloženie vzduchu, či už ide o plyny ako aj o mikroorganizmy v takomto prostredí.

Z uvedeného myslím jasne vyplýva, že stanovovať vhodné tempo vetrania podľa objemu miestnosti je hlúposť. Aj pri miestnostiach, ktoré páchnu aj samy o sebe, nejde určite o objem, ale o povrch ich zapáchajúcich častí. Naprávať stav v smradľavých miestnostiach vetraním je

neobyčajne drahá (najmä v zime) hlúposť, je nutné odstrániť zdroj zápachu - typické drevotriekové vybavenie interiéru (pokiaľ páchnu aj steny samotné, pomôže dokonalá parozábrana na ich vnútornej strane).

Prázdny byt naozaj nie je nevyhnutné vetrať. Stačí ho vyvetrať prievanom pri príchode (to je úplne postačujúce aj pre odstránenie eventuálne nahromadeného radónu). Naopak, keď je v ňom veľa ľudí, tak je potrebné vetrať veľa, až to môže byť nemožné dosiahnuť. Bez dômyselnej techniky totiž vždy niekto proti vetraniu bude namietat'. Určite, ak bude vzduch vonku veľmi chladný. Mnohým prekáža, keď je vzduch zvonka ešte viac rozpálený, také vetranie je tiež ťažko prijateľné. Inokedy síce nik nenamietajú ani proti prievanu ani proti nevyhovujúcej teplote vzduchu, ale otvoreným oknom preniká hluk a tak nezostáva iné ako ho zatvoriť.

Komfortné vetranie, ktoré by ani v nevysokej miestnosti plnej ľudí nikomu nevadilo je možné doceliť, ale nie je to jednoduché. Okrem prípadu, že je horúco, sa vzduch musí pohybovať pomaly a nesmie byť nikde zreteľne chladnejší. Oknami sa to dosiahnuť nedá. Je to možné len protiprúdovým výmenníkom teplôt a dômyselným rozvádzaním vzduchu v interiéri. Niekedy pri budovách, kde sú ľudia rozmiestnení dosť poriadko môže stačiť aj privádzanie vzduchu len predhriateho (alebo v lete chladeného) v podzemí. Dokonalá je kombinácia oboch metód.

Niekedy môže byť maximálny komfort dosiahnutý vetraním veľmi výdatným (ale pozor, takým, aby ho nebolo počuť, inak sa komfort naopak ničí), inokedy je potreba o dosť skromnejšia. Kedy? Predsa počas mrazov. Aj keď je technicky možné čerstvý vzduch dostatočne ohriať, bude príliš suchý. Komfort docielime len vetraním nevelkým. Prehnané vetranie počas mrazov je príznačné pre všetky neutesnené a pritom mohutne vykurované budovy. Každý asi nakoniec uzná, že suchý vzduch, ktorý je jeho dôsledkom, komfortný veru nie je, ba dokonca vedie k ochoreniu. Aj keď niekto v zime dokonca otvorí okná dokorán, aby vnútri „nebolo tak sucho“. Vonkajší vzduch má predsa aj počas mrazov vlhkosť kľudne aj 80%. Áno, ale to len pokiaľ sa v interiéri neohreje. Potom je to už pod dvadsať percent. Vodnú paru, ktorú svojim pohybom a činnosťou v interiéri v zime vytvárame, je potrebné si šetriť.

Zmienili sme sa o tempe vetrania medzi piatimi a päťdesiatimi kubickými metrami na osobu a hodinu. Ten horný limit je pre telocvičňu, spodný môže stačiť pre spálne, v ktorých nie je teplo. Uvádza sa ale, že aj pre bežné sedavé zamestnanie je vhodným množstvom tridsať kubických metrov na osobu a hodinu. Prečo tak veľa?

Keď je vonku skoro rovnako teplo ako vnútri (a teda aj podobná vlhkosť), nič proti takému výdatnému vetraniu. To je situácia, keď nám môžu vyhovovať všetky okná dokorán, takže sa rozdiel medzi interiérom a exteriérom stiera. Ale čo inokedy, keď je vonku veľké teplo alebo naopak je tam mráz? Prečo by sme mali vetrať tak veľa, bude to viesť naozaj k príjemnému interiéru?

Pravdaže nie.

Tak kde sa také zvlášť odporúčanie vzalo? Je to záležitosť historická. Kedysi bývala v Spojených Štátoch dvojaká norma: pre budovy nefajčiarske a budovy, kde ľudia prípadne fajčili. Potom ale prevládol názor, že nefajčiarsky charakter stavby nemožno do budúcnosti zaručiť a že nezostáva iné, len počítať s tým, že to tak časom nemusí byť. A tak sa na nefajčiarsku alternatívu zabudlo.

Dnes sa v USA „v lepšej spoločnosti“ nefajčí, fajčenie je vylúčené asi vo všetkých verejných budovách, niekde aj na verejných priestranstvách. Štandard pre veľmi výdatné vetranie ale ostal, v mnohých prípadoch ako úplný anachronizmus.

U nás sa síce fajčí skoro všade a možno čím ďalej tým viac, ale úplne všade predsa len nie. Tam je vhodné vetrať nie podľa nevhodných noriem, ale s rozumom. A kde sa fajčí? Tam je

smrad vždy, jedine že by ste od fajčiarov boli smerom proti vetru. Kedy je taký zápach prijateľný, to je naozaj ťažké povedať. Pre mňa a mnoho iných ľudí nie je prijateľný nikdy.

A keď už sa niekde vetrá „vedecky“, mám taký návrh: čo tak vzduchu do cesty dať voľne otočnú vrtuľku s elektronickým ukazovateľom, ktorý udáva veľmi presne, koľko vzduchu tadiaľ preteká? Až potom by bolo možné vážne diskutovať o tom, ako veľmi vetráme. Inak je to len v rovine mudrovania nad nebezpečnosťou chrústov.

10.3 Existuje prirodzené vetranie?

Áno, pri altánku na veternej hore alebo v niektorých jaskyniach v dobe, keď je vonku horúco alebo naopak mráz. Podstatou domov je práve oddelenie sa od vonkajšieho prostredia. Prípadnými otvormi a netesnosťami sa ale nejaký vonkajší vzduch dostáva dovnútra a vnútorný zase von. Koľko vzduchu takto preteká, to závisí od vetra, od rozdielov teplôt vnútri a vonku (a na konfigurácii domu). Pokiaľ nefúka a teploty vnútri a vonku sú si veľmi podobné, potom netesnosti nevetrajú takmer vôbec. Ako tak pomôžu jedine okná otvorené dokorán, pri veľkých miestnostiach plných ľudí niekedy ani tie nie.

Pri otvorených oknách ale niektorým môže „prekážať“ prievan alebo hluk z ulice, a tak môže byť aj za najpriaznivejších okolností koniec vetraniu a vzduch sa dá čoskoro „krájať“.

Situácia, kedy škáry a otvory v dome vetrajú tým viac, čím je väčší mráz, rozhodne príjemná nie je, prirodzené by bolo vetrať veľa, keď je vonku príjemne teplo a nie keď je tam vzduch ľadový a suchý ako peň. Pre triedu plnú detí také vetranie aj tak v mraze nestačí. Pokiaľ niekto počas prestávok nevyvetrá, miestnosť začína postupne dopoludnia páchnuť a nepáchnuci vzduch tam snáď môže byť zas až ráno. Zato cez víkend alebo prázdniny vyschne zbytočne vetraná miestnosť až príliš.

Všade ale interiér suchý nebýva. V tých špárach, kadiaľ sa dostáva vzduch von, v zime kondenzuje vlhkosť. Tá postupne ničí rámy okien, môže tam rásť pleseň.

Označovať také zlé vetranie ako „prirodzené“ je krajne nevhodné. Je príznakom nedbalo realizovanej stavby, ktorá sa ním ničí. Prirodzené je dom dôkladne utesniť a vetrať len podľa potreby. V najjednoduchšom prípade oknami alebo uzatvárateľnými prívodmi a odt'ahmi (nie stálymi špárkami) fungujúcimi pri rozdielnych teplotách vonku aj vnútri. V lepšom prípade s využitím ventilátorov a vracania tepla z odpadového vzduchu späť do privádzaného.

Či a koľko vyvetrať nám prezradí čuch, keď prideme zvonku, napovie presný vlhkomer alebo poradí prípadný detektor plynov, ktorých je v čerstvom vzduchu len máličko. Pri vetraní kanálmi, v ktorých môžeme prietok vzduchu merať, sa možno orientovať jednoducho podľa počtu prítomných osôb, ale pretože ich málokedy niekto bude ochotný nastavovať ručne, opäť by malo nastúpiť čidlo organických látok. Pri stále sa rozrastajúcom množstve dômyselnejšej elektroniky okolo nás to nie je vôbec premrštená požiadavka, nemyslíte?

Namiesto „čidla zápachu“ sa bežnejšie používa čidlo oxidu uhličitého. Ak sú zdrojom zápachu len ľudia, potom býva zápach úmerný práve zvýšeniu koncentrácie CO₂, koeficient úmernosti ale môže byť dosť rôzny. Samotná koncentrácia CO₂ je pritom ľahostajná, ak nejde o hodnoty viac ako jedno percento, vydychovaný vzduch ju má totiž päť percent. Aj vo veľmi málo vetraných interiéroch sa podiel CO₂ pohybuje len na úrovni niekoľkých promile a v tých niekoľkých promile je potom aj menej kyslíku, stále ho ale zostáva celá pätina. Pokiaľ silné vetranie nespôsobuje tepelnú nepohodu alebo nezvyšuje potrebu kúrenia alebo chladenia, je vhodné koncentráciu tohto indikačného stopového plynu udržiavať radšej do jedného promile, to býva interiérový vzduch ešte bez postrehnuteľného zápachu. Vonkajšie koncentrácie oxidu uhličitého zatiaľ nie sú ani v mestách viac ako pol promile teda 500 ppm (parts per million, teda milióntiny, vzťahujúcej sa na počet molekúl), väčšinou sú bližšie k 0,4‰.

11 Odkazy

[Publikace k tématu Zateplování budov](#), vydané s podporou z Programu EFEKT – Štátneho programu na podporu úspor energie a využitie obnoviteľných zdrojov energie, uvedené na stránke MPO. Jenou z nich je aj:

„ARDP“: Jan Bárta, Juraj Hazucha: [Analýza rekonstrukce rodinných domů na pasivní standard](#). Centrum pasivního domu, Brno 2008, 66 s. Online na <http://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/publikace/21207>

Ešte novšia je dôkladná nemecká štúdia:

„APK“: Zeno Bastian, Wolfgang Feist aj.: [Altbaumodernisierung mit Passivhaus-Komponenten](#). Passivhaus Institut, Darmstadt 2009, 329 s. Online na <http://www.energieland.hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=17232> alebo http://www.passiv.de/de/05_service/03_fachliteratur/0305_alle.php.

Elektronická publikácia Nové štandardy pre staré domy je ale predovšetkým inovovanou a doplnenou slovenskou verziou hlavnej časti publikácie:

Edeltraud Haselsteiner, Katharina Guschlbauer-Hronek, Margarete Havel: [Neue Standards für alte Häuser](#). Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2004, 3. prepracované vydanie 2007, 175 s. Online na <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id2793>., publikácia 33/2007 v rámci projektu www.hausderzukunft.at. Tiež dostupná ako http://download.nachhaltigwirtschaften.at/hdz_pdf/sanierungsleitfaden.pdf.

Tá obsahuje aj podrobné popisy variantov regenerácie modelového rodinného domu, ktoré sú zaujímavé z hľadiska jeho používania, vzhľadom k dobe vytvorenia neašpirovali ale na dosiahnutie pasívneho štandardu ani čo najvyšších solárnych elektrických a tepelných ziskov. Pre konkrétne príklady regenerácií, z ktorých niektoré sa blížia nízko energetickej latke, vid' tiež záverečnou správou projektu:

Doris Hammermüller, Birdit Benesch, Michael Bockhorni: [Neue Standards für alte Häuser – konkret](#). Program Haus der Zukunft, impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften. Wien 2009, 82 s. Online na <http://www.hausderzukunft.at/publikationen/view.html/id721>.