

Rukoväť udržateľnej architektúry

Editori: Robert Špaček, Henrich Pifko
Slovenská komora architektov





Rukoväť udržateľnej architektúry

Julián Keppl, Lorant Krajcsovics, Ján Legény, Peter Lovich,
Peter Morgenstein, Alena Ohradzanská, Dušan Petráš, Henrich Pifko,
Branislav Puškár, Lukáš Šíp, Robert Špaček, Henrieta Tölgyessyová

Editori: Robert Špaček, Henrich Pifko

Ing. arch. Pavol Paňák
predseda pracovnej skupiny SKA
pre energeticky úspornú architektúru

Ak si slovo rukoväť, tak zvláštne v súvislosti s knihou, interpretujem ako návod, tak táto publikácia rukoväťou nie je. Návod je súborom presných pokynov k vykonaniu istého úkonu, spravidla bez potreby premýšľania. Ale premýšľanie je práve tým, k čomu táto publikácia pobáda. Návod nesmie obsahovať neistoty či nezodpovedané otázky – táto publikácia ich naznačuje tiež, pretože v tak zložitej téme jednoducho jestvujú. Komplexná téma spôsobu a teda kultúry prežívania v budúcnosti a úloha architekta v tomto nesmierne delikátnom procese prirodzene vylučuje suverénne jednoznačnosti. Istota je len jedna – bez zodpovedného a zmysluplného konania nás architektov v procese navrhovania, ale aj osvety k udržateľnej architektúre by sme neboli hodní svojho stavu. Sme touto témou dennodenne obklopení, prevažne komerčne motivovanými podnetmi presného dôvodu, a preto je cenná akákoľvek možnosť predstaviť práve preto túto tému v jej komplexnosti, závažnosti a bez postranných úmyslov...

Prof. Ing. arch. Zdeněk Zavřel
dekan Fakulty architektúry
ČVÚT v Prahe

Upřímně řečeno, domnívám se že pojem udržitelnosti se už každého současného architekta nějak citelně dotkl. Ať už to je v utužování energetických norem, požadavcích na ekologické rozборы rozsáhlejších projektů anebo celé řadě opatření, která v posledních letech pronikají do stavebních standardů. Do našeho povědomí také pozvolna začíná pronikat myšlenka, že výchova architekta na konci minulého století zaměřená především na funkční a estetickou stránku stavby, byla velmi omezená a chyběl jí čtvrtý rozměr – rozměr času. Sám často přirovnávám stavební proces a zejména proces stavby města k zahradničení. Zasažením nové stavby do organismu živého města její osud teprve začíná, pak teprve přijde její rozkvět a doplnění životem jejího uživatele po dlouhou dobu a nakonec její rychlý zánik anebo naopak dlouhodobá existence. Začínáme si stále více uvědomovat prolínání kulturního a společenského rozměru stavby s jejím technickým návrhem a provedením. Všechny související vrstvy, z nichž mnohé již vůbec nejsou v rukou autora návrhu a často ani prvního uživatele...



Slovenská komora architektov



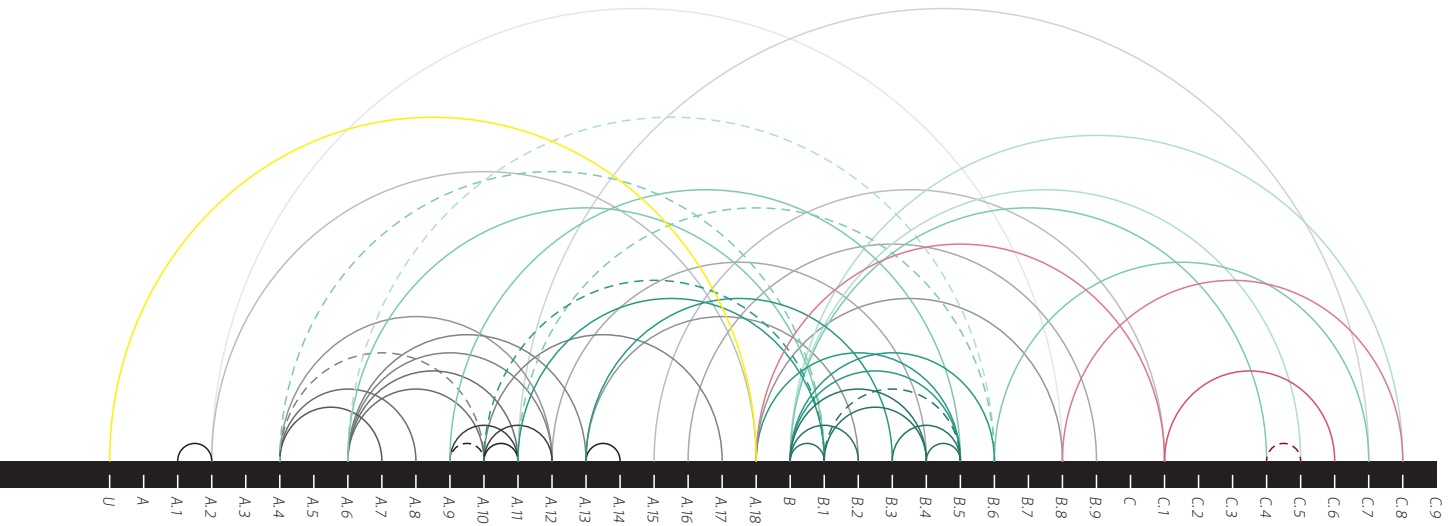
Vydavateľstvo tlačovín Slovenskej komory architektov
Štefan Moravčík, Selčianska 118, 976 11 Selce, archinfo@archinfo.sk, +421 905 525 595

Editori	: Robert Špaček, Henrich Pifko
Recenzenti	: Pavol Paňák, Zdeněk Zavřel
Úvodné slovo	: Juraj Šujan
Autori	: Julián Kepl, Lorant Krajcsovics, Ján Legény, Peter Lovich, Peter Morgenstein, Alena Ohradzanská, Dušan Petráš, Henrich Pifko, Branislav Puškár, Lukáš Šíp, Robert Špaček, Henrieta Tölgyessyová
Korektúry	: Marta Mlíchová
Grafický dizajn a layout	: Karol Trnovský
Rozsah publikácie	: 13 AH textu, 22 tabuliek, 155 obrázkov, 48 schém a 20 grafov
Tlač	: Koprint s.r.o., Banská Bystrica
Náklad	: Publikácia vychádza v náklade 2 500 ks. Je taktiež paralelne distribuovaná, ako metodický manuál Slovenskej komory architektov, všetkým autorizovaným architektom na Slovensku. Bude uverejnená aj v elektronickej forme na www.honorar.sk .

Publikácia bola spracovaná v kontexte riešenia projektu VEGA MŠ 1/0559/13
Architektúra a urbanizmus 2020 – smerovanie k takmer nulovému energetickému štandardu.
Publikácia je vydaná so súhlasom Slovenského ústavu technickej normalizácie, www.sutn.sk.

ISBN 978-80-971205-1-1





Obsah

Príhovor predsedu (JŠ)	7	
Udržateľnosť architektúry (RŠ)	8	
A	Pojmy, definície...	11
A.1	Udržateľnosť (LŠ)	14
A.2	Udržateľná architektúra (LŠ)	18
A.3	Ekologická stopa, ekologický dlh (LŠ+RŠ)	22
A.4	Ekologická architektúra (LŠ)	24
A.5	Energetická efektívnosť budov (LK+HP)	32
A.6	Alternatívne zdroje energie (HP)	34
A.7	Environmentálne alternatívy - Low Tech (HP)	38
A.8	Technologické alternatívy - High Tech (HP)	40
A.9	Solárna energia (JK)	42
A.10	Priame (pasívne) solárne systémy (JK)	44
A.11	Nepriame (aktívne) solárne systémy (JK)	48
A.12	Nízkoenergetický dom (LK+HP)	52
A.13	Pasívny dom (LK+HP)	54
A.14	Aktívny dom (LK+HP)	56
A.15	Nulový, plusový, autonómny dom (LK)	58
A.16	Takmer nulový dom (LK+HP)	60
A.17	Inteligentná budova (BP)	64
A.18	Posúdenie životného cyklu budovy (HP)	68
B	Navrhovanie udržateľných budov	71
B.1	Ekologický algoritmus navrhovania (JK)	72
B.2	Kvalita vnútorného prostredia (DP)	80
B.3	Základné teplotné charakteristiky (LK)	84
B.4	Faktor tvaru (LK)	86
B.5	Konštrukčné požiadavky (HP)	88
B.6	Technologické systémy (HP)	98
B.7	Komplexná obnova stavebného fondu (DP)	106
B.8	Recyklácia (PL)	112
B.9	Energetická náročnosť budov a jej hodnotenie (DP)	116
C	Súčasná stratégia udržateľnosti	121
C.1	Stratégia Európa 2020 (JL+PM)	122
C.2	Energy Roadmap 2050 (JL+PM)	126
C.3	Charakteristika a posudzovanie „zelených“ budov (LK)	130
C.4	Objekt a kontext (HP)	136
C.5	Základné obrysy udržateľného mesta (HP)	138
C.6	Decentralizácia infraštruktúry (PM)	144
C.7	Integrované plánovanie/projektovanie (LK)	146
C.8	Udržateľnosť - technické a právne predpisy (AO)	148
C.9	Trvalá udržateľnosť stavieb v technických normách (HT)	152
Začiatok budúcnosti (RŠ)	157	
Použitá literatúra	159	
Autori	168	

Tieto odkazy upozorňujú na súvisiace kapitoly.

Autori sú pri jednotlivých kapitolách identifikovaní iniciálami.

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

Príhovor predsedu

Vážené kolegyně a kolegovia,

dostáva sa Vám do rúk Rukoväť udržateľnej architektúry, ktorou sa predstavenstvo Slovenskej komory architektov rozhodlo začať zaplňať biele miesta v našich vedomostiach o tomto podstatnom aspekte architektúry a našej práce. Núti nás k tomu nielen blížiaci sa horizont konca roku 2020, daný príslušnou európskou legislatívou (smernice Európskeho parlamentu a rady 2002/91/ES (EPBD I) a 2010/31/EU (EPBD II) o energetickej hospodárnosti budov) o. i. pre navrhovanie nových budov s takmer nulovou spotrebou energie, ale aj potreba starostlivosti o životné prostredie i širšie kultúrne povedomie.

Architektonická obec až na výnimky zatiaľ nemá komplexnú predstavu o problematike udržateľnej výstavby, jej časť sa dokonca domnieva, že ide o parciálny inžiniersky problém. Jednotlivé kapitoly rukoväte však naznačujú, že si vyžaduje multidisciplinárny prístup, ktorý nemožno zužovať len na technické a technologické aspekty, pričom, ako zdôrazňuje prof. Špaček vo svojom texte, architektúra nesmie rezignovať na estetiku ani v mene súčasného pojmu udržateľnosti. Napokon, nie nadarmo sme usporiadali náš nedávny seminár o energetickejšie úspornej architektúre práve pod názvom Medzi nevyhnutnosťou a trendom. Aj udržateľné budovy by sme mali vedieť navrhovať tak, aby spĺňali environmentálne požiadavky i architektonickú kvalitu zároveň.

Na trhu je dnes už množstvo učebníc, príručiek i stavebnofyzikálnych a technických manuálov na projektové aspekty navrhovania udržateľných budov. Tieto sa nepokúšame suplovať. Naša rukoväť sa sústreďuje skôr na všeobecnejšie aspekty problematiky, ponúka úvodný prehľad o navrhovaní udržateľných budov, jeho zmysluplných zásadách a stratégiách, pričom sa usiluje aj o usporiadanie príslušných pojmov a definícií. Vzhľadom na jej prierezový charakter sme o zostavenie autorského kolektívu rukoväte požiadali prof. Ing. arch. Roberta Špačka, CSc., architekta, vedca a pedagóga Fakulty architektúry STU v Bratislave, ktorý sa problematike dlhodobo venuje zo spomínaných multidisciplinárnych hľadísk.

Záverom ďakujem autorskému kolektívu za jeho prístup a erudovanosť, s akými sa zhostili tejto dôležitej témy. Prajem čitateľom rukoväte, aby v nej našli prvotnú informáciu, impulz do ďalšieho poznávania problematiky a inšpiráciu pre vlastnú architektonickú prax.

Ing. arch. Juraj Šujan
predseda Slovenskej komory architektov





Udržateľnosť architektúry

Udržateľnosť je imanentnou vlastnosťou architektúry, historicky sa len mení zmysel pojmu. Vitruviovská triáda bola knihou *A Green Vitruvius* (ACE, 1999) obohatená o pojem „restitutitas“, tento je však obsiahnutý už v pôvodných firmitas, utilitas, venustas. Udržateľnosť nemôžeme stotožňovať len s energetickou efektívnosťou, architektúra môže prežiť len ako súčasť kultúry.

Architektúra nesmie rezignovať na estetiku ani v mene súčasného pojmu udržateľnosti.

Udržateľná architektúra má fungovať na princípe win-win-win... všetci zúčastnení majú byť víťazi. Klient dostane vyššiu kvalitu, v konečnom dôsledku nižšie náklady (pri zohľadnení LCA), znížime zaťaženie prostredia, a architekt by mal mať pocit intenzívnejšieho uspokojenia z výsledku (viď Posúdenie životného cyklu budovy).

A.18

Pokiaľ hovoríme o konflikte medzi civilizáciou a kultúrou na jednej strane a prírodou na strane druhej, je v tomto konflikte ohrozenou stranou kultúra (Šmajš, 1995). Naš argumentačný priestor je reálne obmedzený na európsky priestor, globálny kontext môžeme len viac-menej trpne sledovať.

Prelomom v prvoplánovom ochranárskom prístupe bola filozofia *Faktor 4* (Weizsäcker, 1996), *Faktor 10* (Schmidt-Bleek, 2000), ako reakcia na kultúru *Medze rastu* (Meadows, 1972) zo začiatku 70. rokov. Zatiaľ čo medze rastu napomínali k uskrňovaniu, filozofia „faktoru x“ priniesla zásadne iný koncept: zachovajme, prípadne zvyšujme kvalitu života formou efektívnejšieho využívania zdrojov. Dnes sa piliere a hierarchia udržateľnosti v konečnom dôsledku premietajú do „zelenej“ certifikácie.

Nezriedka pri usilovnom smerovaní k udržateľnosti narazíme na problém, ktorý nevieme nazvať inak, ako... ekologický paradox. Nie vždy vieme zachrániť aj bobra, aj strom. Ďalšou témou je kultúrna udržateľnosť života... globalizácia versus regionalizmus. Kartágo, Speerovo spolkové kancelárstvo... boli neudržateľné z iných ako ekologických dôvodov, neuniesla ich vtedajšia ekológia ducha.

Na Slovensku pôsobí prílišná zotrvačnosť, investori až postupne zistia, že „céčkové“ a horšie budovy na trhu cenovo prepadnú. Okrem toho sa musí odbúrať možno istá nedôvera k sofistikovaným, často až krehkým technológiám. U nás technológia, ktorá si vyžaduje sústavnú údržbu a starostlivosť, budí nedôveru. Od klienta je možné dostať aj otázku, či v dobre zateplenom dome nebude v lete príliš teplo... o iných mýtoch nehovoriac. Pritom informačné toky sú otvorené. Účinné argumenty sa vyvinuli od ideálov cez peniaze, biznis po očakávanú nevyhnutnosť. Žiaľ, najradšej reagujeme až keď sme nútení. V Európe sú energeticky efektívne budovy trendovou architektúrou, architektúra pomaly získava novú identitu. Skúsenosti architektov, projektantov, výrobcov, dodávateľov a vedomie investorov sa prirodzene rodia postupne.

Okrem toho sa snažíme vnímať problematiku komplexnejšie, opustiť mierku jednotlivého objektu, navrhovať relevantné celky. Vyžaduje si to „pričné rezy“ v myslení. Problémom bývajú aj zbytočné nejasnosti v terminológii a neprímerané zovšeobecňovanie jednotlivých príkladov a skúseností. **Pasívny** dom môže **aktívne** využívať slnečnú energiu. Trochu zmätkov robí aj to,

že s úsporami energie dnes proklamatívne manévruje skoro každý a máme tu babylon jazykov.

To je dôvod, prečo ponúkame túto publikáciu spracovanú v prvej časti ako obsiahlejší výklad relevantných pojmov a následne predkladáme postup pri koncipovaní architektúry udržateľnej podľa súčasného stavu poznania. Mrzí nás mátež pojmov, aj odborníci majú problém používať rovnaké pojmoslovie, rovnaký jazyk. Tu možno očakávať istú mieru zjednotenia od zákonov, noriem a iných všeobecne záväzných predpisov, aj keď nie vždy docielime stav súladu medzi normatívnym pojmom a jeho odbornou logikou. Na európskej úrovni sme zaregistrovali iniciatívu Let's Speak Sustainable Construction – Multilingual Sustainable Construction Glossary (EESC, 2013).

V ľahko populárnom texte je možné nájsť aj kombináciu „pasívna a ekologická architektúra“, čo ako jazyková hra obstojí, ale významovo len rozširuje pole nejasností (Szalay, 2013). Očakávané zosúladenie medzi jazykovou formou pojmov a ich významom sa tiež celkom nenaplnilo.

Diverzifikácia pojmoslovia vedie k snahám o spresnenia formou výkladov a interpretácií mienkotvornými odborníkmi. Kus práce tu odviedol Eurostav, pri jednej z ankiet (ES 9/2011, s. 32...) sme sa k niektorým pojmom vyjadrili.

V prvom rade si musíme ujasniť, či ide o inštitucionálnu, alebo jazykovo a významovo logickú terminológiu. Pojmy sa niekedy fixujú politicky, populárne, ani vo všeobecne záväzných predpisoch nemôžeme vždy hľadať vyspelú jazykovú kultúru a logiku. Samotná jazykoveda vo voľnejšej forme prijíma do jazyka novotvary preberané z hovorovej reči. V odbornom jazyku, v odbornej komunikácii máme potom problém s pojmami, ktoré slovenský jazykový korpus nevelmi pripúšťa, alebo s tými, ktoré v ňom sú, ale ich odborný zmysel – význam je nejasný až sporný. Môžeme polemizovať, či máme k jazyku pristupovať ortodoxne „vedecky“, alebo voľne. Jazykový korpus sa neustále dopĺňa a podľa voľnej koncepcie majú jazykovedci len sledovať, čo sa v ňom deje. To, čo môže byť prínosom pre všeobecnú slovnú zásobu, vedie v odbornej terminológii často ku skresleniam.

Niektoré pojmy nadobudli v hovorenej reči prakticky len význam zvukov a v písanej forme iba význam grafického symbolu. Používame ich bez rozmyšľania o ich obsahu. Takto do jazyka inštitucionálnou cestou

penikla aj floskula „trvalo udržateľný rozvoj“, napriek tomu, že pojem je logicky nekonzistentný. Administratívna terminológia si žije vlastným životom.

- Prívlastok „zelený“ sa začal používať ako symbol pre všetko rešpektujúce prírodu, pôvodne ako silne menšinový motivačný protest voči technokraticky orientovanému establišmentu. V štádiu, keď je zelené myslenie všeobecne aj oficiálne etablované, je „trendy“, populáciou je prijaté ako mém, stráca prívlastok pôvodný zmysel. Je čas na upratovanie najmä odbornej terminológie. **Zelený** ako ekvivalent k **udržateľný** by sa mal dostávať do útlmu.
- Prívlastok ekologický-á-é bol často myslený ako hodnotovo kladný, pritom by mal byť hodnotovo neutrálny, označujúci vzťah k ekológii. Pojem ekologické stavby sa používa pre objekty prispievajúce k zlepšeniu kvality prostredia, ČOV, a pod. Túto súvislosť nepovažujeme za šťastnú.

Prakticky používame pojmy zelená – ekologická – udržateľná architektúra ako ekvivalenty pre architektúru priateľskú voči prostrediu. Energeticky efektívna architektúra či výstavba je tu prirodzene subsumovaná.

Zelená-ý-é by malo mať len význam symbolu, ekologické-á-ý význam vzťahu k prostrediu a udržateľnosť (sustainability, Nachhaltigkeit) by sa malo vzťahovať na všeobecnú kvalitu našich činností a ich výsledkov s cieľom neohrozovať alebo neobmedzovať budúcu kvalitu života.

„Konaj tak, ako by ľubovoľná osoba mohla chcieť, aby konali všetci.“ (Immanuel Kant: Mravný príkaz, mravný zákon, „kategorický imperatív“ – viď Remišová, 2008, s. 349).

Nechávame bokom otázku, čo všetko má v procese tvorby a projektovania robiť architekt sám. Najmä v oblasti energeticky efektívnej výstavby sa sčasti vžila predstava, či prax, že architekt sám robí teplotnivé a iné výpočty. Otvára sa tu otázka autorstva nie v zmysle zákona, ale ako hlboký vnútorný vzťah k dielu, ktorý si človek buduje najmä v počiatocnom štádiu tvorby. Môžeme odkázať napr. na knihu *Architecture and Authorship* (Anstey, 2007), pri takto chápanom autorstve je zaujímavý práve vstup do inžinierskej sféry, a nakoľko tento vstup uspokojuje hlboký osobný zážitok architektovho autorstva k dielu. Toto je zrejme nutné ponechať na individuálne rozhodnutie.

[Redacted text block 1]

[Redacted text block 2]

[Redacted text block 3]

[Redacted text block 4]

[Redacted text block 5]

[Redacted text block 6]

Pojmy, definície...

A

V začiatkoch trendu energetickej úspornosti sme registrovali skôr eufóriu z poznania technológií, tvorivé vklady ostávali osekané na minimum. Technológie a konštrukcie garantujúce energetickú úspornosť a efektívnosť boli tak povediac oblečené do nevyhnutnej dávky architektúry. V súčasnosti už tvoríme architektúru, ktorej (samozrejmom?) vlastnosťou je efektívnosť spotreby zdrojov, optimálne vnútorné prostredie a kontext s okolím. Cieľom je architektúra s vlastnosťami dlhodobu udržateľného stavu. Udržateľnosť ako dnes chápaná nadhodnota sa má dostať dovnútra pojmu architektúra.

Naša slovenská realita z nepochopiteľných dôvodov stále používa pojmy s dvojitým prívlastkom trvalo udržateľný-á-é. Už napríklad české prostredie je uvážlivejšie, obsiahle komplexné dielo Pavla Nováčka nesie názov *Udržiteľný rozvoj* (Nováček, 2011), prípadne sa používa prívlastok dlhodobý. Ambícia trvalosti je kreatorská a zároveň spasiteľská, ale najmä nezmyselná.

Energetická efektívnosť bola témou vždy, menila sa pozícia jej dôležitosti v kontexte výstavby a užívania budov. Keď bola etalónom 45 centimetrová obvodová stena z plných pálených tehál, boli energetické nároky prispôbené tomuto štandardu. Dnes sa nulovými domami blížime k nule a snívame o budovách s energetickými ziskami. Prototypy fungujú. Súčasný upgrade energetickej efektívnosti vytvára novú fyzickú, ale aj kultúrnu vrstvu na existujúcej architektúre, čo je často považované za málo udržateľné (viď neraz živelné zateplovanie budov).

Udržateľnosť je nosnou témou pre formovanie životného štýlu. Akokoľvek efektívny dom sa musí stať súčasťou spôsobu života, je vecou elementárnych prepočtov preukázať, že neehospodárne používanie automobilu, tvoj dvoch na rodinu, sa môže vyrovnáť energetickým nárokom samotného domu. Moderné nomádstvo s rôzne motivovanými cieľmi ani nespomínajú.

Pri globálnom pohľade máme samozrejme naporúdzi argument, že lesné požiare a sopečné erupcie produkujú obrovské nekalkulovateľné množstvá CO₂ a emitujú ich do atmosféry. S tým samozrejme nedokážeme nič urobiť, ale našu spotrebu dokážeme dnes ovplyvňovať celkom reálne. Materiály a technológie štandardne rozlišujeme na tie, ktoré viažu atmosferický CO₂ a také, ktoré ho produkujú.

Oplatí sa rozdeliť spotrebu ropy na výrobu tepelnej izolácie a potom menej ropnými produktami kúriť, alebo je lepšie zvyšovať tepelný odpor konštrukcií inými materiálmi? Pojmom „alternatívne“ sa vymedzujeme voči spotrebe fosílnych palív. Mimoarchitektonické energetické alternatívy dávajú architektovi viac tvorivej slobody.

Relevantná časť našej architektonickej scény sa dokáže bravúrne vyrovnáť s tvorbou a realizáciou energeticky efektívnych a v zmysle certifikačných systémov zelených, či udržateľných budov. Pri skúmaní problematiky prechádzame do väčších urbánnych mierok.

V krajinách s určitým náskokom v úrovni ekologického vedomia sa tento trend prejavil viacerými realizáciami. Udržateľnosť na úrovni objektu je zaradená do systému, prežitie je možné len na úrovni osídlenia. Zase vieme argumentovať slovenským, v lepšom prípade európskym priestorom. Na globálne súvislosti poukazuje napríklad knižka *Vývoj techniky v architektúre pre udržateľnú spoločnosť* (Bielek, 2012).

Úvaha, že Európa svojou uvážlivosťou uvoľňuje zdroje pre spotrebu inde vo svete, je pesimistická, ale neproduktívna. Architekt sa pohybuje v priestore... spokojnosť konkrétneho klienta <—> ekologický dlh Zeme.

Tu sa dostávame do oblasti etiky, ktorá sa zaoberá našim správaním, usmerňuje naše správanie v situáciách, keď máme možnosť voľby. Architekt je v tejto situácii takmer neustále. Máme k dispozícii etiku všeobecne, etiku zodpovednosti (Remišová, 2008), alebo užšie environmentálnu etiku. Intuitívne sa v tomto priestore pohybujeme nevyhnutne, vedome najmä v rozmere etického kódexu. Pokiaľ by sme si vystačili s individuálnou morálkou, nepotrebovali by sme predpisy, ale to je prirodzená ilúzia. CORRUPTISSIMA RE PUBLICA PLURIMAE LEGES – Najskazenejší štát má najviac zákonov (Tacitus, 1975), tento citát nepochybne platí, dôsledkom je, že sa musíme orientovať v celkom obsiahlej databáze...



Rada architektov Európy

(The Architects' Council of Europe – ACE) bola založená v talianskom Trevise v máji 1990. Jej základným cieľom je uznanie architektúry ako predmetu verejného záujmu. Sídlí v Bruseli a prostredníctvom členských národných organizácií reprezentuje záujmy približne 480 000 architektov. Slovensko je členom prostredníctvom SKA. V súčasnosti venuje ACE systematickú pozornosť udržateľnosti architektúry.

Priestor vymedzený pôsobnosťou ACE je aspoň proklamatívne (iste nielen) etickými súvislosťami udržateľnosti do značnej miery definovaný. Priamo iniciatívu spustila publikácia *Architecture and Sustainability: Declaration and Policy of the Architects' Council of Europe* (ACE, 2009). Materiál bol predstavený v Bruseli v septembri 2009. V budovaní tejto stratégie ACE dôsledne pokračuje.

Isteže sa nám nepodarí zbaviť prívlastky ekologický, environmentálny, udržateľný konjunkturálneho nánosu. Autori Faktoru 4, vtedy (kontra) revolučnej knihy a stratégie, sformulovali tézu, že ekologické zámery, prototypy sa majú, musia stať úspešné na trhu, má začať fungovať ekokapitalizmus. Ortodoxne ochránarske pozície stratili exkluzívne postavenie, ale veci sa reálne dali do pohybu.

Pokiaľ ide o využívanie solárnej energie, pracujeme s najstabilnejšou konštantou v histórii slnečnej sústavy. Zdanlivá dráha slnka po oblohe je nemenná a od počiatkov ľudskej pamäte známa. Na sledovanie úkazov spojených so slnkom len používame čoraz sofistikovanejšie metódy. Zatiaľ čo v minulosti sme sa sústreďovali viac na definovanie svetelnej pohody, postupne nám ide o využívanie energie. V tomto prípade ide o najviac architektonickú alternatívu, budovy samotné môžu byť solárne generátory.

Využívanie alternatívnych energetických zdrojov má viacero rovín. Prírodné zákony sú objektívne a nekompromisné, nemanipulatívne. Na druhej strane máme politické rozhodnutia, ktoré spúšťajú ich využívanie. Tam vzniká aj najviac skreslení, fotovoltaika získala pochybnú poveseť práve tu a dobré meno sa späť získava ťažko. Čistota fyzikálnej podstaty je jasná. Alternatívnosť vždy potrebuje motiváciu, či už subjektívne rozhodnutie spočívajúce v etike, ale aj napríklad materiálne výhody pre zúčastnených aktérov.

V konečnom dôsledku sa cyklus uzatvára, zaujíma nás architektúra. Najmä otázka, či vzniká nová tvorivá a estetická paradigma, alebo ostávajú v platnosti

existujúce tvorivé postupy a estetické hodnoty s novými vstupmi? Oba pohľady majú svojich zástancov aj pochybovačov, určite oprávnené. Udržateľnosť ako spôsob života spočíva v prvom rade v kladení otázok a v hľadaní odpovedí, v ojedinelých prípadoch ich aj nájdeme.

Do kontextu udržateľnej architektúry viac menej priamo patrí aj GPP – Green Public Procurement, zelené verejné obstarávanie (EC, 2008). Väčšinu objemu tvorí obstarávanie materiálu a technológií, ale v krajinách, kde je tento prístup rozšírený, spadá sem aj obstarávanie architektonických služieb. Postup je dobrovoľný, najviac využívaný v krajinách s vysokou podnikateľskou etikou a kultúrou. Podrobnú analýzu nájdeme v publikácii *Collection of statistical information on Green Public Procurement in the EU* (PwC, 2009).

Prívlastok zelený registrujeme aj v pojme Green Facility (Facilities) Management. V konečnom dôsledku, až „zelené“ spravovanie budovy garantuje jej udržateľnosť, akokoľvek kvalitnú budovu môže nesprávne využívanie, prevádzka degradovať. Tak ako je PRESNOŠŤ *conditio sine qua non* pri tvorbe a realizácii energeticky efektívnych, aj komplexne zelených budov, je dôslednosť podmienkou ich spravovania a prevádzky. Budova sa stáva strojom, teraz už plnom zmysle slova. Stroj ako synonymum odludštenia sa nám vrátil ako cesta k udržateľnosti. GPP a GFM tu mimo tejto zmienky nevenujeme explicitnú pozornosť, predsa len sú pre architektúru externalitami, aj keď dotvárajú jej kontext.

Low-tech ostane zrejme ako tvorivá metóda obmedzená na menej intenzívne bývanie a alternatívne objekty rôznych typologických druhov. V rozpätí medzi strojom a priamo v prírode vkorenenými materiálmi budeme tvoriť udržateľnú architektúru. Budeme – sčasti už sme – konfrontovaní so vzrušujúcimi kombináciami, nosné steny z nepálenej hliny, okná s trojitým zasklením, ocelový skelet, tepelná izolácia z lisovanej slamy. Názorové rozpätie charakterizujú aktuálne publikované texty konkrétne o kupole v Hrubom Šúre... M. Dulla píše: „Podobná je rozštiepenosť neformálnej alternatívnej ekologickej výstavby s jej šetriacimi princípmi na jednej strane a pohrdaním esteticko-výtvarnou rovinou, tak principiálne neoddeliteľnou od architektúry na strane druhej“ (Dulla, 2012). P. Szalay píše o tolkienovskej estetike (Szalay, 1993) a dielo bolo nominované na cenu Dušana Jurkoviča. Nakoniec diskusiu završuje Erich Mistrík v skvelom postmodernom texte (Sudor, 2013) kde aj pokleslému vkusu priznáva právo na život.

Málo zdôrazňujeme skutočnosť, že udržateľnosť nemôže byť stav, ktorý nastolíme raz s dlhodobou platnosťou, musí to byť proces udržiavaný v chode neustálou starostlivosťou.

V našej rukoväti neponúkame poznatky a údaje, ktoré by ste už niekde nečítali, snažili sme sa ich zostaviť do prehľadného systému, ktorý ponúka orientáciu v pojmoch a základných postupoch. Záujemca o podrobnejšie poznanie tu nájde odkazy na ďalšie prehľbujúce zdroje informácií.

Pojmy, ktoré popisujeme v časti A vznikali v polemickom prostredí vznikajúceho ekologického vedomia všeobecne a v architektúre konkrétne. Kolegovia vo výskume si často vymedzovali priestor konjunkturálne a nie inak to bolo v oblasti stavebnej výroby. Prezентujeme naše poznanie pojmoslovía v prostredí slovenského jazyka a tiež jeho transfer z nemeckého a anglofónneho prostredia. Viaceré z týchto pojmov majú a do budúcnosti si zachovávajú polemický charakter.

Pojmy sa tvoria, vyvíjajú a používajú medzi všeobecnou logikou a normotvorbou, normatívnosťou. Normotvorba sa už z vlastnej podstaty snaží vymedziť a definovať svoj predmet. Na druhej strane nemožno chcieť, aby sme prestali vnímať nenormatívny trojlitrový dom, pretože ten pojem je zrozumiteľný a pekný. Pri historicky fixovaných pojmoch sa snažíme uvádzať normatívne ekvivalenty.

Pribúdanie prívlastkov je v našom prípade problematické, pretože v konečnom dôsledku situáciu nezjednodušuje. Nakoniec by bolo vhodné prívlastky zrušiť a používať pre budovu číselnú charakteristiku. Z hľadiska reálneho, efektívneho fungovania budovy je podstatný jej fyzikálny potenciál bez ohľadu na „prívlastkovú“, často fiktívne vymedzenú hranicu.

Architektonickú tvorbu, vnímanie a interpretáciu sveta nebude nikdy možné spútať normatívnosťou. Normy nastúpia pri prieniku s prírodnými zákonmi a matematickým aparátom, ktorý ich popisuje. Tu vychádzame z aktuálneho stavu noriem, aj keď vo viacerých prípadoch je oprávnené očakávať ich vývoj. Samotná normatívnosť poskytuje záruky v rámci vstupných predpokladov, pri neočakávaných premisách prídu neočakávané následky. Ak napadne viac snehu, alebo bude neštaticky nízka teplota, systém sa bude správať nekalkulovateľne.

Udržateľnosť

LŠ

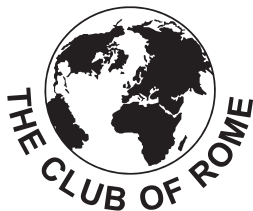
Pojem *udržateľnosť* pochádza z anglického *sustainability*. Podľa anglickej slovníkovej definície *sustainability* znamená *ability to be continued*, teda udržateľnosť je *vlastnosť* alebo *schopnosť pokračovať* (Procter, 1995, s. 1472). Všetko udržateľné si zachováva možnosť ďalšieho pokračovania, snád' aj rozvoja. V súvislosti s ekológiou je pojem interpretovaný ako spôsob využívania prírodných zdrojov, ktorý nespôsobuje environmentálne škody.

Udržateľnosť sa za posledných 30 rokov postupne stala najmä v euroamerických krajinách univerzálnym trendom. Postupne sa etablovala aj v rámci konzervatívnych politických programov. Prakticky všetky oblasti ľudskej činnosti postupne začali narábať z adjektívom udržateľné (-ý, -á): bývanie, ekonomika, politika, stavebníctvo či manažment. Jedným z dôsledkov je vysoký dopyt po ekologických, energeticky úsporných či vôbec udržateľných riešeniach problémov vo všetkých spoločenských sférach.

História pojmu

Udržateľnosť nie je vynálezom 20. storočia, pôsobila ako *modus operandi* ľudsky významných kultúr po celé tisícročia. Priemyselná revolúcia z konca 18. storočia a následný technologický rozvoj vniesli do vzájomného vzťahu medzi človekom a jeho prostredím systémovú nerovnováhu, s ktorou sa spoločnosť dodnes nevyrovnala. Udržateľnosť, aj keď len latentná či neuvedomelá, postupne začala v koncepcii našej činnosti absentovať. Precitnutie zo stavu letargie priniesli až prvé ekologické krízy.

Ekologické hnutia vznikali spontánne už v priebehu 60-tých rokov minulého storočia. Od začiatku 70-tých rokov sa postupne začal presadzovať koncept udržateľnosti. Dôležitým medzníkom bolo vydanie knihy *Medze rastu* (Meadows, 1972). Táto publikácia sa stala verejným prehlásením think-tanku zvaného *Rímsky klub*, ktoré vychádzalo z výsledkov rovnomenného výskumu.



Rímsky klub

je medzinárodná organizácia, ktorú založili Aurelio Peccei a Alexander King v roku 1968.

Organizácia združuje významných vedcov, spoločenských a iných činiteľov (advokátov, priemyselníkov, obchodníkov) a zaoberá sa vypracúvaním globálnych prognóz s cieľom pôsobiť na verejnú mienku a rozvíjať dialóg s politickými špičkami.

Základom tohto výskumu bolo vytvorenie počítačového modelu pre simuláciu vzťahu medzi exponenciálnym rastom populácie a ekonomiky na jednej strane a obmedzenými zásobami zdrojov na našej planéte na strane druhej. Výskum potvrdil, že rozvoj spoločnosti týmto tempom a smerom nemôže pokračovať do nekonečna. Toto prehlásenie viedlo v 70-tých rokoch k búrlivým diskusiám medzi zástancami ďalšieho rozvoja priemyslu a ekológmi, ktorí presadzovali radikálne zastavenie rozvoja v zmysle tohto prehlásenia. O rok neskôr nastalo arabské ropné embargo nazývané aj ropná kríza, ktoré do istej miery potvrdilo predpoklady Rímskeho klubu tým, že preukázalo vyčerpatelnosť fosílnych energetických zdrojov. Táto udalosť iniciovala vznik viacerých výskumov v oblasti obnoviteľných zdrojov energie.

Pojem udržateľnosť bol vo vzťahu k životnému prostrediu po prvý krát použitý v publikácii *World conservation strategy* (IUCN, 1980) vydanéj Medzinárodným zväzom ochrany prírody a prírodných zdrojov. Táto publikácia chcela rozptýliť polarizovanú diskusiu o zastavení či pokračovaní rozvoja zo 70-tých rokov tým, že udržateľnosť spojila s predstavou rozvoja. Na politiku vlád však nemala táto iniciatíva takmer žiadny vplyv. Diskusie ohľadom rozvoja zásadne ovplyvnili až tzv. *Brundtlandovej správa*, ktorú v roku 1987 vydala Svetová komisia životného prostredia a rozvoja, založená OSN. Dokument *Naša spoločná budúcnosť* (WCED, 1987, s. 27) sa sústredil prevažne na koncept udržateľnosti, ktorú definoval ako „rozvoj uspokojujúci dnešné potreby bez obmedzovania budúcich generácií“

A.1

v uspokojovaní ich vlastných potrieb“. Takto koncipovaná definícia udržateľnosti sa používa dodnes a v mierne upravených formuláciách je zakotvená v strategických dokumentoch a v legislatívach viacerých štátov sveta.

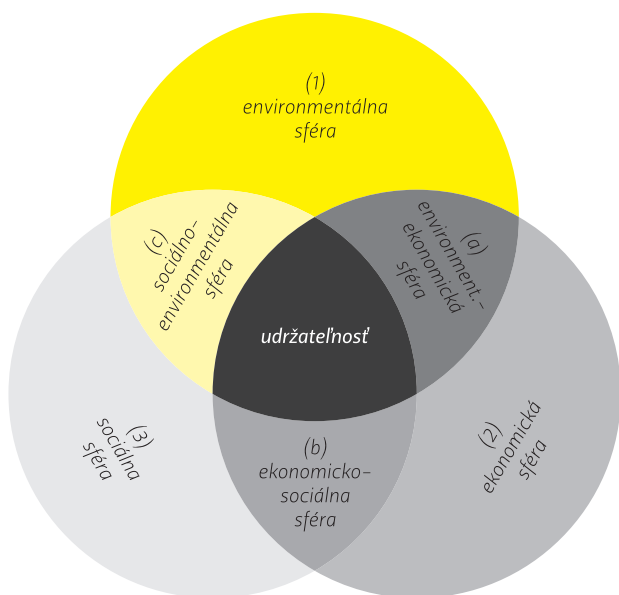
Po vydaní Brundtlandovej správy nasledoval svetový summit v Serrado Mar pri Rio de Janeiro v roku 1992, na ktorom sa zúčastnili predstavitelia z viac ako 100 krajín. Cieľom summitu bolo posunúť koncept udržateľnosti do ekonomickej a politickej roviny. Výsledný dokument *Agenda 21* sa detailne venuje udržateľnému rozvoju z rôznych hľadísk, napr. kvality života, využívania prírodných zdrojov, globálnych otázok, plánovania ľudských sídiel a podobne. Po svetovom summite v Riu nasledovalo množstvo konferencií venujúcich sa špecifickým oblastiam udržateľnosti. Pre stavebný sektor bol azda najdôležitejší kongres CIB (International Council of Building) v švédskom Gävle, na ktorom bol rozpracovaný koncept *udržateľnej výstavby* pre nastávajúce milénium. Okrem iného boli nastavené aj kritéria pre systémy hodnotenia udržateľných stavieb. Za zmienku stojí aj druhá konferencia OSN o ľudských sídlach Habitat-II, ktorá bola v Istanbule.

Postoje Rímskeho klubu sa vyvíjali až k správe nazvanej *Faktor štyri* (Weizsäcker, 1996), ktorá pôvodne vyšla v roku 1995. Táto správa sa z pôvodných apokalyptických pozícií dostala do polohy hľadania pozitívnych východísk. Jej filozofia spočíva v hľadaní možností štvornásobne efektívnejšieho

využívania zdrojov, pričom nie je nutné vzdávať sa civilizacyjnych vymožeností. Posolstvo faktoru štyri ohlasuje nový smer technického pokroku. Ide teda o nový optimizmus na rozdiel od eko-zatracovania techniky a technológií. Autori publikácie sú si vedomí, že smer pokroku nezmení kniha, ale ľudia. Ľudia svoje zvyky nezmenia, ak nemajú silnú motiváciu. Motivácia môže byť etická alebo hmotná, alebo obidvoje. V prípade tejto knihy je motivácia obojaká. Len niekoľko rokov po vydaní Faktoru štyri sa objavil ďalší výskum, ktorý dospel k záveru, že na dosiahnutie cieľa bude potrebné zvýšiť efektivitu využívania zdrojov o faktor 10 (Schmidt-Bleek, 2000). Na záver spomeňme *Kjótsky protokol* z roku 2005, ktorého úlohou bolo implementovať výsledky rokovaní o udržateľnosti do politiky jednotlivých krajín a tým zmierniť globálne otepľovanie.

Všetky tieto konferencie, publikácie, vyhlásenia a správy sa v zásade zhodujú v jednom: udržateľnosť či udržateľný rozvoj predstavuje komplexnú úlohu, ktorej plnenie zasiahne všetky oblasti života našej spoločnosti a tým aj každého z nás.

V architektúre sa diskusia o udržateľnosti často obmedzuje len na konštrukčné a technologické aspekty diela, ktoré sú ľahko kvantifikovateľné a kontrolovateľné. Zmena, ktorá má umožniť našej civilizácii prežiť, sa však nemôže odohrávať iba v kvantitatívnej rovine; je potrebná zmena kvalitatívna. Zmena v prístupe k životu a k hodnotám.



Filozofiu pojmu udržateľnosť graficky dokumentuje schéma troch sfér udržateľnosti

– životného prostredia, sociálnej a ekonomickej sféry a ich vzájomných prienikov. Udržateľnosť spočíva v spoločnom prieniku týchto sfér. (podľa *The Three Spheres...*, 2013)

- (1) environmentálna sféra: využívanie prírodných zdrojov, environmentálny manažment, ochrana pred znečistením (vzduch, voda, pôda, odpad)
- (2) ekonomická sféra: zisk, úspory nákladov, ekonomický rast, výskum a vývoj
- (3) sociálna sféra: kvalita života, vzdelávanie, komunita, rovnosť príležitostí
- (a) environmentálno-ekonomická sféra: energetická efektívnosť, dotácie/stimuly pre využívanie prírodných zdrojov
- (b) ekonomicko-sociálna sféra: obchodná etika, spravodlivý obchod, práva zamestnancov
- (c) sociálno-environmentálna sféra: environmentálna spravodlivosť, spravovanie prírodných zdrojov na lokálnej/globálnej úrovni

Medze udržateľnosti

Karel Honzík sa udržateľnosťou zaoberal už v 40-tych rokoch 20. storočia. Vo svojej knihe *Co je životní sloh* predstavuje životné spôsoby, ktoré považuje za spojivo medzi človekom a jeho životným prostredím (v zmysle akéhokoľvek prostredia, ktoré nás obklopuje). Definuje ich takto: „Je to souhrn pracovních a biologických vztahů mezi lidmi, všeho společenského jednání i vědomí lidí“. Životné spôsoby človeka teda súvisia s prostredím, v ktorom sa uskutočňujú. Vedomá kultivácia životných spôsobov a životného prostredia vedie k životnému slohu, ktorý predstavuje ich vyššiu formu organizácie. Ak budú životné spôsoby človeka vo vzťahu k životnému prostrediu jednotné, bude aj životný sloh našej spoločnosti jednotný. Karel Honzík nebol vo svojich úvahách ďaleko od možnosti vízie budúcnosti našej spoločnosti. Všetky globálne nástroje udržateľnosti by totiž mohli byť neúčinné, pokiaľ sa nepodarí vytvoriť udržateľnú spoločnosť či udržateľného človeka.

Idea udržateľnosti je ešte stále slubná, no treba ju zbaviť úzkeho ekologického rámca a začať ju vzťahovať najmä na človeka a jeho túžbu bývať (či prebývať – podľa M. Heideggera) na tomto svete ako ľudská bytosť. Našou prioritou by malo byť udržiavanie podmienok ľudskosti v rámci nášho životného prostredia. To je podstata skutočnej, pravdivej udržateľnosti. Takto udržateľnosť chápali vyspelé kultúry naprieč tisícročnou históriou. Pokiaľ nevytvoríme *udržateľného človeka*, všetky formy udržateľnosti zostávajú len náhradami, paliatívami a krátkodobými stratégiami, ktoré možno pôsobia ako záplata lokálneho symptómu, ale neliečia naše hlavné ochorenia.

Základom udržateľnej spoločnosti musí byť udržateľný človek, nie udržateľné technokratické riešenia. Iba človek, ktorý je schopný v sebe pestovať potrebu ľudskej udržateľnosti, dokáže v jej duchu udržiavať a kultivovať svoje životné prostredie. Udržateľnosť života má zmysel len vtedy, keď hovoríme o ľudskom živote. Udržať biologický život bez ľudskej účasti znamená život bez prítomnosti vedomia. Udržanie prírodných ekosystémov je samo o sebe zbytočné, ak človek nebude prítomný. Udržateľnosť sa naďalej, napriek svojej vnútornej opodstatnenosti, podriaďuje globálnej politike exploatacie; exploatačný globalizmus nie je udržateľný. Udržateľnosť a technokratický globalizmus sa vzájomne vylučujú.

Téma hodnôt udržateľnosti zvádza na jednej strane k planej moralizácii, na strane druhej k technokratickému zjednodušovaniu. V pojme sa stretávajú merateľné fyzikálne a ekonomické veličiny s nekvantifikovateľnou etikou. Udržateľnosť života je reflektovaná nielen vedou, ale aj umením, možno najintenzívnejšie literatúrou.

Literárnych fikcií, čo sa s nami stane, keď zle nastavíme hodnoty, o ktoré oprieme udržateľnosť života, je viacero. Od Čapkovej vojny s mlokmi, cez Vercoresove odprírodnené zvieratá, po Vonnegutove poviedky a romány, medzitým Bradburyho 451 stupňov Fahrenheita. Hyperbolicky fabulujúci Kurt Vonnegut vytvára obrazy a konštrukcie, ktoré „seriózna“ veda nemôže postaviť. Bude teda hodnotou rast populácie, nebodaj trvalo udržateľný, alebo kvalita života? Bude hodnotou vzdelanie, ktoré populáciu definuje kvalitatívne a prispieva aj ku kvantitatívnej stabilizácii? Bude hodnotou udržateľnosti života návrat k fundamentom alebo sústavné prehlbovanie toho, čo v našej civilizácii naštartovalo osvietenstvo?

Trvalo udržateľný rozvoj?

Pojem *trvalo udržateľný rozvoj* (TUR) je kapitola sama osebe. V slovenských podmienkach platí komplikovaná a ťažko uchopiteľná či pochopiteľná definíciu TUR v zmysle platnej legislatívy.

Výraz *trvalo udržateľný rozvoj* sa stal argumentačným nástrojom vysokých predstaviteľov priemyslu, energetiky či politiky. Pojem bol svojho času potrebný ako iniciačný, ale určite sa prežil. Skrýva v sebe dvojnásobné *contradictio in adjecto*! Slovenský synonymický slovník uvádza k pojmu *udržať*, teda skrátenej forme pojmu udržateľnosť, o. i. aj synonymum *pretrvať*. Z lingvistického hľadiska teda používame nezmysel: trvalo pretrvávajúci rozvoj.

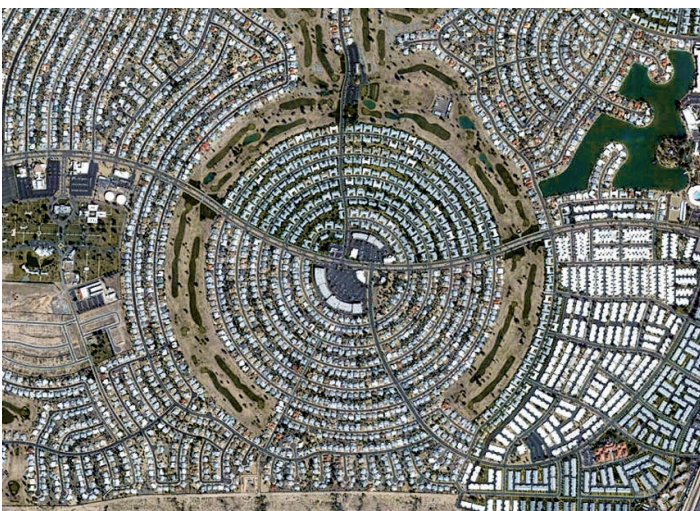
Trvalo udržateľným rozvojom sa rozumie cielený, dlhodobý (pribežný), komplexný a synergický proces, ovplyvňujúci podmienky a všetky aspekty života (kultúrne, sociálne, ekonomické, environmentálne a inštitucionálne), na všetkých úrovniach (lokálnej, regionálnej, globálnej) a smerujúci k takému funkčnému modelu určitého spoločenstva (miestnej a regionálnej komunity, krajiny, medzinárodného spoločenstva), ktorý kvalitne uspokojuje biologické, materiálne, duchovné a sociálne potreby a záujmy ľudí, pričom eliminuje alebo výrazne obmedzuje zásahy ohrozujúce, poškodzujúce alebo ničiace podmienky a formy života, nezaťažuje krajinu nad únosnú mieru, rozumne využíva jej zdroje a chráni kultúrne a prírodné dedičstvo (Národná stratégia..., 2001).

Trvalá udržateľnosť rozvoja je technokratická floskula Naisbittovského typu: spotrebúvajte bez váhania, nové zdroje určite nájdeme (Naisbitt, 1990). „Lidská túžba po trvalosti hraničí s neskromnosťou. A neskromnosť je v rozpore s možnosťou trvalosti“ (Melková, 2011, s. 35). Je naozaj oprávnené, aby sme od akejkoľvek ľudskej činnosti a jej výsledku očakávali trvalosť? Trvalosť z pohľadu pozemského času, vyjadrená vo vzťahu k dĺžke ľudského života, by znamenala nesmrteľnosť. „Keď by sme chceli byť puristi, muselo by nám byť jasné, že v horizonte dlhodobosti budeme všetci nepochybne mŕtvi, trvalé zrejme nebude nič. Ibaže by sme trvalosť relativizovali na dĺžku volebného obdobia“ (Špaček, 2011, s. 8). Trvalosť, obzvlášť vo vzťahu k udržateľnosti, pôsobí príliš ambiciózne a bude potrebné nahradiť ju skromnejším, reálnejším termínom; prípadne žiadnym. Samotná definícia *udržateľnosti ako schopnosti pokračovať* je v tomto kontexte dostatočná.

Pôvodca hypotézy (neskôr teórie) Gaia, James Lovelock, svoju poslednú knihu *Gaia vrací úder* (Lovelock, 2008) venuje otázkam spôsobu života. Veľké ideály, technológie, ilúzie, obchod či každodenný život nakoniec u Lovelocka vyúsťujú do predstavy *udržateľného ústupu*.

Pojem rozvoj je spojený s pribúdaním, rozrastaním, zväčšovaním, zrýchľovaním. Rozvoj je charakteristický pre ľudské spoločnosti, pretože človek potrebuje neustále posúvať hranice svojich intelektuálnych či materiálnych hraníc. Človek neustále mení svoje okolie, svoje životné prostredie. Pojem rozvoj je ťažko kombinovateľný s trvalosťou. Trvalý kvantitatívny rozvoj v uzavretom ekosystéme (našej planéty) nie je možný. Extenzívny rozvoj systémov má hranice, intenzifikácia dovnútra sa tiež vyčerpá. Stratégiu faktoru štyri, prípadne desať, nebude možné reálne zvyšovať. Pavla Melková vidí súvislosť aj s náboženskými tradíciami: „V kresťanskej civilizácii je vývoj sveta vnímaný ako lineárny, má definovaný počiatok, ktorým je vznik a tušený, menej definovaný koniec. V náboženstvách východných civilizácií je vývoj cyklický, pohybujúci sa v kruhu či špirále, obsahujúci návrat a opakovanie“ (Melková, 2011, s. 35). Rozvoj iniciuje zmenu, pohyb, vznik nového; ako multiplikačný proces je spravidla neudržateľný. Udržať rozvoj? Udržívanie je spojené s konzerváciou stavu, pasivitou, nečinnosťou a vyjadruje opak rozvoja. Udržateľný rozvoj dáva zmysel iba ak hovoríme o udržaní (zachovaní) možnosti ďalšieho rozvoja.

- **SunCity. Arizona, USA**
Rozvoj ako kvantitatívny multiplikátor neobstoí. (foto ©2013 TerraMetrics, údaje máp ©2013 Google)
- **SolarCity Linz-Pichling, Rakúsko**
Rozvoj ako pribúdanie kvality v zmysle faktora x je možný. (foto ©2013 TerraMetrics, údaje máp ©2013 Google)



Udržateľná architektúra

LŠ

A.1

Z definície udržateľnosti, ktorú sme bližšie rozoberali v kapitole Udržateľnosť, vyplýva, že udržateľná architektúra je taká, ktorá nespôsobuje environmentálne škody. Je to architektúra, ktorá neškodí prostrediu životnému, sociálnemu, ekonomickému ani kultúrnemu. Udržateľná architektúra sa často zamieňa za ekologickú architektúru a naopak. Množiny ekologickej a udržateľnej architektúry sa z väčšej časti prekrývajú, ekologická architektúra je jednou z možných odpovedí na otázky udržateľnosti. Avšak pojmy ako sociálna či kultúrna udržateľnosť nemusia byť nevyhnutne v koncepte ekologickej architektúry zahrnuté. Prvoplánová „ekologickosť“, alebo nízka energetická náročnosť, môžu byť pre udržateľnosť nedostatočné podobne ako efemérna ekonomická funkčnosť hypermarketov.

Súvislosti

Zo staronovej ideológie udržateľnosti sa aktuálne stáva nový svetonázor. Asociácií je mnoho, všetky však smerujú do istej miery k zjednodušovaniu významu tohto pojmu. Najčastejšie sa hovorí o energeticky efektívnej architektúre v podobe nízkoenergetických, pasívnych, nulových, či aktívnych budov. V tomto smere sa koncept udržateľnosti zjednodušuje na úsporu energie pomocou integrácie modernej technológie alebo využívaním obnoviteľných zdrojov energie. Architektúra založená na výpočtoch a meraniach energetickej efektívnosti odsúva diskusiu o nekvantifikovateľných, nemerateľných kvalitách prostredia bokom. Akokoľvek dobre navrhnutý a postavený pasívny dom nemusí byť automaticky zárukou kvalitného vnútorného prostredia, kvalitnej architektúry už vôbec nie. Dosiahnuť štandard pasívneho domu za každú cenu a v každej situácii môže pôsobiť v konečnom dôsledku kontraproduktívne. Hlina a slama ako hlavné stavebné materiály ekologickej architektúry zasa budú pre mnohých krokom späť. Nie všetky formy ekologickej architektúry sú udržateľné.

Centrum ekologickej výchovy Veronica
Georg C. Reinberg – Ateliér Zlámal
a Stolek. Hostětín, ČR 2006.
Západná fasáda ubytovacieho traktu
je tepelne zaizolovaná slamenými
balíkmi s hrúbkou 38 cm.
(foto H. Pířko)



A.2

Ešte vypuklejšie tento rozpor vnímame cez legislatívny diktát politiky energetickej efektívnosti, ktorá sa stala mierkou posudzovania všetkého. Nechceme znižovať jej primeraný význam, ale aj energetickú efektívnosť treba hodnotiť v súvislostiach. Naše sídla a krajinu mení invázia solárnych zariadení. Tieto zariadenia majú znižovať spotrebu neobnoviteľných surovín využívaním obnoviteľnej slnečnej energie. Fotovoltické panely na šikmých strechách rodinných domov sú z energetickeho hľadiska výhodné (najmä ak ich niekto finančne dotuje), ale pre obraz vidieka sú zničujúce. Solárne (aj veterné) elektrárne likvidujú prirodzený krajinný obraz. Strategickou výhodou slnečnej energie (oproti všetkým ostatným – aj obnoviteľným – zdrojom) je jej rovnomerná dostupnosť vo všetkých častiach krajiny, bez nutnosti budovania rozvodnej siete. Politika tento potenciál zahubila a urobila zo slnečného žiarenia (za ktoré by nemal platiť nikto) biznis.

Udržateľná architektúra nie je definovaná prostredníctvom svojho výrazu a formy ako napríklad moderná architektúra, ale prostredníctvom zmeny filozofickej, paradigmatickej, axiologickej či etickej roviny výstavby. Dopad týchto zmien na architektonický výraz nie je prvoradý; je však možné, že povedie k vzniku novej estetickej paradigmy v architektúre.

James Wines vo svojej knihe *Green architecture* píše o zlyhaní architektov pri „konvertovaní vznešených cieľov do ekvivalentného umeleckého výrazu a o tom, že... bez umenia celá idea udržateľnosti padá. Ľudia si nikdy nebudú chcieť udržať esteticky podradnú budovu vo svojom okolí, bez ohľadu na to či je vybavená kvalitným termálnym zasklením, fotovoltickými článkami a podlahovými krytinami bez emisií.“ (Wines, 2008, s. 8). Estetická hodnota stavby sa stáva podmienkou jej udržateľnosti. Architektúra získava „nárok“ na udržateľnosť krásou, a až potom kvantifikovateľnými parametrami. Z hľadiska vývoja spoločnosti je potrebné zaoberať sa aj nemerateľnými hodnotami udržateľnosti. Napriek tomu treba zdôrazniť, že vzťah k neobnoviteľným prírodným zdrojom a životnému prostrediu zostáva jednou z kľúčových úloh udržateľnosti. Keď budú prírodné zdroje vyčerpané, tak nebude možné udržať biologický život človeka a všetky ostatné hodnoty udržateľnosti stratia zmysel.

Architektúra získava nárok na udržateľnosť krásou!

- Nemecký pavilón v Barcelone, Ludwig Mies van der Rohe, 1929 (foto H. P. Schaefer, WMC, 2013)
- Sunlighthouse v Pressbaume (Rakúsko), Hein-Troy Architekten, 2010 (foto L. Krajcovic)



Aspekty udržateľnej architektúry

Adaptabilitou architektúry sa už dlhšie zaoberá architekt Dietmar Eberle. Cieľom jeho projektov je navrhnuť iba základnú štruktúru stavby, ktorá zabezpečí maximálnu flexibilitu. Funkciu stavby a jej vnútorné usporiadanie si volia klienti s tým, že tieto parametre sa dajú neskôr jednoducho zmeniť. Príkladom môže byť objekt s názvom Solids (2004 – 2011) v Amsterdame. Jedná sa o jeden mestský blok rozdelený do siedmich objektov so šírkou 20 metrov, každý so samostatným jadrom. Objekty je možné ďalej deliť na 1 – 5 jednotiek podľa požiadavky klienta. Vnútroň priestor je otvorený, bez stĺpov, aby zabezpečil maximálnu variabilitu. Klient si vyberie priestor, jeho plochu a funkciu... od bytu, cez kanceláriu až po materskú škôlku. V parteri objektu je vybavenosť. Projekt Solids je prvou stavbou v Európe, ktorá bola skolaudovaná ako budova s absolútne voľným využitím.

Architektúra je nástroj na modifikáciu nášho životného prostredia. Architektonické – umelé, vystavané prostredie je prostriedkom na aktívne či pasívne ovplyvňovanie globálneho životného prostredia. V prírode existujú samoregulačné mechanizmy, ktoré zabezpečia, aby prežili len tie najkvalitnejšie živočíšne druhy; nekvalitné časom vyhynú. Kvalita architektúry by mala byť podmienkou jej udržateľnosti, napriek absencii prísnych regulačných legislatívnych mechanizmov, podobných tým prírodným.

V súvislosti s udržateľným *rastom* musíme hovoriť o kvalite *nadčasovej*. Nadčasová architektúra si ctí hodnoty architektúry minulej – historickej a na tieto hodnoty dokáže nadviazať; zároveň ponecháva priestor pre budúce stavebné zámery. Navrhovať architektúru nadčasovú znamená vylúčiť krátkozrakosť aktuálnych stavebných zámerov a schopnosť sebakriticky tieto zámery posudzovať. Nadčasová architektúra je architektúra kontinuity; neprináša manifest, ale vytvára most medzi minulým a budúcim.

Paradoxne jedným z rozmerov udržateľnosti architektúry je aj jej (ne)trvalosť – dočasnosť. Pri návrhu architektúry berieme do úvahy jej predpokladaný vek, ktorý závisí od účelu a spoločenského významu stavby. Neopodstatnený nárok na trvalosť vedie k povyšovaniu a kontraproduktívnemu fixovaniu neudržateľnej architektúry, čím sa bráni možnosti lepšie zhodnotiť parcelu v budúcnosti. Udržateľnosť architektúry vedie cez nadčasovosť jej architektonickej kvality, nie umelo vytýčenej spoločenskej hodnoty.

Pasívny dom v Bessancourte

(Karawitz architecture) svojou formou imituje tradičný vidiecky dom v regióne Ile-de-France, fasáda z bambusu a aktívne solárne zariadenia na streche odkazujú na energetickú efektívnosť. Dom vo svojom výraze hľadá vzťah medzi energetickou a kultúrnou udržateľnosťou.
(archív L. Šípa)



Japonský architekt Toyo Ito spomína na dom, ktorý si spolu s manželkou postavil a ktorý dal po jej smrti zbúrať a na jeho mieste postaviť dom iný. Vo svojej pôvodnej podobe dom stratil svoj zmysel. Zbúranie nevyhovujúcej stavby a jej nahradenie novou, ktorá spĺňa aktuálne spoločenské aj individuálne požiadavky, je v Japonsku prirodzené.

Menej je viac. Moderna pretavila toto nadčasové heslo do novej architektonickej paradigmy. *Striedmosť*, umiernenosť však bola kánonom už v antickej dobe. V súčasnej hierarchii hodnôt napriek tomu dominuje kvantita nad kvalitou. Dobré je to, čo je veľké, rýchle, silné, drahé, náročné. V západnom človeku to posilňuje ilúziu slobody a nadradenosti nad prírodou. Tento prístup sa ukázal byť chybný, do istej miery aj amorálny. Nadmiera nepotrebného sa stáva hrozbou pre euroamerickú civilizáciu. Striedmosť prestáva byť módou, začína byť nevyhnutnosťou. Predpokladom návratu k striedmosti je schopnosť rozpoznať potrebné od zbytočného.

Mieru udržateľnosti architektúry možno sledovať aj cez rozsah jej adaptability. Adaptabilita vytvára priestor pre znižovanie investičných nákladov do budúcej prestavby či revitalizácie budovy. Dostávame sa k otázke Life-cycle-management alebo Life-cycle-costs. Viaceré významné stavby minulosti boli odsúdené na zánik po tom, ako prestali slúžiť svojmu účelu, pretože ich nebolo možné efektívne prispôbiť novým spoločenským požiadavkám.

A.18

B.8

Monofunkčné objekty veľkých rozmerov sú najviac problematické. Ak by veľké hangárové objekty nákupných centier na predmestiach prestali slúžiť svojmu účelu, bude prakticky nemožné ich jednoduchou transformáciou upraviť pre iný účel. Stanú sa neudržateľnými. Napriek tomu, že narábajú s flexibilitou obchodných jednotiek, zostávajú monofunkčné. Polyfunkčné objekty majú vyššiu mieru udržateľnosti, najmä ak v sebe kombinujú funkcie verejné - spoločenské a individuálne - súkromné. V opačnom prípade dochádza k zvyšovaniu tlaku na odstránenie budovy. Polyfunkčné mestské domy, ktoré poskytujú vybavenosť, služby a bývanie, preukázali vysokú mieru sociálnej udržateľnosti.

Univerzálnosť budovy, ktorej forma má trvalý ráz v protiklade s premenlivým vnútorným životom, sleduje jeden zo základných princípov udržateľnej architektúry. Dobrý dom je schopný absorbovať určitú mieru intervencie užívateľa v čase bez toho, aby bola narušená jeho architektonická podstata. Kvalita tejto architektonickej podstaty - najzákladnejšej substancie domu - je rozhodujúca bez ohľadu na aktuálne využitie stavby a dočasné intervencie jej užívateľov.

Udržateľnosť našich miest je do veľkej miery ovplyvnená aj kvalitou spoločnosti. Vzťah obyvateľov k svojmu mestu, k svojmu životnému prostrediu je často kľúčový; napriek tomu je často vina prisudzovaná architektom či urbanistom. Možnosti architektov sú v súčasnosti značne obmedzené, ich participácia na udržateľnosti celkovej je veľmi čiastková. Sociálna angažovanosť, sociálna kontrola, spoločenská zodpovednosť... nie sú populárne pojmy v spoločnosti, kde starostlivosť o prostredie končí na prahu vlastných dverí. Mobilita obyvateľov, ich sústavný presun medzi miestami pre zábavu, prácu, život tiež zhoršuje ich schopnosť sociálnej angažovanosti. Tu sa však dostávame mimo záber architektonickej tvorby.



Solárne systémy na strechách

dedinských stavieb zasahujú do tradičného obrazu vidieka. Príklad z Írska.
(foto Terence wiki, WMC, 2013)

Veterné elektrárne

dramaticky menia obraz prírodnej krajiny
(foto Leaflet, WMC, 2013)

Solárna elektráreň

s výkonom 19 MW v nemeckom Thüingene
(foto OhWeh, WMC, 2013)

Ekologická stopa, ekologický dlh



Ekologická stopa
vyjadruje mieru využívania biokapacity
našej planéty ľudskou činnosťou.
(podľa Berkleyside, 2013)

Ekologická stopa (Ecological Footprint) vyjadruje mieru využívania biokapacity našej planéty ľudskou činnosťou. Vyjadruje, aký veľký je zásah človeka do reprodukčnej hodnoty biokapacity Zeme. Vyčísľuje dopyt človeka po prírodných zdrojoch a posudzuje, do akej miery je planéta Zem schopná obnovovať svoje ekosystémy a prírodné zdroje. Ekologická stopa vyjadruje vzťah medzi množstvom človekom spotrebovaných prírodných zdrojov a množstvom odpadu z tejto činnosti, ktoré ešte dokáže naša planéta spätne absorbovať (recyklovať).

Napríklad predpokladaná kapacita planéty na absorbciu skleníkových plynov je približne 3 - 3,5 mld. ton emisií ročne (Lukášik, 2010). Podľa výpočtov ekologicky orientovaných ekonómov (Ewing, 2010) sa schopnosť základnej reprodukcie biokapacity planéty pohybuje približne na úrovni 2,1 globálneho hektára (gha) na 1 obyvateľa planéty. Táto plocha je potrebná na vypestovanie potravín pre 1 obyvateľa planéty a zároveň je schopná absorbovať jeho odpad. Súčasný priemer obyvateľov planéty už dosahuje potrebu na úrovni 2,7 gha na 1 obyvateľa. To znamená, že človek v súčasnosti produkuje ekologickú záťaž, ktorá prekračuje biokapacitu planéty (jej absorbnú schopnosť) o približne 30 %. Pokiaľ ľudstvo tento negatívny trend nezastaví, tak hrozí, že v roku 2030 budeme potrebovať na svoje ekonomické aktivity dve takéto planéty.

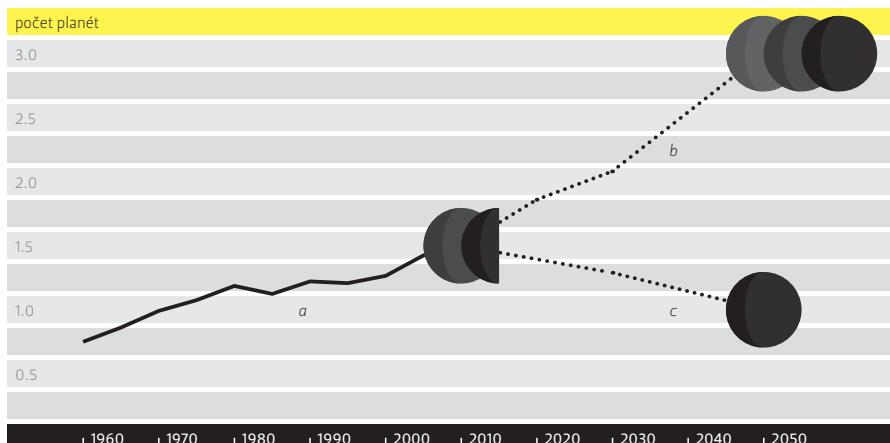
Nezisková organizácia *Global Footprint Network* uvádza, že ak by všetci ľudia na planéte žili takým životným štýlom ako priemerný Američan, potrebovali by sme už dnes biokapacitu 5 planét na udržanie ľudského spoločenstva.

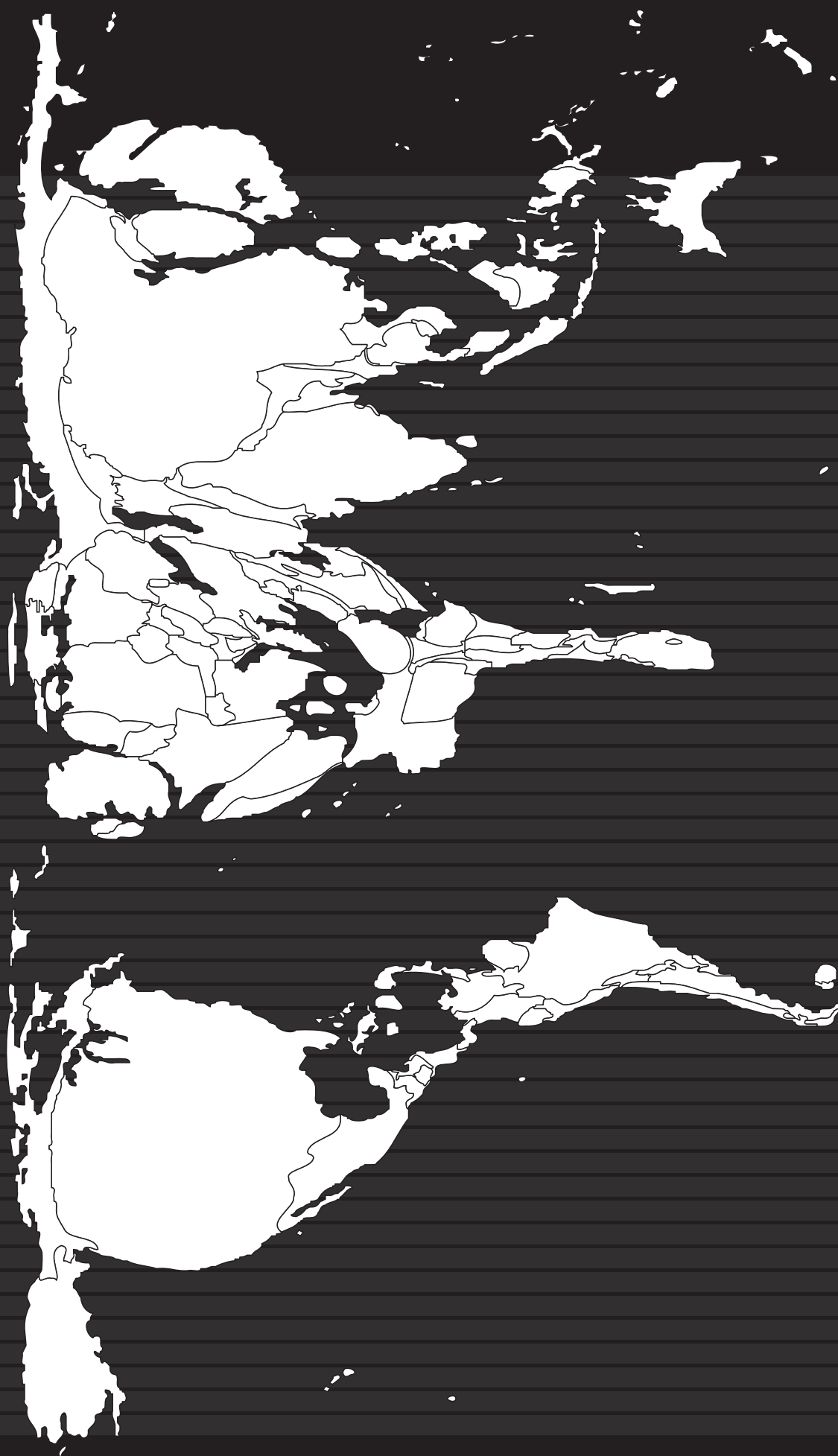
Nadprodukcia ekologickej záťaže prevyšujúca biokapacitu Zeme sa nazýva *ekologický dlh*. Výška ekologického dlhu (človeka voči planéte) je rozdiel medzi biokapacitou planéty a aktuálnou ekologickou stopou. Obe tieto veličiny pritom možno pomerne presne vypočítať. Slovenská republika prekračuje biokapacitu krajiny a vytvára ekologický dlh skoro 17 % (Lukášik, 2010).

Z tohto pohľadu možno definovať udržateľnú spoločnosť ako takú, ktorá nevytvára ekologický dlh voči biokapacite planéty Zem, ale naopak zachováva možnosť ekologickej rezervy. V stavebnom priemysle povedie cesta znižovania ekologického dlhu cez znižovanie energetickej náročnosti budov, využívanie obnoviteľných zdrojov, znižovanie emisií, používanie materiálov s nízkym MIPS (material input per unit of service) a iné opatrenia.

**Koľko planét ako je naša
Zem budeme potrebovať**
na kompenzáciu nášho
ekologického dlhu v budúcnosti?
(podľa GFO, 2013)

1960 - 2008 doterajšia ekologická stopa (a)
2008 - 2050 ako doteraz (mierny): scenár (b)
2008 - 2050 rýchly pokles záťaže: scenár (c)





Ekologická stopa krajín sveta
Deformácia veľkosti územia jednotlivých krajín podľa veľkosti ich ekologickej stopy.
(podľa SASI, 2013)



Ekologická architektúra

Pojem *ekológia* má viacero definícií. Tie jednoduchšie ju charakterizujú ako *náuku o štruktúre a fungovaní prírody* (Odum, 1977, s. 17); komplexnejšia a pre nás prijateľnejšia definícia označuje ekológiu za „*vedný odbor biológie, ktorý skúma vzťahy medzi organizmami a životným prostredím, a vzťahy medzi živými organizmami navzájom*“ (Šaling, 2005, s. 157).

Ak pripustíme, že architektonický priestor je ekosystémom človeka rovnako ako živá príroda, potom spojenie architektúry a ekológie dáva zmysel. Do definície ekológie môžeme dosadiť človeka za živý organizmus, architektúru za ekosystém (životné prostredie) a môžeme tvrdiť, že ekológia má právo či dokonca povinnosť ich vzájomný vzťah skúmať.

Architektonické prostredie sa stalo primárnym biotopom človeka, teda človek zažíva najmä architektonický priestor. Tento priestor predstavuje zložitý umelý ekosystém, rovnako sofistikovaný ako ekosystém prírodný. Každý zásah do okolitého prostredia možno chápať ako narušenie pôvodnej stability systému. Zachovávanie pôvodného stavu a pasivita sú pre človeka neprirodzené, pretože potrebuje svoje prostredie neustále meniť. Ekologická architektúra je umenie pretvárať naše životné prostredie bez toho, aby došlo k narušeniu jeho pôvodnej vnútornej rovnováhy. Iná definícia hovorí o architektúre priateľskej ku svojmu prostrediu.

Publikácia *Terminologický slovník ekológie a environmentalistiky* (Šteffek (ed.), 1993, s. 29) nás upozorňuje, že v publicistike sa pojem ekológia nesprávne zamieňa s termínom životné prostredie. Z dôvodu veľkej frekvencie pojmu aj v neprírodovednej odbornej a laickej verejnosti publikácia ďalej uvádza definíciu širšieho chápania ekológie ako náuky o prostredí (podmienkach) živých organizmov a človeka, o vzájomných vzťahoch všetkých podmienok prostredia a foriem života navzájom. Ak architektúra vo svojom koncepte reflektuje toto poznanie, tak je možné označiť ju adjektívom ekologická. Niektorí odborníci sa definícii samotného pojmu ekológia vyhýbajú a používajú len adjektívum ekologická napr. etika, katastrofa, kríza a podobne, pričom definujú tieto pojmy samostatne (Klinda, 2000, s. 33 - 34).

Pojem ekológia je odvodený od gréckeho slova *oikos*, ktoré znamená pôvodne dom, domácnosť alebo *obydlie*. Cieľom ekologickej architektúry je hľadanie optimálneho vzťahu medzi umelým (architektonickým) a prírodným (prirodzeným) prostredím či ekosystémom. Ekologická architektúra vychádza z konceptu udržateľnosti, resp. udržateľného rozvoja a je do veľkej miery otázkou etiky.

Charakteristika

Ekologická architektúra ako relevantný postoj k základným princípom architektonickej tvorby sa neustále formuje; podstata a výraz tohto fenoménu sa hľadajú celosvetovo. V začiatkoch bola vnímaná viac-menej ako ľavicový produkt: prírodné materiály, tradičné stavebné postupy, výrazová skromnosť... to všetko predstavovalo úplný opak vtedajšieho hlavného prúdu. Ekologická architektúra bola spájaná najmä s romantickými predstavami o návrate k životu v prírode a tento rozmer si zachováva dodnes ako minoritný.

Definícia ekologickej architektúry pôsobí z terminologického hľadiska exaktne. Široké spektrum rozmanitých architektonických konceptov realizovaných

diel, ktoré sa označujú ako ekologické, stavia podstatu tejto definície na tenký ľad. Termínom ekologická architektúra môžeme označiť jednoduchý príbytok pôvodných obyvateľov napr. subsaharskej Afriky rovnako dobre ako technologicky vyspelý, energeticky efektívny dom. Niektorí protagonisti tejto architektúry vidia dosiahnutie ekologického statusu vo formálnej imitácii prírodných tvarov a foriem, iný zasa v splnení stále prísnejších energetických štandardov.

Pre ekologickú architektúru je charakteristická výrazová a koncepcná subjektivita. S týmto pojmom sa asociuje viacero architektonických „žánrov“ alebo tendencií, ktoré siahajú od neo-vernakulárnej, cez solárnu až po organickú či bionickú architektúru. Zatiaľ čo kategórie ako nízkoenergetický či energeticky pasívny dom vieme zdefinovať „matematicky“ presne, ekologická alebo udržateľná architektúra zostáva „...všeobecnou kategóriou bez jedinej formálnej, priestorovej či teoretickej typológie. Môže zahŕňať široké spektrum koncepcných filozofií, od vedeckých, ktoré sa usilujú o sebestačnosť (architektúry) vďaka nulovým energetickým systémom, po poetické, ktoré sledujú vytvorenie zmysluplného priestorového kontextu pre zažívanie prírody.“ (Chan, 2007, s. 9). Všeobecne rozšírené definície pomenúvajú najmä poslanie ekologickej architektúry; o jej vzhľade, výraze a forme však nehovoria nič. Samotná architektonická interpretácia tohto fenoménu zostáva na architektovi, čo prestavuje problém i výzvu zároveň.

História

Ekologická architektúra je staronový fenomén. Po tom, čo sa udržateľnosť stala v západných krajinách univerzálnym trendom, sú „eko“ produkty jednými z najlepšie obchodovateľných komodít v rôznych odvetviach priemyslu. Hodnoty, ktoré súčasná ekologická architektúra predstavuje ako nové, však boli programovo alebo latentne prítomné v stavebných počinoch takmer všetkých civilizácií minulosti. Rešpekt k prírode, rešpekt k prírodnej podmienenosti ľudského života je prítomný v staviteľskej činnosti človeka od počiatkov našej civilizácie.

Obydlia pravekého človeka vytvorené z blata usušeného na slnku a iných autochtónnych materiálov sú ekologické, priateľské ku svojmu prostrediu. Jaskynné a podzemné obydlia využívajú v podstate všetko, čo príroda mohla poskytnúť. Tieto obydlia nepredstavujú environmentálnu záťaž pre svoje okolie, neovplyvňujú negatívne regionálnu ekológiu a nemajú vysokú spotrebu energie na vykurovanie alebo chladenie aj pri zachovaní komfortnej vnútornej klímy. Počiatky energeticky efektívnych architektonických konceptov nájdeme už v antickom Grécku v podobe konceptu Sokratovho domu (viď Nízko-energetický dom).

A.12

Tézy ekologickej architektúry sa objavujú aj v stavebných a teoretických prácach Albertiho, Palladia, Sullivana, ale tiež LeCorbusiera, Wrighta či Aalta. Palladio napríklad píše: „...bude-li třeba stavět na kopci, zvolí se pozemek, který je obrácen k mírné světové straně a který není ani neustále stíněn vyššími horami, ani pálením slunce do některé blízké skály necítí žár jakoby dvou sluncí, protože jak v prvním, tak v druhém případě bude velmi špatné tam bydlet.“ (Palladio, 1958, s. 133).



Kultúrne centrum Jean-Marie Tjibaou
Nouméa, Nová Kaledónia, 1992 – 98, Renzo Piano
(foto F. Schertzer, WMC, 2013)

Dom v prírode
Zaježová, 2007, Boris Hochel
(foto B. Hochel)



Príklad ľudovej architektúry na Slovensku
(foto L. Rosival, WMC, 2013)

Energia bola aj v minulosti latentným formotvorným činiteľom architektonického priestoru a ovplyvňovala tak architektonický výraz budov. „Dimenzie stavieb, ich charakter, ako aj prídavné technické zariadenia spôsobili, že budovy sa stávajú čoraz závislejšie od energie. ...Aj nový architektonický výraz objektov 20. storočia, charakterizovaný veľkými sklenenými plochami, úzko súvisí s energiou.“ (Špaček, 1986, s. 248).

Vysokú mieru prírodnej podmienenosti architektúry vykazuje aj ľudová architektúra. Zásady formované generačnými skúsenosťami, ktoré ľudoví stavitelia dodržiavali, sú dnes programovo prítomné v ekologickej architektúre. „Vývážený vzťah medzi architektúrou a krajinou spočíval v tradícii stavania a tiež v obmedzených ekonomických a technických možnostiach staviteľov. Aj možné nepriaznivé zásahy do ekosystému boli eliminované nízkou intenzitou zástavby.“ (Kratochvíl, 2008, s. 16).

Všetko, čo pojem ekologická architektúra v súčasnosti predstavuje, prežíva renesanciu v rámci globálnych tendencií udržateľného rozvoja, ku ktorej nás príroda v dôsledku ekologickej netolerantnej ľudskej činnosti prinútila.

Požiadavky

Požiadavky na ekologickú architektúru, alebo checklist eko-architektúry, ak chceme, uvádza takmer každá publikácia k tejto téme. Podľa knihy *The Green House* (Stang, 2005, s. 12) by zelená architektúra mala byť:

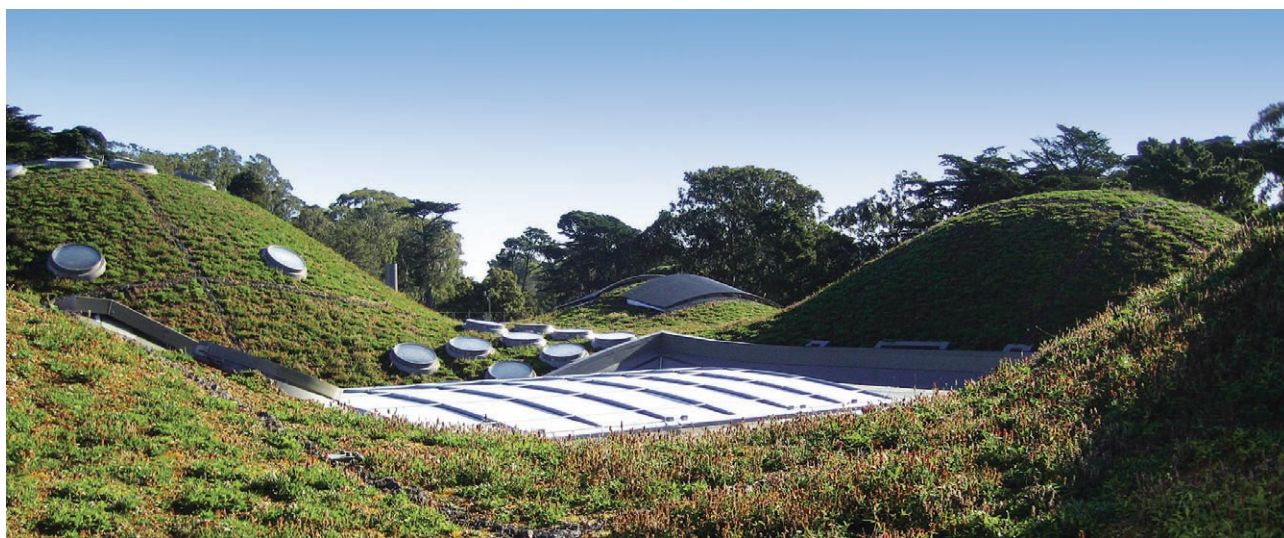
- Taká malá, ako je to len možné. Dom, ktorý využíva všetky známe udržateľné technológie, nebude k prírode taký ohľaduplný, ako prakticky každý dom o polovičnej veľkosti;
- Orientovaná tak, aby využívala výhody zimného slnka a letného tieňa a aby minimalizovala škody spôsobené zelení, zvieratám, pôde, atď., ktoré už v lokalite existujú;

- Situovaná v blízkosti zastávky MHD, pracoviska obyvateľov, školy a nákupného domu, tak blízko ako sa dá.

Tieto tri body považujú autori za najdôležitejšie. Všimnime si, že tieto požiadavky je možné splniť bez akéhokoľvek technologického vybavenia. To najdôležitejšie, čo by ekologická architektúra mala ponúkať, je možné dosiahnuť výhradne kvalitným architektonickým a urbanistickým konceptom. Prehľad ostatných bodov by zjednodušene vyzeral takto:

- Využitie recyklovaných materiálov alebo už existujúcich objektov
- Drevo vyťažené z udržateľných zdrojov
- Využitie materiálov s nízkou zabudovanou energiou
- Využitie prírodných materiálov, ktoré dokážu byť v prírode ľahko obnoviteľné
- Efektívny systém osvetlenia, ktorý minimalizuje spotrebu elektrickej energie
- Systém na zber a využitie dažďovej vody
- Stratégie zaručujúce, že dom bude mať dlhú životnosť, napríklad svojou komfortnosťou, architektonickou hodnotou, alebo adaptovateľnosťou na požiadavky budúcich užívateľov
- Recyklovateľnosť budov
- Energetická efektívnosť
- Pasívne a aktívne využívanie slnečného žiarenia (solárna orientácia)
- Minimalizácia chemických emisií
- Zabezpečenie kvalitného ovzdušia v interiéri
- Jednoduchá údržba a obsluha
- Ochrana prírodného prostredia

Tieto požiadavky už bez dodatočnej technológie splniť nevieme. Efektívny energetický koncept a výroba moderných materiálov (napríklad zasklenia) sú od technológie priamo závislé.



Ekologickú architektúru môžeme rôzne kategorizovať, prehľad rôznych prístupov k aplikácii ekologického konceptu vyzerá nasledovne:

Low-tech a high-tech prístup k ekologickej architektúre

Low-tech prístup je chápaný viac-menej ako romantický smer, v ktorom sú „...zahrnuté tendencie, ktoré sa odmietajú podriaďiť bežným architektonickým normám a hľadajú svoju inšpiráciu v oblastiach mimo architektúru, v prírode, v podobe človeka a podobne.“ (Čejka, 1991). Tieto stavby ponúkajú svoju predstavu o približovaní sa architektúry k prírode použitím alternatívnych stavebných materiálov, konštrukcií či foriem, ktoré hľadajú svoj obraz práve v prírode. Napriek niekoľkým výnimkám mnohé z týchto stavieb končia ako demonštratívne experimenty, ktoré posúvajú architektúru smerom k extrémnym, neudržateľným formám. **High-tech krídlo** vníma ekologickú architektúru ako technologicky vyspelý stavebný objekt, ktorý dokáže fungovať iba s minimálnymi (či žiadnymi) energetickými vstupmi. Takto postavená architektúra predstavuje obdobu LeCorbusierovho „stroja na bývanie“, ktorý je závislý od moderných materiálov a technológií. Vyspelé stavebné materiály majú vysoké MIPS, na ich výrobu a dopravu je potrebné veľké množstvo zabudovanej energie. Tu niekde sa high-tech architektúra dostáva do konfliktu s ekologickým konceptom (viď Environmentálne alternatívy - Low Tech; Technologické alternatívy - High Tech).

A.7

A.8

Architektúra inšpirovaná krajinou

Podstata spočíva v organickej fúzii architektúry a krajiny. Architektúra hľadá inšpiráciu v krajine, následne sa vhodnou formou pokúša splynúť s kontextom, pričom využíva existujúce prvky prírodného prostredia tak, aby pôsobili ako súčasť architektonického diela. Túto architektúru determinuje predovšetkým prírodný kontext, topografia a povrchové charakteristiky okolitého prostredia. Pre túto architektúru je charakteristické:

- forma imituje krajinu, zohľadňuje prírodné krajinné špecifiká a pôsobí ako pokračovanie krajinných útvarov
- architektonický koncept pracuje s existujúcimi prírodnými útvarmi
- architektúra kombinuje prírodnú a umelo vytvorenú zeleň (napr. zelené strechy)
- vizuálny zásah do obrazu krajiny je minimálny

Zachovanie, konzervácia miesta

Architektúra tohto typu dáva existenčnú prioritu prírodným útvarom. Tieto útvary sa tak stávajú determinantmi architektonickej formy. Architektúra sa hodnotným prírodným prvkom radšej komplikovane „vyhne“ a „obíde ich“, než by ich mala zlikvidovať. Pre túto architektúru je charakteristické:

- forma nemusí byť inšpirovaná prírodným kontextom, ale podmieňuje ju snaha o minimálny zásah do prírodných útvarov
- architektúra konzervuje prírodné útvary, napríklad stromy
- architektúra zanecháva na mieste minimálnu stopu, zaberá minimum pôdy

• Architektúra inšpirovaná krajinou

Akadémia Vied v Kalifornii, Renzo Piano
(foto Marlith, WMC, 2013)

Skratka MIPS znamená „Materialintensität pro Service“ (materiálový vstup na jednotku služby) a zaviedol ju Prof. Dr. Friedrich Schmidt-Bleek. Ide o sumu všetkých vstupov prírodných materiálov (Life-Cycle-Analysis) vrátane premiestnenia a použitia tých, ktoré slúžia na prípravu potrebnej energie.



Zachovanie, konzervácia miesta
dom okolo stromu, park Château de Langeais v údolí Loiry
(foto T. Pusch, WMC, 2013)

Organická architektúra Imre Makovcza
kostol v Paksi, Maďarsko
(foto K. Daniel, WMC, 2013)



Organická a bionická architektúra

Organická architektúra hľadá svoju inšpiráciu v živej a neživej prírode. Vychádza z japonského konceptu vyrastajúcej scenérie a tvorí tak kombináciu architektúry a záhradného priestoru, čím vytvára symbolické tableaux pre životné situácie. Tento smer má viacero inšpiračných zdrojov a v niektorých polohách sa prekrýva s konceptom landscape architecture. Pre túto architektúru sú charakteristické:

- organické a bionické formy
- imitácia prírodných štruktúr
- kombinácia architektúry a zelene; zeleň ako súčasť konceptu
- architektúra založená na koncepte Gaia;
- tvoriť architektúru znamená formovať prírodu

Architektúra kultúrneho kontextu

Architektúra tohto žánru reaguje hlavne na svoj kultúrny a historický kontext. Neraz ide o *vernakulárnu architektúru* či o architektúru imitujúcu pôvodné neslohové a neprofesionálne architektonické diela, spravidla *ľudovú architektúru*. Lokálne kultúrne špecifiká rozhodujú o celkovom výraze tejto architektúry a preto ju nemožno výrazovo pevne definovať. Stavba implementuje regionálne stavebné špecifiká. Pre túto architektúru je charakteristické:

- bioregionalizmus
- (neo) vernakulárny architektonický jazyk
- výrazové prostriedky ľudovej architektúry, rešpektovanie stavebných tradícií
- regionálna typológia
- využitie primárne miestnych stavebných materiálov a tradičných konštrukcií
- niekedy expresívny výraz a (alebo) forma
- romantizmus

Environmentálne rozhranie

Táto architektonická forma umožňuje maximálne využitie pasívnych energetických ziskov z prírody. Architektúra predstavuje akési rozhranie (*interface*) medzi prírodnými energetickými zdrojmi a ich spotrebiteľom v podobe obydľia. Forma sleduje prírodné energetické toky. Využíva energiu slnka, zeme, vetra či vody. Technologické vybavenie takéhoto objektu je druhoradé, niekedy zbytočné. Primárnym formotvorným činiteľom je energia prírody. Pre túto architektúru je charakteristické:

- koncept pasívneho využitia alternatívnych zdrojov energie
- bioklimatický koncept
- vegetačné povrchy
- presklené plochy domu sú podmienené solárnym konceptom
- prvky solárnej architektúry zásadne vstupujú do výrazu



Romantický prístup
„Waldspirale“ v Darmstadte, SRN,
Friedrich Hundertwasser
(foto H. Pířko)



Dom v Sv. Jure
Dominancia zasklenia „zimnej
záhrady“ v centre dispozície.
(autor, foto H. Pířko)

Architektúra formovaná „zelenou“ technológiou

Architektúra je koncipovaná na využívanie alternatívnych zdrojov energie prostredníctvom technologických inovácií. Tieto technológie ovplyvňujú aj architektonický výraz diela. Charakteristická je pre ňu kombinácia aktívnych (technologických) a pasívnych (architektonických) foriem využitia alternatívnych zdrojov energie. Aktívne prvky môžu byť na architektúre viditeľné. Pre túto architektúru je charakteristické:

- technológia na využitie alternatívnych zdrojov energie, ktorá je často viditeľná
- technológia formuje koncept
- charakterizuje ju skôr hi-tech výraz
- niekedy dochádza ku konfliktu medzi modernou technológiou a tradičnými fasádovými materiálmi

Priorita materiálového konceptu

Využitie alternatívnych, recyklovateľných, alebo už recyklovaných materiálov môže ovplyvniť architektonický koncept diela a jeho architektonický výraz. Pritom je dôležité, či ide o materiály tradičné (prírodné) alebo moderné (syntetické). Táto kategória ekologickej architektúry spravidla neexistuje osamote, ale býva súčasťou niektorého z ostatných uvedených ekologických konceptov. Konštrukčné riešenie objektu je obvykle podriadené primárnemu stavebnému materiálu. Pre túto architektúru je charakteristické:

- alternatívne materiály ovplyvňujú výraz architektúry
- alternatívne materiály ovplyvňujú konštrukčné riešenie
- možné delenie na low-tech a high-tech krídlo

Uvedené formy ekologickej architektúry a ich princípy je možné kombinovať. Pri analýze realizovanej ekologickej architektúry sa najčastejšie stretávame s kombináciou viacerých princípov na jednej stavbe. Uvedená kategorizácia delí ekologickú architektúru podľa primárneho konceptu, ktorým chce architektúra dosiahnuť svoj ekologický či udržateľný status.



Architektúra formovaná „zelenou“ technológiou

Lumen Building (arch. S. Behnisch) dominuje vstupným priestorom areálu wageningskej univerzity v Holandsku. (foto Vincent, WMC, 2013)



Priorita materiálového konceptu

Great (Bamboo) Wall, Beijing, Čína, 2006, Kengo Kuma Architects (foto WMC, 2013)

JK

Bioklimatický dom

Koncept bioklimatickej architektúry s väzbou na prírodu rozvinul Victor Olgay už v šesťdesiatych rokoch 20. storočia ako reakciu na vtedajší rozmáhajúci sa medzinárodný štýl ignorujúci miestne klimatické podmienky a zvyšujúce sa nároky budov na spotrebu energie (Olgay 1963).



Hlinený dom Adobe House

postavený ako experimentálny objekt vo výskumnom stredisku Sde Boker v Negevskej púšti, Izrael. Okrem toho, že dom je učebnicovým príkladom využitia solárnej energie pasívnym i aktívnym spôsobom, účinok prirodzeného vetrania znásobuje osvedčený prvok používaný v tradičnej perzskej architektúre – lapač vetra.
(foto J. Keppel)

Bioklimatický návrh zohľadňuje klimatické a miestne prírodné podmienky danej lokality, aby napomohli dosiahnuť optimálnu klimatickú pohodu vnútorných priestorov domu s minimálnymi nárokmi na spotrebu energie. Tento cieľ sa snaží dosiahnuť prostriedkami, ktoré má architekt k dispozícii, t. j. osadením objektu do prostredia, jeho orientáciou, hmotovým a priestorovým návrhom, konštrukčným a materiálovým riešením s vylúčením úplnej závislosti na mechanických systémoch a využitím energie z prostredia, hlavne solárnej energie na fungovanie domu. Dobrým príkladom je použitie prirodzeného vetrania alebo zmiešaného vetrania. Tento princíp bol využívaný v miestnej architektúre krajín s prímorským alebo suchým horúcim podnebím. Princípy bioklimatickej architektúry na prelome 80. a 90. rokov využívali najmä izraelskí architekti v návrhoch armádnych objektov, ktoré mali poskytovať komfortné prostredie pre vojakov, ale bez závislosti na technických zariadeniach vyžadujúcich dodávky energie.

Na začiatku prvej dekády 21. storočia došlo k renesancii tohto pojmu a začína sa objavovať paralelne s pojмами ako ekologická architektúra, udržateľná architektúra, zelené budovy. Používa sa najmä v Stredomori (Španielsko) a v Latinskej Amerike. Obsahovo ale neprináša podstatné zmeny oproti pôvodnému chápaniu bioklimatickej architektúry, ktorá je v súlade s prostredím, do ktorého je situovaná/osadená. Rozdiel je vo využívaní technických vymožeností. Zatiaľ čo bioklimatická architektúra 60. až 80. rokov doslovne „spolupracovala“ s prostredím, do ktorého bola osadená, väčšinou orientovaná na prirodzené vetranie s minimálnym využitím technických prostriedkov, bioklimatická architektúra 21. storočia si výrazne pomáha dômyselnými technickými a technologickými vymoženosťami. Prirodzené vetranie vystriedalo kontrolované vetranie, prípadne hybridná ventilácia, pasívne solárne systémy nahradilo masívne využívanie fotovoltaických článkov. Viac sa o metóde bioklimatického návrhu dozviete v kapitolách Priame (pasívne) solárne systémy a Ekologický algoritmus navrhovania.

A.10

B.1

LŠ

Výraz ekologickej architektúry

Akékoľvek adjektívum priradené k pojmu architektúra automaticky odkazuje na akýsi súbor vlastných vonkajších znakov, ktoré definujú jej architektonický výraz. Tieto znaky môžeme na architektúre pozorovať, architektúra je týmito znakmi charakterizovaná a prostredníctvom nich je identifikovateľná. Azda najlepším príkladom je súbor piatich znakov modernej architektúry, ktoré v roku 1927 vytýčil LeCorbusier. V tomto kontexte je zaujímavé, že niektoré z týchto bodov vychádzali z environmentálno - etických princípov (zeleň na streche, minimálny záber pôdy vďaka osadeniu na stĺpy). Rovnako historické slohy charakterizujeme prostredníctvom znakov čitateľných v architektonickom výraze a prostredníctvom nich identifikujeme autentickú gotickú, barokovú či inú stavbu.

„Hodnotenie architektúry podľa vonkajších znakov možno charakterizovať ako odpoveď na otázku „ako“, ktorá popisuje fenomén, ale nie ako odpoveď na otázku „prečo“, ktorá popisuje proces. A práve hľadanie odpovede na otázku „prečo“

môže viesť k objaveniu skutočnej podstaty ekologicky determinovanej architektúry. Pri definovaní takto ponímanej architektúry už asi nevystačíme len s určením typických vonkajších znakov a charakteristických črt, ktoré ju umožnia zaradiť do príslušného smeru, príslušnej škatuľky. Budeme asi nútení ísť hlbšie „pod povrch“ a hľadať súvislosti, ktoré sú očiam neviditeľné.“ (Špaček, 1993, s. 6)

Autentický architektonický výraz ekologickej architektúry doposiaľ programovo definovaný nebol. Neexistuje pevný aparát výrazových znakov, ktorými by bolo možné túto architektúru charakterizovať a tým ju odlíšiť od ostatných smerov. Osadením solárnych panelov na štandardný dom autenticky zelenú architektúru nevytvoríme; rovnako ako osadením spaľovacieho motora na kónsky povoz nevznikla autentická forma automobilu. Nájdenie autentického výrazu eko-architektúry by mohlo viesť k definovaniu novej estetickéj paradigmy v architektúre; etické princípy eko-architektúry by sa preklopili do formálnej estetiky. Je však možné, že autentická ekologická architektúra vôbec nevznikne, pretože jej podstata sa stane súčasťou architektonickej teórie a praxe všeobecne.

ArtScience Museum v Singapore

Príklad súčasnej bioklimatickej architektúry. Izraelský architekt Moshe Safdie (aj autor Habitatu v Montreale) navrhol budovu s dôrazom na efekty prirodzeného osvetlenia a na výtvarné, mikroklimatické i praktické využitie dažďovej vody. (foto W. Cho, WMC, 2013)

Je ekologická architektúra natoľko formálne vyvinutou kategóriou, že ju môžeme prehlásiť za autentickú?



Low-tech ekologická architektúra

- ale aj slamený dom v Zaježovej má na streche fotovoltaický panel. (foto M. Sládek)

(Takmer) nulový dom v Koberovech

s integrovanými solárnymi zariadeniami v strešnej rovine. (foto Atria)



Energetická efektívnosť budov



Nízkoenergetický dom pri Nitre
(arch. N. Wangen) je príkladom úspornej,
no zároveň aj efektnej architektúry.
(foto H. Pífkó)

Do výstavby a prevádzky budov investujeme v Európe viac než tretinu všetkej spotrebovanej energie. Podiel sektoru stavebníctva je obdobný aj pri negatívnych environmentálnych vplyvoch (klimatická zmena, znečistenie ovzdušia, oksýdovanie prostredia) a výrazný podiel má aj na čerpaní neobnoviteľných zdrojov či produkcii odpadov. Nárast cien energií nás núti hľadať efektívnejšie riešenia, popri tom by sme mali znižovať našu závislosť na dovoze energií z nestabilných regiónov. Zníženie spotreby energie je tiež podmienkou rozumného využívania obnoviteľných zdrojov energie z prostredia. Máme teda dosť dôvodov na to, aby sme navrhovali len energeticky efektívnu architektúru.

Efektívnosťou nazývame pomer úžitku (napríklad z prevádzky budovy) k vynaloženým nákladom (environmentálnym, finančným, energetickým,...). Čoraz viac hovoríme o energetickej hospodárnosti budov, ktorá sa dostala do našej legislatívy aj noriem ako vypočítané, alebo zmerané množstvo energie potrebnej na vykurovanie, chladenie, vetranie, prípravu teplej vody a osvetlenie budov.

Podstatnou otázkou efektívnosti je: Ako veľa potrebujem a kedy mám skutočne dosť? Je efektívne, ak bývajú dvaja ľudia v nízkoenergetickom dome s rozlohou vyše 200 m²? A ponúka sa ďalšia otázka: „Aký veľký dom skutočne potrebujem?“ Otázka efektívnosti je v prvom rade otázkou životného štýlu každého z nás.

Môžeme povedať, že hospodárnosť je podiel produkcie a nákladov, účelnosť je pomer uspokojenia potrieb a produkcie a efektívnosť je súčinom hospodárnosti a účelnosti. Pár matematických operácií nám z toho umožní odvodiť, že efektívnosť je priamo úmerná uspokojeniu potrieb a nepriamoúmerná vynaloženým nákladom. A z toho hľadiska môžeme povedať, že malý dom je efektívny dom. (Pífkó, 2008)

V posledných rokoch sa trendom stali hlavne nízkoenergetické domy, u ktorých sú približne polovičné náklady na vykurovanie oproti bežným budovám pri nevelkom zvýšení investícií. Medzičasom sa tieto domy stávajú štandardom (STN 730540-2:2012) a vyžaduje ich aj naša legislatíva vo forme energetických štítkov (zákon 300/2012 Z. z., vyhláška 364/2012 Z. z.).

Charakteristika energetických štandardov
(podľa STN 73 0540-2:2012, PHPP, 2012)

OPV - ohriata pitná voda *
TZB - technické zariadenia budovy **

Energetický štandard	Merná potreba tepla na vykurovanie (MPT)	Merná potreba primárnej energie (MPPE) - vykurovanie, OPV*, TZB** a osvetlenie
Bežná jestvujúca stavba	cca 100 - 200 kWh/(m ² a)	v priemere en. trieda C
Nízkoenergetický dom	50 - 100 kWh/(m ² a) (STN)	horná hranica en. triedy B
Ultranízkoenergetický dom	25 - 50 kWh/(m ² a) (STN)	horná hranica en. triedy A1
Budova s takmer nulovou spotrebou energie	12,5 - 25 kWh/(m ² a) (STN)	horná hranica en. triedy A0
Pasívny dom (podľa definície Passivhaus Institut Darmstadt, SRN)	≤ 15 kWh/(m ² a) podľa Passivhaus Projektierungs-Paket - bilančná plocha = úžitková plocha - inde je to btto podlažná plocha	≤ 40 kWh/(m ² a) (vykurovanie, OPV* a TZB**) ≤ 120 kWh/(m ² a) (dtto + osvetlenie + spotrebiče)
Nulový dom		
Plusový dom		

A.5

Komplexnejšie sa na problém efektívnosti zameriavajú pasívne domy. Tie popri desatinových nákladoch na vykurovanie oproti štandardnej výstavbe zabezpečujú aj vyššiu kvalitu vnútorného prostredia. Rovnomerne rozložené teploty vnútorných povrchov bez tepelných mostov a riadené vetranie bez prievanu a spádu studeného vzduchu sú základné charakteristiky tohto spôsobu výstavby. Environmentálne hľadisko je zohľadnené v požiadavke, aby efektívnosť vykurovania a prípravy ohriatej pitnej vody spolu so spotrebou domácich spotrebičov boli na podobnej kvalitatívnej úrovni ako tepelnoizolačná obálka domu. Je to dôležité najmä preto, že vykurovanie predstavuje pri pasívnych domoch len zhruba tretinu celkovej spotreby energie – v obytných budovách má väčší podiel ohrev vody, v administratívnych budovách prevládajú nároky elektrospotrebičov.

Zvyšovanie energetickej efektívnosti je dôležité z hľadiska udržateľnosti – „environmentálne“ náklady výroby energie sú nemalé bez ohľadu na jej zdroj a ich zníženie využívaním obnoviteľných zdrojov je limitované ich obmedzenou dostupnosťou. Aby bolo zmysluplné, treba najprv znížiť množstvo potrebnej energie. Najlacnejšia (aj z hľadiska vplyvov na životné prostredie a udržateľnosť) je tá energia, ktorú nemusíme vyrobiť.

Po znížení potreby energie v budove má zmysel pristúpiť k ďalšiemu kroku: získaniu potrebnej energie z obnoviteľných zdrojov priamo v budove, na nej alebo v jej tesnej blízkosti, najčastejšie fotovoltickými systémami (odborne povedané: začíname sa dostávať z bilančnej hranice budovy na úroveň spotreby primárnej energie pri zdroji).

Podľa množstva vyrobenej energie v porovnaní s celkovou spotrebou môžeme hovoriť o takmer nulových, nulových alebo plusových domoch. Dnes je ekonomická efektívnosť takýchto domov ešte otázná (ich rozvoj v Nemecku či Rakúsku bol podporený dotačným systémom), no s narastajúcim dopytom môžeme sledovať pokles investičnej náročnosti týchto veľmi úsporných riešení – postupne sa stávajú reálnou alternatívou bežných nízkoenergetických domov a požiadavky smernice 2010/31 EU sa už nezdarujú nesplniteľnými.

Doteraz sme hovorili o energetickej efektívnosti prevádzky budov. Z hľadiska udržateľnosti nás však zaujíma bilancia budovy počas celej doby jej životnosti, sledujeme aj celkovú „zabudovanú“ energiu a energiu spojenú s odstránením stavby a recykláciou. Už pri pasívnych domoch sú prevádzkové náklady počas celej doby ich životnosti tak nízke, že sú porovnateľné s energiou potrebnou na výrobu a dopravu stavebných materiálov, výstavbu samotnú a nakoniec na odstránenie stavby. Preto má čoraz väčší zmysel zamýšľať sa nad množstvom energie zabudovanej v stavebných konštrukciách. Tento pohľad tvorí súčasť koncepcie aktívnych domov a holistických certifikačných systémov.

Našou víziou je navrhovať budovy, ktoré by počas svojej životnosti nespotrebovali viac energie, než vyprodukujú – inšpiráciou nám môžu byť udržateľné prírodné ekosystémy. Nezabúdame pritom, že v prvom rade tvoríme priestor pre človeka a až potom dokonalý stroj na bývanie.

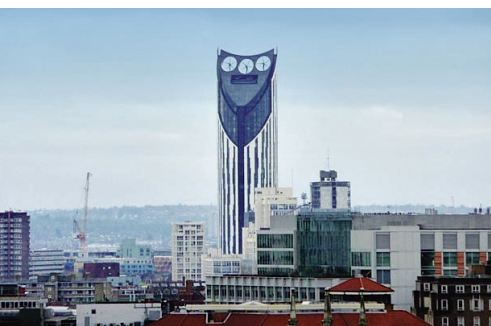
Obnoviteľné zdroje energie (OZE) – teplo (tepelné čerpadlo, slniečny kolektor, biomasa)	OZE blízko budovy (fotovoltika, energia vody či vetra, biomasa, bioplyn)	Kvalita vnútorného prostredia (kvalita vetrania, tepelná pohoda)
spravidla neefektívne	neefektívne	vetranie oknami, rôzne povrch. teploty
možné	spravidla neefektívne	–
možné	možné	riadené vetranie možné
nevyhnutné	nevyhnutné	riadené vetranie spravidla nutné
nevyhnutné na splnenie kritéria MPPE	možné	riadené vetranie s rekuperáciou. bez tepelných mostov, teplé povrchy, leto bez prehrievania.
OZE nevyhnutné, produkcia cca 100 % MPPE		
OZE nevyhnutné, produkcia nad 110 % MPPE		

Alternatívne zdroje energie

HP



Veľkú väčšinu energie potrebnej na prevádzku budov získavame dnes z neobnoviteľných zdrojov: spaľovaním fosílnych palív (s bojom o ich zdroje a s emisiami CO₂, SO_x, NO_x) či z rizikovej prevádzky jadrových elektrární. Ak chceme dosiahnuť udržateľné fungovanie našej civilizácie, musíme zvyšovať podiel využívania obnoviteľných zdrojov energie, ktoré nazývame aj alternatívnymi zdrojmi vzhľadom k cieľu nahradiť nimi „klasické“ získavanie energie (a tiež vzhľadom k ich doteraz malému podielu na našej energetike). Niektoré z týchto zdrojov sa stávajú súčasťou „veľkej“ energetiky (vodné, veterné, geotermálne a veľké solárne elektrárne, centrálné zdroje tepla či kogeneračné systémy so spaľovaním biomasy), iné môžeme využívať v bezprostrednej súvislosti s prevádzkou budov a niekedy aj s vplyvom na ich architektonické riešenie a estetický výraz.



V blízkej budúcnosti budeme smieť stavať len takmer nulové budovy využívajúce alternatívne zdroje energie priamo v nich, na nich, či v ich blízkosti. Popri pasívnom využívaní solárnej energie a vnútorných ziskov tepla v budovách pôjde v prvom rade asi o aktívne solárne systémy – či už o termické systémy na ohrev vody, alebo o fotovoltaické panely na výrobu elektriny. Získavanie energie z prostredia pomocou tepelných čerpadiel je vcelku bežné už dnes, na pokrytie potreby tepla (či chladu) je to dobrá voľba. Spaľovanie biomasy (drevo, štiepka, pelety, olej či lieh) je ďalšou možnosťou, ako získavať energiu z obnoviteľného zdroja. Integrácia tejto techniky s architektúrou je jednou z aktuálnych výziev, doteraz priniesla veľmi rôznorodé výsledky.



Energia zo Slnka

Zo Slnka v skutočnosti pochádza takmer všetka energia, ktorú využívame (výnimkou sú len geotermálne zdroje a jadrové elektrárne, ktorých palivo vyrobili staršie hviezdy). Biomasa vzniká fotosyntézou vďaka slnečnému svetlu, jej dlhodobým hromadením a premenou vznikli zásoby fosílnych palív. Motorom kolobehu vody či prúdenia vzduchu je tiež teplo Slnka a slnečnú energiu využívame v našich budovách na pasívny ohrev interiéru či v solárnych kolektoroch. Tu si všimneme práve posledne spomenuté „aktívne“ solárne systémy.

Veterná turbína pri Kapitole

– veľavravné gesto...

(foto Djembayz, WMC, 2013)

Integrácia veterných turbín

do londýnskej výškovej budovy.

(foto Christine Matthews, WMC, 2013)

Fotovoltaické kolektory

sú dostupné už aj ako jednoducho

montovateľne strešné fólie.

(foto W. Friedl)

Typy domov a energia z prostredia:

dom tradičný (a), bežný (b), nízkoenergetický (c), pasívny (d), (takmer) nulový (e), autonómny (f).

(zdroj H. Piňko)

Termické solárne kolektory využívajú tepelnú energiu nesenú slnečnými lúčmi – zachytávajú ju tmavým povrchom, odovzdávajú ju vzduchu alebo kvapalnému médiu (voda, nemrznúca zmes) a využívajú ju v budove, alebo ju uložia v zásobníku tepla na neskoršie využitie. Fotovoltaické kolektory premieňajú energiu slnečných lúčov na jednosmerný elektrický prúd a ten (po prípadnej premene na striedavý prúd a zmene napätia) využívajú v elektrospotrebičoch či odovzdávajú do siete, alebo ho ukladajú do akumulátorov pre neskoršie použitie. Solárne kolektory môžu byť integrálnou súčasťou architektonického konceptu, môžu byť začlenené priamo do konštrukcie stien, strechy či okien – často sa však uplatňujú mimoarchitektonicky, ako aditívna súčasť stavby či ako solitérne zariadenie mimo budov. Mimoarchitektonickou záležitosťou sú spravidla aj rôzne typy veľkých fotovoltaických či fototermitických elektrární. Podrobnejšie sa „energetickým“ využívaním slnečnej energie zaoberáme v kapitolách Nízkoenergetický dom a Pasívny dom či v kapitolách o solárnych a technologických systémoch.



energia

A.10

A.11

A.12

A.13

B.6



a



b



c



d



e



f

Energia vody, vetra

Polohová a pohybová energia vody či pohybová energia vetra sú zdroje energie, ktoré používame už po stáročia. Sú to obnoviteľné zdroje – ich obnovu zabezpečuje neustály prílev energie zo Slnka, ktorý „roztáča“ vodný cyklus i pohyby atmosféry (poznáme aj elektrárne využívajúce energiu prílivu či morských vln, pre nás „vnútrozemcov“ sú však irelevantné). Tradičné priame využitie tejto energie mechanickými vodnými mlynmi či čerpadlami už takmer upadlo do zabudnutia, dnes ju turbínami rôznych typov a generátormi premieňame na elektrickú energiu. Vodné elektrárne sú etablovanou súčasťou „veľkej“ energetiky, či už v „klasickom“ prevedení, alebo ako prečerpávacie elektrárne, ktoré sú snáď jedinou možnosťou pomerne efektívneho akumulovania veľkých množstiev vyrobenej, no v tú chvíľu nepotrebné elektrickej energie. Tu nemôžeme hovoriť o súvisi s architektúrou (okrem riešenia „technických celkov“ priehrad či budov elektrární). Množstvo energie tečúcej vody je obmedzené, na veľkých tokoch sa takmer všetka už využíva. Zaujímavé ostáva využitie malých tokov, riečok a potokov malými vodnými elektrárnami či mikroelektrárnami. Tieto by mohli byť integrované do architektúry bežných budov, spravidla však na to nie je dôvod. Vyrobená elektrina môže slúžiť pre autonómne domy či súbory, alebo môže byť, podobne ako pri fotovoltaických systémoch, dodávaná do elektrickej siete.

Veterné elektrárne v podobe vrtulí na stožiaroch, či ako rotory so zvislou osou otáčania, nahradili mechanické využitie energie vetra veternými mlynmi a čerpadlami s pomalobežnými rotormi. Vietor máme, na rozdiel od tečúcej vody, k dispozícii všade – nie však vždy. Veterné elektrárne teda využívame v autonómnych systémoch v kombinácii s akumuláciou získanej energie alebo ich zapájame do elektrickej siete, ktorá si s istou mierou výkyvov v dodávkach dokáže poradiť – slúži vlastne pre nás ako veľký akumulátor, kam elektrinu dodávame, keď je k dispozícii jej zdroj (slnko, vietor), a v čase potreby z nej elektrinu odoberáme v požadovanom množstve, ktoré môže byť aj väčšie než je výkon „našej“ elektrárne.

Integrácia rotorov veterných turbín s architektúrou nie je bežná. Snáď najznámejší je Kaplického vizionársky projekt ZED London. Iný prístup predstavuje vízia veterných mikroelektrární s párcentimetrovými rotormi, ktoré sú po tisíckach začlenené do fasády mrakodrapu, a na druhom póle monumentálne projekty veží s turbínami, ktoré využívajú stabilný komínový efekt. Reálne využívanie energie vetra je však zatiaľ mimoarchitektonickou záležitosťou...

Energia prostredia

Na prevádzku budov potrebujeme popri elektrickej energii aj energiu tepelnú. Tradične ju získavame spaľovaním, dnes sú však populárne aj rôzne formy priameho či akumulačného elektrického ohrevu. Ten je veľmi nevhodný – množstvo „investovanej“ primárnej energie takmer trojnásobne prevyšuje získané množstvo tepla. Toto však neplatí, keď ako zdroj elektriny použijeme fotovoltaické panely na dome.

Tepelné čerpadlá spájajú komfort prevádzky „elektrospotrebiča“ s vyššou účinnosťou – teplo získavajú z okolitého prostredia. Nízkotepelnú energiu vzduchu, zeme, podzemnej alebo povrchovej vody premieňajú na vysokotepelnú energiu ohriatej pitnej vody alebo vykurovacieho média. Technicky je tepelné čerpadlo chladiaci stroj, dom s ním si môžeme predstaviť ako chladničku naruby: teplo odobraté z okolia izolovaného „obalu“ je uvoľňované v jeho vnútri. Vzhľadom k veľkému rozsahu vonkajšieho prostredia jeho teplotu ovplyvníme len veľmi málo, a množstvo získaného tepla niekoľkonásobne prevyšuje množstvo energie spotrebovaného na pohon kompresora tepelného čerpadla. Efektívnosť tepelného čerpadla vyjadruje jeho výkonové číslo (COP) – pomer množstva získaného tepla k množstvu energie dodanej pre pohon tepelného čerpadla. Tepelné čerpadlo môžeme pustiť aj „naopak“, v reverznom chode, a potom ním môžeme vnútro domu v horúcich letných dňoch ochladzovať.

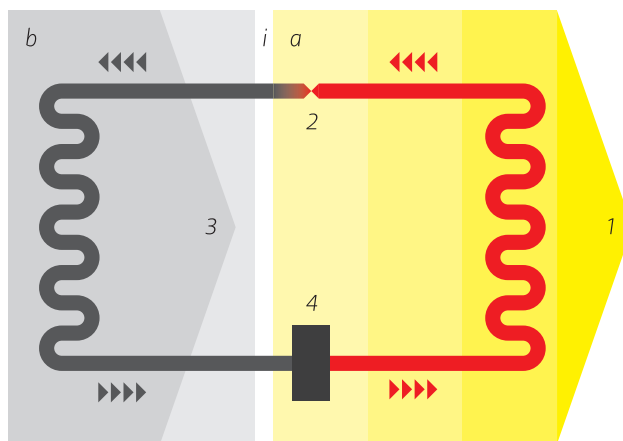


Schéma funkcie tepelného čerpadla

Výparník (3) odoberá teplo z vonkajšieho prostredia (b) a odovzdáva ho v interiéri či akumulačnej nádrži (a) za tepelnou izoláciou (i) ohrevom kondenzátora (1) – kompresor (4) zabezpečuje obeh média a k zmene jeho tlaku dochádza za ventilom (2).

(podľa I. Karonen, WMC, 2013)



Kompaktná jednotka

spája do nevelkej skrinky funkcie vetrania s rekuperáciou, vykurovania, chladenia a prípravy teplej vody – technickú miestnosť v pasívnom či nulovom dome nahrádza „vstavaná skriňa“. (foto H. Pifko)

Vykúrenie izby v pasívnom dome

by dokázalo zabezpečiť desať takýchto sviečok, v praxi však volíme iné zdroje tepla. (foto ISOVER)



Kozubová vložka v hlinenej akumuláčnej stene

– PD Zurndorf, arch, Ch. Steiner.
(foto H. Pifko)

Hlinená pec s výmenníkom

na ohrev vody.
(foto H. Pifko)

Teplu pre tepelné čerpadlo môžeme odoberať zo zeme prostredníctvom výmenníka s nemrznúcou zmesou, ktorý má dĺžku rádovo stoviek metrov – ten môže byť umiestnený vodorovne v zhruba poldruhametrovej hĺbke pod povrchom, alebo spustený zvisle do vrtov s hĺbkou niekoľko desiatok metrov. Pre odber tepla z podzemnej vody využívame dve studne, z jednej vodu odoberáme a do druhej ju mierne ochladenú vraciame. Jednoduchšie (ale nie vždy dostupné) je odoberanie tepla z povrchových vôd – a najjednoduchšie získame teplo prostredia z vonkajšieho vzduchu. Tepelným čerpadlom získané teplo využívame na ohrev vzduchu v interiéri, na ohrev vody v akumuláčnom zásobníku, alebo priamo na teplovodné vykurovanie. Podľa toho, odkiaľ a kam teplo „čerpáme“, označujeme tepelné čerpadlá napríklad „zem-voda“ alebo „vzduch-vzduch“. V takzvaných kompaktných jednotkách je tepelné čerpadlo v jednom konštrukčnom celku s akumuláčnou nádržou (či pri technike pre pasívne domy aj s vetracou jednotkou s rekuperáciou tepla) a všetku techniku pre prevádzku malého domu môžeme sústrediť do skrinky veľkosti chladničky: „technická miestnosť“ prestáva byť samozrejmom nevyhnutnosťou.

Doteraz sme sa zaoberali energiou z prostredia s pomerne nízkou teplotou, ktoré obklopuje naše stavby. Miestami však máme k dispozícii prostredie tak teplé, že jeho teplo môžeme priamo využiť na vykurovanie budov, ohrev vody či pre technologické procesy. Teplo zeme, narastajúce s hĺbkou, môžeme kdekol'vek využiť dostatočne hlbokými vrtmi. To je drahé riešenie, príroda nám však miestami pomáha a toto teplo dopraví bližšie k povrchu vodou ohriatou v hĺbkach. Túto geotermálnu vodu môžeme využiť ako zdroj tepla či dokonca na výrobu elektriny, musíme však rátať s jej vysokou mineralizáciou a s tým, že ju máme bez problémov k dispozícii len na pár miestach.

Spaľovanie biomasy

Spaľovanie paliva je tradičným a stále najbežnejším (a často aj najlacnejším) spôsobom získavania tepla, či už v otvorenom ohnisku kozuba, v kotli ohrievajúcom vodu pre kúrenie, či v centrálnom zdroji tepla mimo vykurovaného objektu. Spravidla spaľujeme fosilné palivá (plyn, vykurovací olej, uhlie) – pre udržateľnú architektúru však hľadáme iné, alternatívne riešenia. Najbežnejšou (a „tradičnou“) voľbou je spaľovanie dreva.

Otvorený kozub je obľúbenou „konzervatívnou“ voľbou, no pre energeticky úsporné domy sa nehodí – komínom uniká množstvo tepla nielen v čase, keď kúrime, ale stále. Moderná modifikácia s uzavretou kozubovou vložkou je praktickejšia a s prívodom vzduchu do spaľovacieho priestoru z exteriéru, s redukovaným výkonom a tesným komínom je toto riešenie použiteľné aj pre veľmi úsporné domy. Výhodou kozuba je, že vďaka sálavému teplu rýchle zakúrime a môžeme hľadiť do plameňov, nevýhodou (popri často predimenzovanom výkone) je nízka účinnosť prípadného ohrevu vody a vykurovania ďalších priestorov domu.

Pece rôznych typov tiež vychádzajú z tradície, vďaka svojej akumuláčnej schopnosti sú však praktickejšie: do niektorých stačí priložiť raz denne a hrejú stále. To je niekedy aj nevýhoda – napríklad keď cez deň zasvieti slnko. Piecky, kachle a sporáky na drevo sa dajú pružnejšie regulovať. Pre použitie v úsporných domoch je aj tu podmienkou tesný komín a prívod vzduchu z exteriéru. Niektoré piecky využívajú ako palivo peletky, bežnejšie a pre pece

typické je však používanie kusového dreva. Ohrev vody sa tu dá zabezpečiť jednoduchšie a účinnejšie než v kozuboch, ale nie je bežným riešením. Pece a piecky sú, rovnako ako kozuby a kozubové vložky, výraznou súčasťou interiéru. Neraz sú efektným architektonickým prvkom a na ich dizajn a estetické pôsobenie sa kladú rovnaké nároky ako na ich technické parametre.

Kotly na drevo oddeľujú prípravu tepla od jeho distribúcie, preto nie sú priamo vo vykurovanom priestore, ale v rámci domu v technickej miestnosti alebo v rámci urbanistického súboru v kotolni centrálneho zdroja tepla, kde ohrievajú vodu pre teplovodný vykurovací systém a pre prípravu ohriatej pitnej vody. Často sa spájajú s akumulárnym zásobníkom, ktorý zjednodušuje reguláciu pri výkyvoch spotreby tepla a zvyšuje komfort prevádzky – netreba pravidelne prikladať. Pre komfortnejšiu prevádzku sa uplatňujú kotly na peletky či drevnú štiepku s automatickým podávaním paliva zo zásobníka, pre lepšiu reguláciu sa používajú splynovacie kotly (v nich sa horľavé plyny uvoľnené zahriatím dreva spalujú v druhom stupni). Popri dreve, peletkách a štiepke sa dajú v týchto kotloch použiť aj iné typy biomasy, pomerne bežné je napríklad spaľovanie slamy či využitie bioplynu, bionafty...

Piecky na lieh sú na opačnom póle oproti veľkým kotolniam. Najčastejšie sa používajú v úsporných domoch ako záložný či doplnkový zdroj tepla (alebo ako zdroj estetického zážitku z plameňov), kde je ich obmedzený výkon výhodou a neprekáža vyššia cena paliva – veľmi čistého etanolu. Ich najväčšou prednosťou je, že nepotrebujú komín: spaľovaním liehu vzniká len vodná para a oxid uhličitý, teda to isté, čo vydychujeme my, a na odvod nevelkého množstva týchto „spalín“ stačí bežné vetranie.

Kogenerácia je spoločná výroba elektriny a tepla. Spaľovanie biomasy (aj fosílnych palív) spravidla využívame na zabezpečenie tepla pre prevádzku budov. Ak potrebujeme elektrickú energiu, spaľovaním paliva môžeme v motore či turbíne získať mechanickú energiu, ktorú premeníme v generátore na elektrinu. Účinnosť tohto procesu je pomerne nízka, zostáva nám množstvo „odpadového tepla“ unikajúceho výfukom či odvádzaného chladiacou vodou. Ak ho zachytíme a využijeme na ohrev vody či na vykurovanie, výrazne zvýšime celkovú účinnosť systému – to je zmyslom kogenerácie. Stretávame sa s ňou v mierkach veľkých energetických zariadení (spaľujúcich spravidla zemný plyn v plynových turbínach), v blokových „kotolniam“ i v podobe malých domových kogeneračných jednotiek, ktoré často namiesto fosílnych palív využívajú bionaftu, lieh alebo bioplyn.

Alternatívne zdroje energie využívajú obnoviteľné zdroje v mierkach, ktoré dokážeme integrovať s architektúrou, a popri znížení energetických strát domu sú základom vysokej efektívnosti architektúry budúceho desaťročia.

Alternatívou k alternatívnym zdrojom energie sú aj v udržateľnej architektúre zdroje konvenčné: plynový kotol s vysokou účinnosťou je riešením ohľaduplným k prostrediu, pri veľmi úsporných domoch môžeme mávnuť rukou aj nad nevelmi „ekologickým“ priamym využívaním elektriny. Niet jednoznačných odporúčaní. Pri voľbe zdroja energie by sme vždy mali vychádzať z konkrétnych potrieb a miestnych podmienok, posudzujúc alternatívy v dlhodobom časovom horizonte. (K téme viď tiež Petráš, 2009.)

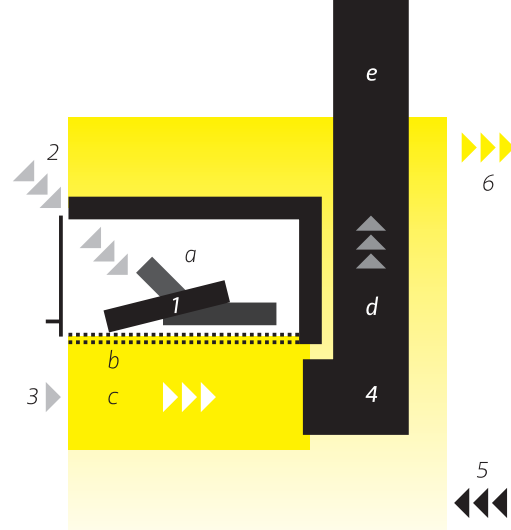
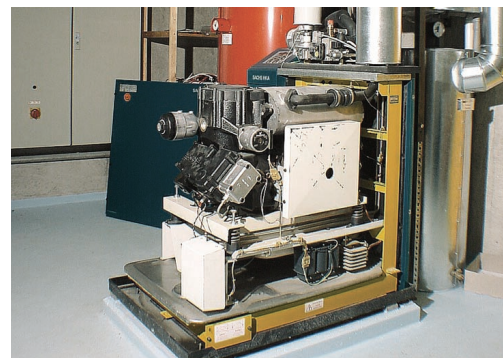


Schéma splynovacieho kotla na drevo

(1) palivo, (2) primárny vzduch, (3) sekundárny vzduch, (4) spaliny, (5, 6) prívod a odvod vody, (a) splynovacia komora, (b) rošt, (c) druhý stupeň spaľovania, (d) odvod spalín, (e) odťah (podľa Ignatus, WMC, 2013)



Piecky na lieh

môžu byť aj podstatne menšie než tento model, bežné sú typy vešané na stenu. (foto H. Pifko)

Mikro-kogeneračná jednotka

v bytovom dome vo Freiburgu slúži len dvom desiatkam bytov. (foto A. Delleske)

Environmentálne alternatívy – Low Tech

HP

Keď sa zamyslíme nad efektívnosťou a udržateľnosťou našej architektúry, ostaneme na vážkach: máme sa uberať cestou možno zbytočne komplikovaných „technologických“ riešení a využívať najnovšie poznatky výskumu, alebo sa máme obrátiť k osvedčenej tradícii a jednoduchým, zrozumiteľným (a možno už trochu zastaraným) konceptom – alebo tie prístupy skúsiť skombinovať? Odpoveď hľadáme hľadiac cez prizmu efektívnosti, nemá zmysel zaoberať sa zlými riešeniami... (Pífkó, 2013)

Pokiaľ ide o tradíciu, tá u nás upadla (ako živá architektúra) do zabudnutia. Je to škoda, lebo vernakulárne staviteľstvo môže ponúknuť mnohé inšpirácie. F. L. Wright ho charakterizuje ako „budovu rastúcu v reakcii na skutočné potreby a zapadajúcu do životného prostredia ľudí, ktorí ju vedľa lepšie než ktokoľvek iný zosúladiť s prirodzenými pocitmi... pre nás viac hodnú štúdia než akademické pokusy o krásno...“ (Oliver, 2003). Skúsenosť mnohých generácií s využívaním obmedzených zdrojov prirodzene vedie k udržateľnej architektúre, zosúladenej s prostredím a odrážajúcej skutočné potreby ľudí. Táto skúsenosť je v mnohom stále inšpiratívna: využitie „prírodných“ materiálov (drevo, hlina, slama) má zmysel i dnes, najmä z environmentálneho hľadiska (vrátane biokompatibility), „karpatské“ domy s ich zónovaním a využitím medzipriestoru sú obdobou dnešnej solárnej architektúry. Jednoduchosť a úspornosť inšpirovaná touto tradíciou je jednou z ciest k efektívnosti súčasnej architektúry. Príkladom môžu byť niektoré pasívne domy s minimom techniky a sofistikovane prostými konštrukciami – sú nielen prevádzkovo úsporné, ale aj ohľaduplné k prostrediu, s minimálnymi nárokmi počas celého cyklu svojej životnosti. Z hľadiska udržateľnosti sú teda vo výhode oproti „bežným“ stavbám, a to by nás malo čoraz viac zaujímať.

Typické low-tech riešenia sú jednoduché drevostavby s izoláciami neraz z prírodných materiálov či recyklovaného papiera. Aj tu však nachádzame prelínanie s technicky náročnejšími prístupmi: osempodlažné kancelárske či obytné budovy z krížom lepených drevených dosiek nájdeme v Anglicku i v Rakúsku. LifeCycle-Tower One v Dornbirne využíva drevobetónové stropy a je prototypom až tridsaťpodlažných drevostavieb (Kaufmann, 2012) – vidíme, že rozdiely medzi nenáročným stavaním z prírodných materiálov a technologicky náročnými modernými budovami sa stierajú...

Opačným pólom sú skutočné „návraty k prírode“: romantické pokusy nadšencov nemajú šancu ovplyvniť hlavný prúd architektúry, no ukazujú reálny potenciál low-tech prístupov v tých najjednoduchších formách a napríklad pre riešenie bývania „sociálne odkázaných“ je rehabilitácia vernakulárnych prístupov najrozumnejšou voľbou.

Čajovňa združenia Permalot
v českom Bouzove využíva minimálne
spracované prírodné materiály.
(foto H. Pífkó)



Kúpola zo slamených balov a hlíny
v štandarde pasívneho domu
(arch. G. Minke, B. Kierulf, Z. Kierulfová)
slúži ako sídlo architektonického
ateliéru, ktorý sa špecializuje
na udržateľnú architektúru.
(foto Z. Kierulfová)



Technologické alternatívy – High Tech

HP

Nová doba (ktorákoľvek) stavia pred architektúru nové úlohy, žiada nové odpovede – navyknuté postupy prestávajú vyhovovať. V minulom storočí vernakulárna tradícia upadala, moderné „technologické“ stavenie sa stalo novou tradíciou. Toto berieme ako samozrejmosť, ako technický pokrok – a je to vlastne aj požiadavka investorov túžiacich po „čo najmodernejšom“ dome, bez veľkých úvah o vzťahu k prostrediu a jeho kvalite vnútri budovy. Paradoxne je dnes táto túžba po modernosti skôr prejavom konzervativizmu – otázka teda znie, čo vlastne možno v súčasnosti považovať za high-tech prístup. V zmysle technológie využívajúcej najnovšie poznatky výskumu sú to nepochybne vákuové izolácie, okná izolujúce lepšie než stena alebo skutočne inteligentné riadiace systémy v dome. Plošné chladenie, vetranie s rekuperáciou či solárne panely sú tiež vysoko techn(olog)ickým riešením (čo je druhým pohľadom na význam termínu high-tech – jeho používanie na označenie moderného architektonického štýlu nechávame teraz bokom). Predstavujú síce už rutinne používané a niekedy aj pomerne jednoduché riešenia, no nároky na zdroje aj filozofiu uplatnenia majú obdobné.



Je táto nová technologická tradícia správnou odpoveďou na potreby dneška? Sú situácie, kde sa tá odpoveď zdá jasnou. Napríklad pasívne či nulové domy sa bez modernej technológie nezaobídu: potrebujú mechanické vetranie s rekuperáciou tepla, mimoriadne dobre izolujúce okná... Ale zvyšok domu môže byť postavený veľmi rôznymi spôsobmi. Samozrejme dobre izolovaný, tesný a bez tepelných mostov, no s rôznymi nárokmi počas doby životnosti budovy. Zaujímavé je, že pri prevádzkovo veľmi úsporných domoch „zabudovaná“ energia začína tvoriť podstatný podiel ich celkovej bilancie, pri úvahách o udržateľnosti architektúry ju teda nemôžeme zanedbávať.

Príkladom skutočného high-tech riešenia je autonómny rodinný dom vo Freiburgu: má počítačom optimalizovanú južnú fasádu trojako využívajúcu dopadajúce slnečné lúče. Fotovoltikou vyprodukovaná elektrina sa skladuje vo forme vodíka uvoľneného elektrolýzou vody a podľa potreby sa z týchto zásob získava späť v palivových článkoch. Dom bol postavený pred vyše dvadsiatimi rokmi (!), výborne funguje a „energetická investícia“ doň sa vrátila po dvanástich rokoch. Napriek tomu nie je ukážkou efektívneho riešenia: stál skoro poldruha milióna eur... Reakciou na takéto skúsenosti je základná myšlienka pasívneho domu: „technologickéjší“ prístup nutný pre zvýšenie prevádzkovej efektívnosti je možný len vtedy, keď techniky ubudne.

Dom „Heliotrop“
sa natáča za Slnkom, aby čo najlepšie využil jeho energiu – náročné technické riešenie je efektívne, no nasledovníkov nenašlo.
(foto Andrewglaser, WMC, 2013)

Budova ENERGYbase vo Viedni
obsahuje zopár inovatívnych „zelených“ technológií.
(foto H. Hurnaus)

SOL4 v Mödlingu
spája hi-tech prístupy s jednoduchými konštrukciami a prírodnými materiálmi.
(foto H. Pifko)

Pri väčších objektoch sú jednoduché konštrukcie či prírodné materiály skôr raritou, „technickejšie“ stavby však môžu mať rôznu mieru uplatnenia skutočne high-tech riešení. Dôsledne ich využíva napríklad budova EnergyBase vo Viedni (Energybase 2013). Zaujímavé však je, že popri takýchto typických high-tech riešeniach nachádzame množstvo stavieb, ktoré úspešne kombinujú oba prístupy. Administratívna budova SOL4 v Mödlingu (arch. I. Kiessler) má horné podlažia pokryté fotovoltickými panelmi, no pod nimi je izolácia zo slamených blokov a výplne medzi stĺpmi železobetónového skeletu sú z nepálených tehál...



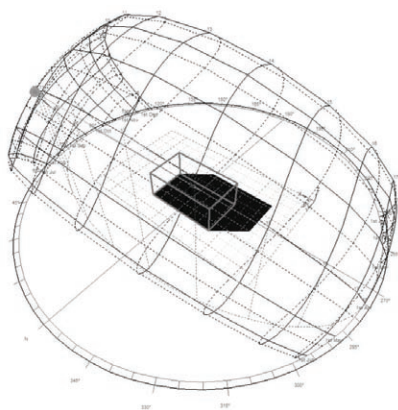
Solarfabrik vo Freiburgu
(rolf + hozz architekten) demonstrativne využíva
energu Slnka. (foto Joergens.mi, WMC, 2013)



Solárna energia

JK

Slnko predstavuje vysoko stabilný a výkonný energetický zdroj, ktorý zásadným spôsobom ovplyvňuje existenciu života na Zemi. Solárna energia je zo Slnka vyžiarené svetlo a teplo, ktoré dopadajú na zemský povrch vo forme svetelného a tepelného žiarenia. Slnčné žiarenie je vlastne elektromagnetické a korpuskulárne žiarenie. Z tohto žiarenia približne 47 % pripadá na viditeľnú oblasť spektra s vlnovými dĺžkami od 380 - 400 do 750 - 800 nm, cca 7 % tvorí pre ľudské oko neviditeľné ultrafialové žiarenie (vlnové dĺžky pod 380 nm) a zvyšná časť (cca 46 %) pripadá na infračervené žiarenie s vlnovými dĺžkami nad 800 nm. Je primárnym energetickým zdrojom väčšiny fyzikálnych procesov, ktoré sa odohrávajú na zemskom povrchu. Na zemský povrch neustále dopadá tok slnečného žiarenia $1,725 \cdot 10^{17}$ W (173 petawatt), čo predstavuje $1,51 \cdot 10^9$ TWh/rok (Halahyja, 1983).

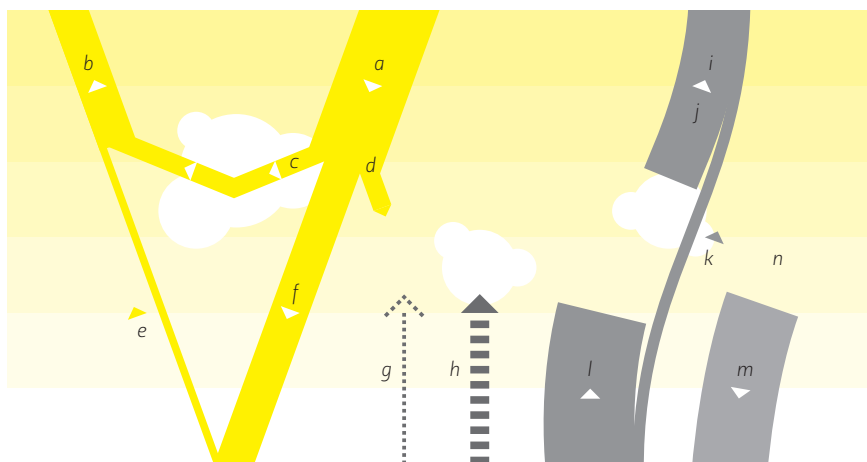


Snímka z Ecotect Analysis 2010

Presnú polohu Slnka na horizontom pre rôzne dátumy a časy umožňujú určiť nielen rôzne grafy a vzorce, ale aj programy.

Energetická bilancia Zeme

(podľa R. Simmons/NASA, WMC, 2013)



(a) dopadajúce slnečné žiarenie 100% - 340 W/m²; (b) odrazené slnečné žiarenie 29%; (c) odraz od oblakov a atmosféry 23%; (d) pohltené v atmosfére 23%; (e) odraz od povrchu 7%; (f) pohltené povrchom 48%; (g) konvekcia 5%; (h) odparovanie 25%; (i) vyžiarené teplo 71%; (j) žiarenie z oblakov a atmosféry 59%; (k) atmosférické okno 12%; (l) sálanie z povrchu 117%; (m) spätné sálanie 100%; (n) skleníkové plyny



Skleník

v dublinskej botanickej záhrade
(foto J. Keppel)

Solárna energia je voľne dostupná, prakticky nevyčerpatelná a čistá, neznečisťuje životné prostredie. Má však aj nevýhody: nerovnomerné rozdelenie príkonu solárnej energie v priestore a čase, nízku hustotu energetického toku (na Slovensku max. 1 000 W/m², resp. za deň max. 8 kWh/m², za rok 1 000 - 1 200 kWh/m²).

Príkon slnečnej energie závisí od zemepisnej polohy (s rastúcou zemepisnou šírkou klesá množstvo dopadajúceho slnečného žiarenia), od dennej a ročnej doby, od miestnych klimatických podmienok (vrátane znečistenia ovzdušia) a v neposlednom rade od počasia, najmä od oblačnosti.

K premene slnečného žiarenia na využiteľnú energiu môže dôjsť niekoľkými spôsobmi:

- fototermickou premenou získavame teplo na ohrev teplej vody, vykurovanie, nepriamo aj na výrobu elektrickej energie či na chladenie a vetranie,
- fotovoltickou premenou získavame priamo elektrickú energiu,
- fotochemickou premenou (fotosyntézou) dochádza v rastlinách k premene anorganických látok na organické, čo je základ nášho potravinového reťazca i energetického využitia súčasnej aj fosílnnej biomasy.

Pri využívaní solárnej energie je potrebné zachytiť dopadajúce slnečné žiarenie, premeniť ho na využiteľnú formu energie a tú prípadne uskladniť, ak ju nevyužijeme ihneď. V prípade potreby vyšších výkonov koncentrujeme dopadajúce slnečné žiarenie alebo zväčšíme „zbernú“ plochu.

V budovách využívame solárnu energiu na prirodzené osvetlenie, vykurovanie (s využitím pasívnych solárnych ziskov či aj cez solárne kolektory), ohrev pitnej vody, podporu prirodzeného vetrania, chladenie (s využitím princípu absorpčnej chladničky), výrobu elektrickej energie a prípadne aj na technologické procesy.

Solárnu energiu môžeme v architektúre využiť priamym spôsobom, ktorý úzko súvisí s architektonickým návrhom a stavebným riešením – toto nazývame pasívnym spôsobom využitia solárnej energie v budovách (viď Priame (pasívne) solárne systémy). Druhou možnosťou je nepriamy spôsob s použitím špeciálnej technológie: helioenergetických zariadení na kúrenie, chladenie či výrobu elektrickej energie (viď Nepriame (aktívne) solárne systémy). Kombináciou priameho a nepriameho spôsobu využitia solárnej energie vytvárame kombinované alebo hybridné solárne systémy.

A.10

A.11

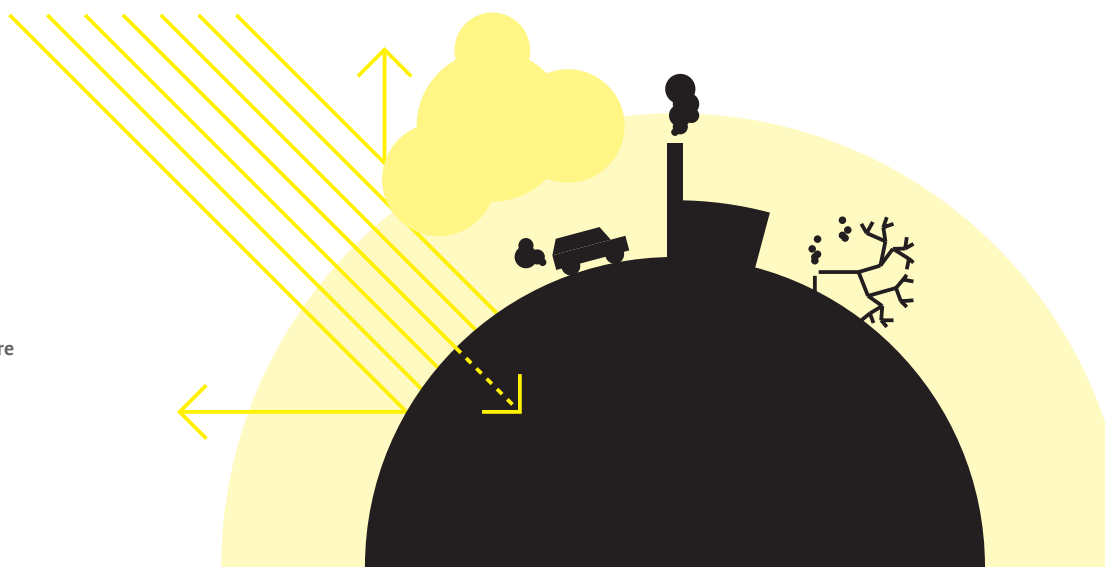
Skleníkový efekt

Jav nazývaný „skleníkový efekt“ pomenoval a popísal francúzsky vedec J. B. Fourier (1824), keď pozoroval, ako fungujú záhradnícke skleníky. Sklo dovoľuje prenikanie slnečného svetla, ktoré ohrieva pôdu, od nej sa ohrieva vzduch v skleníku. Sklo zároveň zabraňuje strate takto získaného tepla konvekciou: bráni teplému vzduchu, aby unikol z priestoru skleníka do vonkajšieho prostredia.

Skleníkový efekt je základným princípom pasívneho využitia solárnej energie v architektúre.

Skleníkový efekt v atmosfére Zeme je analogicky pomenovaný podľa fungovania skleníkov, no jeho mechanizmus je odlišný, atmosféra bráni úniku tepelnej energie vyžiarením. Slnečné žiarenie prechádza atmosférou a ohrieva Zem, časť takto zachytenej energie je potom vyžiarená späť v podobe infračerveného („tepelného“) žiarenia. Časť tohto „odchádzajúceho“ žiarenia sa v atmosfére zachytí najmä vďaka „skleníkovým plynom“ (vodná para, CO₂, freóny, metán, NO₂, ozón a iné), ktoré (na rozdiel od O₂ a N₂) veľmi dobre absorbujú infračervené žiarenie, a zadržia túto energiu v atmosfére Zeme. To je dobre, bez tohto javu by teplota na povrchu Zeme bola takmer 20° pod bodom mrazu. Dnes však máme problém: koncentrácia skleníkových plynov v atmosfére stúpa (aj vďaka našej produkcii freónov a spaľovaniu fosílnych palív na CO₂), čím sa teplota zemskej atmosféry a oceánov pomaly, ale nebezpečne zvyšuje. To je podstata antropogénnej klimatickej krízy (viď Al Gore, 2007), reakciou na ňu sú dohody vedúce k redukcii emisií antropogénnych skleníkových plynov (Kjótsky protokol, Rámcová dohoda, Momtrealický protokol) a podpora využívania alternatívnych zdrojov energie či v neposlednom rade dôraz na zvyšovanie energetickej efektívnosti budov.

Schéma skleníkového efektu v atmosfére
(podľa A. Slejšku, WMC, 2013)



Priame (pasívne) solárne systémy

JK

Priame systémy využitia solárnej energie spočívajú vo využívaní dopadajúceho slnečného žiarenia na vyhrievanie alebo ochladzovanie vnútorných priestorov domu, väčšinou prostredníctvom javu nazvanom „skleníkový efekt“ (viď Solárna energia). Tomuto je podriadený aj vlastný architektonický koncept domu, ktorý vychádza zo zásad tzv. bioklimatického konceptu navrhovania, teda navrhovania v súlade s prostredím (viď kapitoly Ekologická architektúra a Ekologický algoritmus navrhovania).

A.9

A.4

B.1

Architektonický koncept budov s priamym využitím solárnej energie sa podriaďuje dvom základným princípom. Prvý znamená umiestniť, osadiť, orientovať, tvarovať a priestorovo navrhnuť budovu tak, aby bola v optimálnom vzťahu k dopadajúcim slnečným lúčom (zabezpečenie oslnenia, resp. zatiernenia). Druhý princíp súvisí s nerovnomerným rozdelením solárnej energie v priestore a čase a potrebou kompenzácie tejto nevýhody uskladnením zachytenej solárnej energie a jej distribúciou v aktuálnom čase spotreby. Na toto slúžia najmä masívne konštrukcie, ktoré v čase dostatku slnečného žiarenia teplo naakumulujú, aby ho v čase potreby vyžiarili do okolia.

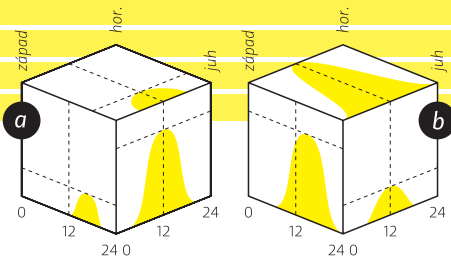


Schéma množstva dopadajúceho slnečného žiarenia na jednotlivé plochy kocky (fiktívnej budovy) v zime (a) a v lete (b). (podľa DIAS, 1995)

Väčšinu nástrojov na návrh domu s pasívnym využitím solárnej energie má v rukách architekt. Bežný rodinný dom poskytuje dopadajúcim slnečným lúčom rádovo 100 m² plochy. Vhodným architektonickým riešením veľkú časť tejto plochy možno využiť na zachytenie solárnej energie. Ak je dom postavený z masívnych materiálov, máme k dispozícii rádovo stovky ton hmoty, do ktorej môžeme získane teplo uskladniť.

Hoci tieto postupy sa v minulosti bežne využívali, v období relatívneho dostatku energie upadli takmer do zabudnutia. Renesancia priamych systémov využitia solárnej energie začala až začiatkom 70-tych rokov 20. storočia (od roku 1973, kedy vyspelé priemyselné krajiny zasiahla ropná kríza spôsobená arabsko-izraelským konfliktom).

Základné typy pasívneho využitia solárnej energie

Pre zachytenie slnečného žiarenia je nutné poznať, aké množstvo tohoto žiarenia dopadne na jednotlivé časti budovy (strechu, priečelia). Názorne je to zobrazené na príklade fiktívnej budovy tvaru kocky.

V lete najväčšie množstvo žiarenia dopadne na strechu budovy, v zimnom období najviac slnečných lúčov zachytí južná fasáda. Z toho vyplýva, že zbernou plochou môže byť strecha alebo južná fasáda. Záleží na tom, ako a kedy chceme využívať zachytenú solárnu energiu.

Typ „strecha“ – zberačom slnečného žiarenia je vodorovná strecha, akumulačná hmota (zásobník solárnej energie) je v strope budovy.

Typ „južná stena“ – zberačom je fasáda orientovaná na juh (JV, JZ), akumulačná hmota je v podlahe, alebo je súčasťou južnej steny domu.

Výber vhodného typu záleží od zemepisnej polohy budovy a od účelu, na aký chceme solárnu energiu využívať. V zemepisných podmienkach Slovenska vzhľadom na priemernú výšku Slnka nad horizontom (40 - 42° v čase rovnodennosti), ako aj na koncept zameraný na získanie energie z prostredia, je výhodnejší typ južnej steny.

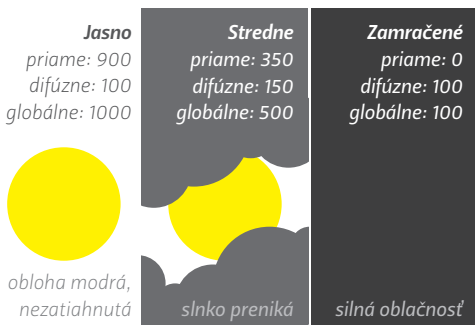


Schéma množstva dopadajúceho slnečného žiarenia (W/m²) na vodorovnú plochu v závislosti od počasia. (podľa DIAS, 1995)

Sokratov dom

Hypotetickú predstava ideálneho domu ako prvý definoval grécky filozof Sokrates (469 – 399 p. n. l.) a popísal iný grécky spisovateľ a historik Xenofón: *Dom treba navrhnúť tak, aby bola zabezpečená optimálna pohoda prostredia: v letnom období má poskytovať príjemný chládk, v zime zase teplé miesto a úkryt pred nepriaznivým počasím.*

Zo Sokratovho domu vychádza koncept domu typu „južnej steny“, ktorý môže rôznym spôsobom zachytávať a uskladňovať energiu – rozlišujeme tri základné typy:

- presklená južná fasáda,
- doplnkový priestor,
- akumulčná stena (tiež nazývaná podľa jej konštruktéra Trombeho stena)

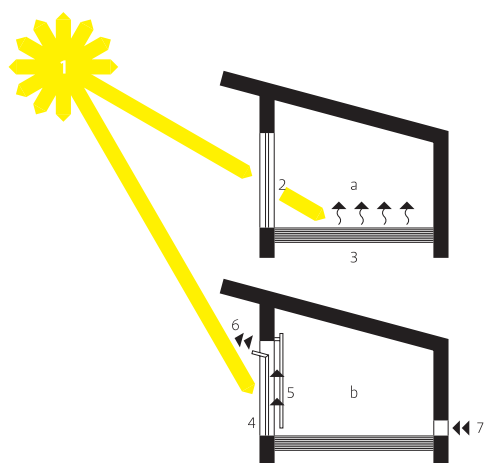


Zhmotnením tejto tézy bol dom, ktorý vychádza z gréckeho megaronu (domu s pravouhlým pôdorysom a otvorenou predsieňou v gréckej a egejskej kultúre) so vstupným portikom (predsieňou), ktorý je prechodným priestorom (medzipriestorom) medzi exteriérom a interiérom s rozšírenou južnou stranou domu a zúženou severnou stranou. Základným princípom návrhu tohto domu je jeho tvarovanie pomocou slnečných lúčov, aby bola naplnená téza teplého miesta v zime a príjemného chládku v lete. Sklon strechy je v takom uhle, aby umožňoval vnikanie zimných lúčov slnka do hĺbky celej dispozície domu, aby ho vyhrievali. Vysunutie strechy a hĺbka predsieni zamedzovali vnikaniu letných slnečných lúčov do interiéru a jeho prehrievaniu. Dom, ktorý by zodpovedal načrtnutej schéme, nikdy nebol postavený, ale popísaný princíp sa využíval v stavitelstve po stáročia. Príkladom sú aj domy našej ľudovej architektúry s gánkom.

Schéma „Sokratovho domu“
(zdroj J. Kepl)



Materská škola vo Viedni
tiež vychádza z princípu Sokratovho domu.
(foto J. Kepl)



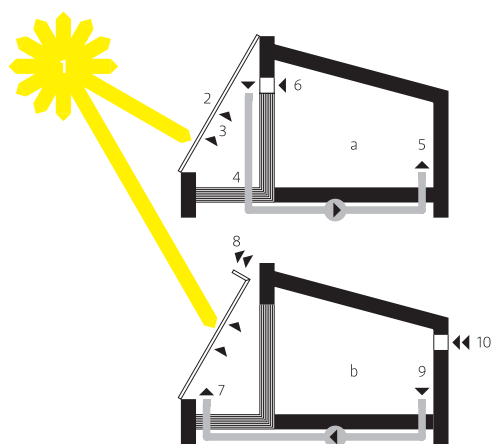
Dom s preskennou južnou fasádou – schéma vykurovania (a) a ochladzovania (b)
 slnečné lúče (1), izolačné zasklenie (2), masívna podlaha ako zásobník naakumulovaného tepla (3), dvojité zasklenie (4), tieniaca plocha (5), vetrací otvor pre odvádzanie ohriateho vzduchu (6), prívod chladného vzduchu (7)
 (zdroj J. Kepl)

Preskenná južná fasáda

Najjednoduchším riešením je dom s preskennou južnou fasádou (ktorá je vlastne slnečným zberačom i transparentnou izoláciou) a tmavou podlahou, ktorá slúži ako absorbér i ako zásobník tepelnej energie. Slnečné lúče prenikajú zasklenou plochou, dopadajú na povrchy interiéru, sú nimi pohlcované a zohrievajú ich. Ohriate povrchy ohrievajú vzduch a pomáhajú tým vykurovať dom. Toto sa využíva počas chladných slnečných dní, v lete treba presklenia južnej fasády tieniť.

Proces zachytávania solárnej energie, jej premeny na tepelnú energiu, uskladnenia v masívnej podlaha alebo stenách a uvoľnenia z tohto „zásobníka“ do interiéru sa deje priamo vo vnútornom priestore domu. V tomto prípade v celom obytnom priestore, z toho vyplýva aj obtiažna regulácia tepelného režimu interiéru. Na druhej strane domy so zasklenou južnou stenou sú tvarovo a dispozične jednoduché, často sa využívajú ako menej náročné rekreačné stavby. Ich architektonický výraz formujú aj tieniace prvky (presahy konštrukcií, exteriérové rolety, žalúzie, okenice), bez ktorých by takéto domy v lete nemohli efektívne fungovať.

Doplňkový priestor



Doplňkový priestor – schéma vykurovania (a) a chladenia (b)
 slnečné lúče (1), skleník pred objektom (2), ohriaty vzduch (3), ventilačné kanály (4), teplý vzduch pre vykurovanie (5), odvod použitého vzduchu (6), odvedenie použitého vzduchu z miestnosti do skleníka (7), odvod teplého vzduchu mimo objekt (8), nasávanie použitého vzduchu v obytnej miestnosti (9), prívod studeného vzduchu zo severnej strany (10)
 (zdroj J. Kepl)

Reguláciu teploty v interiéri pri priamom využívaní solárnej energie uľahčuje doplnkový priestor – predstavený „skleník“, ktorý niekedy nazývame „energetickým medzipriestorom“. Zasklené plochy skleníka (zimnej záhrady, zasklenej lodžie, zaskleného átria) sú zberačom slnečných lúčov, jeho podlaha alebo steny slúžia ako zásobník naakumulovaného tepla a výmena tepla medzi nimi sa deje v priestore skleníka, nezasahuje priamo interiéru. Prenos zachyteného a uloženého tepla z medzipriestoru do interiéru prebieha vetraním, ktoré sa dá jednoducho regulovať (a v lete sa nadbytku tepla v skleníku vieme zbaviť jeho vetraním do exteriéru, preto jeho tienenie nie je vždy nutné).

O tomto doplnkovom priestore môžeme hovoriť (napr. podľa Bieleka, 2012) ako o fyzikálnom medzipriestore, ktorého hlavný zmysel je v energetickom využití či zlepšení (tepelnej, akustickej...) ochrany budovy, alebo ako o medzipriestore pobytovom, ktorý ponúka rozšírenie využívaného (typicky: obytného) priestoru. Pri dobre izolovaných domoch je energetický prínos doplnkového priestoru zlepšením tepelnej ochrany steny pomerne malý, zaujímavejší je tu ohrev vetracieho vzduchu.



Príklad domu so skleníkom (Viedeň, Kamillenweg)

Skleník alebo zimná záhrada sú obľúbeným motívom ekologických domov. (foto J. Kepl)

Dom s akumuláčnou stenou

Ak nemožno využiť doplnkový priestor skleníka, priestor možnej výmeny tepla mimo interiéru sa redukuje na minimum – hovoríme o dome s akumuláčnou stenou. Takáto stena predstavuje už istý druh vzduchového kolektoru, kde zbernú plochu predstavuje zasklenie a absorbér so zásobníkom tepla je tvorený masívnou stenou. Ide o predchodcu moderných stien s autoregulačným systémom úpravy parametrov (viď Inteligentná budova). Masívna tmavá stena z tehál alebo betónu je bezprostredne za izolačným zasklením, maximálne využíva tepelný zisk a obmedzuje veľké teplotné výkyvy medzi dňom a nocou. Prvý dom s akumuláčnou stenou navrhol prof. Felix Trombe v spolupráci s architektom Jacquesom Mitchelom (na základe staršieho nápadu E. S. Morseho), preto sa toto riešenie nazýva aj „Trombeho stena“. Jej obmenou je riešenie, kde sa vzduch ohriaty medzi stenou a zasklením odvádza vetraním do interiéru, čím vieme pomerne pružne regulovať zisk tepla z tejto konštrukcie (klasickú akumuláčnú stenu musíme v lete tieniť).

A.17

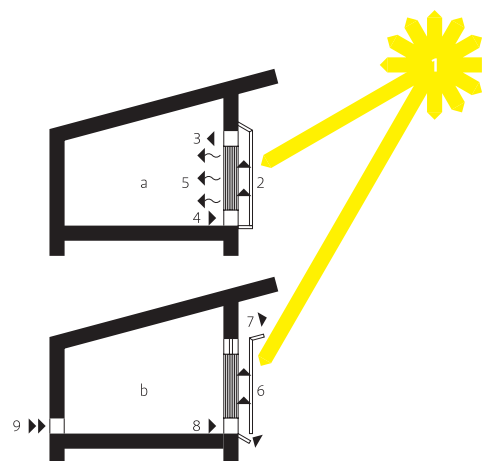


Schéma domu s Trombeho stenou – vykurovanie (a) a chladenia (b)

slnečné lúče (1), zasklená stena (2), prívod teplého vzduchu (3), odvod ochladeného vzduchu z miestnosti (4), sálanie naakumulovaného tepla z masívnej steny (5), predsadené dvojité zasklenie (6), ohriaty vzduch odvedený mimo obytnú miestnosť (7), odvod vzduchu z miestnosti (8), prívod studeného vzduchu zo severnej strany (9) (zdroj J. Keppl)

• Dom v Corrales (USA, 1974)

využíva na zachytenie a akumuláciu tepla sudy s vodou za zasklením. (foto B. Norton–NARA, WMC, 2013)

• Rodinný dom pri Nitre

arch. N. Wangen začlenil akumuláčnú stenu do presklenej fasády drevostavby. (foto H. Pifko)

Typ „strecha“

Trochu exotickjším riešením je využívanie strechy na zachytávanie a akumuláciu slnečnej energie, vhodné je len v oblastiach s veľkou výškou slnka nad horizontom aj v chladných mesiacoch roka. Jeden z prvých domov tohoto typu navrhli v roku 1973 heliotechnik Harold Hay a architekt Ken Haggard – v obytnom dome v Kalifornii je akumulátorom tepla asi 25 cm vrstva vody vo vakoch z priehľadnej plastickej hmoty, uložených na ocelevej strešnej doske. Reguláciu distribúcie zachytenej energie zabezpečujú posuvné tepelnoizolačné panely na vnútornej strane strechy.

Toto riešenie podčiarkuje problémy, ktoré prinášajú niektoré typy priameho využitia slnečnej energie: komplikácie konštrukcií a obťažnú reguláciu vnútornej klímy. Riešenie sa ponúka formou oddelenie zbernej plochy (teda zachytenia slnečného žiarenia) a zásobníka naakumulovanej energie, vzniká však potreba prenosu energie medzi zbernou plochou a zásobníkom. Takéto helioenergetické systémy nazývame nepriame alebo aj aktívne solárne systémy (viď Nepriame (aktívne) solárne systémy).

A.11

Nepriame (aktívne) solárne systémy

JK



Kým priame solárne systémy využívajú slnečnú energiu prostredníctvom konštrukcií stavby, nepriame systémy požívajú technické zariadenia, ktoré zachytávajú slnečnú energiu, premieňajú ju na energiu teplenú či elektrickú, akumulujú ju a odovzdávajú tam, kde je potrebná. Svojou povahou sú do istej miery nezávislé od stavebného riešenia a popri vykurovaní interiéru (kde umožňujú presnejšiu reguláciu teplotného režimu) môžu naplňať ďalšie prevádzkové potreby budovy: prípravu teplej vody a výrobu elektrickej energie na osvetlenie a chod drobných spotrebičov. Pozostávajú z jednotlivých technických prvkov, ktoré sú doménou skôr teploteknikov a energetikov než architektov.

Fototermitická premena



Typický proces zachytávania a využitia solárnej energie pre nepriamy ohrev interiéru či ohrev vody má niekoľko fáz. Slnečné lúče dopadajú na zbernú plochu, prechádzajú sklom a sú pohlcované absorpčnou plochou, ktorú ohrievajú. Z absorpčnej plochy sa teplo odvádza teplotnosným médiom do zásobníka a z neho sa zase podľa potreby prevádzky objektu odoberá. Slnečný kolektor sa tým oddeľuje od zásobníka tepelnej energie i miesta spotreby a výmena tepelnej energie sa uskutočňuje prostredníctvom teplotnosných médií (vzduch alebo kvapalina) v rozvodoch a technologických zariadeniach nezávisle od vnútorných priestorov budovy.

Teplotovzdušné helioenergetické systémy



Na prenos solárnej energie premenenej na teplo slúži v tomto prípade vzduch. Oddelenie miesta zachytenia solárnej energie a jej prípadné uskladnenie umožňujú lepšiu reguláciu prísunu tepla do miestností. Slnečnými lúčmi zohriaty vzduch vedieme kanálmi alebo potrubím do zásobníka tepla, ktorým býva najčastejšie kamenivo alebo betónová konštrukcia v izolovanom priestore medzi základmi stavby. Z tohto zásobníka sa teplý vzduch vhaňa ventilátormi do jednotlivých miestností. Nevýhodou teplotovzdušných systémov je potreba veľkého objemu vzduchu na prenos tepla a nemožnosť jednoduchého riešenia ohrevu vody, stretávame sa s nimi už len výnimočne.

Ploché solárne kolektory vo fasáde
administratívnej budovy Biotop.
(foto H. Piňko)

Vákuové trubicové kolektory
nad šikmou strechou.
(foto F. Mykieta, WMC, 2013)

Jednoduchý samospádový systém
pre ohrev vody na streche v Grécku.
(foto S. Zurek, WMC, 2013)

Kvapalinové helioenergetické systémy

Základným prvkom je kvapalinový solárny kolektor. Najjednoduchší kolektor je plochá tmavá absorpčná doska s dutinou či rúrkou, ktorou prúdi ohrievaná kvapalina. Takto sú riešené jednoduché plastové kolektory na ohrev vody v bazéne v letných mesiacoch. Typicky je základom plochého kolektoru hliníková či medená platňa so špeciálnym absorpčným náterom, ktorá má zo zadnej strany rúrkové rozvody a tepelnú izoláciu z minerálnej vlny – spredu selektívne zasklenie bráni veľkým únikom tepla, no prepúšťa k absorberu čo najväčší podiel energie slnečných lúčov. Tepelné straty vedením môže znížiť vákuum medzi zasklením a absorberom – vákuové kolektory účinne získavajú teplo i pri nízkych teplotách a zamračenej oblohe.

Bežné kolektory (a aj niektoré vákuové) sú ploché, montované nad stavebnú konštrukciu alebo do nej integrované. Typické vákuové kolektory majú tvar trubíc s vloženým absorberom (plochým či valcovým) a účinne fungujú aj pri nie celkom ideálnej orientácii. Ako teplotnosné médium sa používa voda (ak nehrozí mráz) alebo nemrznúca zmes napr. na báze etylénglykolu.

Zásobníkom tepla v systéme s kvapalinovými kolektormi býva dobre izolovaná akumuláčn nádrž, v ktorej je spravidla integrované výmenník tepla. Obeh média zabezpečuje čerpadlo, zmeny objemu média pri zmenách teploty kompenzuje expanzn nádrž. V niektorých systémoch je všetka táto technika integrované do jednoduchého celku s obehom média samospádom, ktorej je vyhodn pre ohrev vody v oblastiach s teplou klímou.

Slnéčné kolektory sú bežne montované nad strechu, mon (a krajia) je zapusten montáž do roviny strechy či steny a aktuálním trendom je integrácia plochch kolektorov so stavebnými konštrukciami či využitie strešnej krytiny ako jednoduchého kolektora.

Fotovoltaick helioenergetické systémy

Ak absorbn vrstvu kolektora tvoria fotolnky, zachyten solárna energia sa vdaka fotoelektrickmu javu mení priamo na elektrick prúd. Tieto fotovoltaick (alebo tiež solárne) lnky sú polovodiove súčiastky – pôvodne z kremíka (mono- či polykryštalického alebo amorfnho), no dnen materilov báza je oveairia (vrátane organických zlenn). Uinnos premeny dopadjcej solárnej energie na elektrinu sa v laboratóriách blíži 50 %, v praxi je ben cca 15 % uinnos.

Fotovoltaick články majú spravidla rozmery okolo 15 cm a pre použitie na budovách sú montážou na transparentn platn spjan do fotovoltaických panelov, ktoré môžu byť integrované do stavebných konštrukcií a často sa stávajú podstatnou súčasťou architektonického výrazu budovy. Popri solárnych paneloch môže fotovoltaick systém obsahov akumulátory na uskladnenie získanej elektrickej energie a polovodiove mene, ktoré jednosmern prúd z fotočlánkov zmenia na striedav pre bene elektrospotrebiče a pre prpadn dodávanie do elektrickej siete.

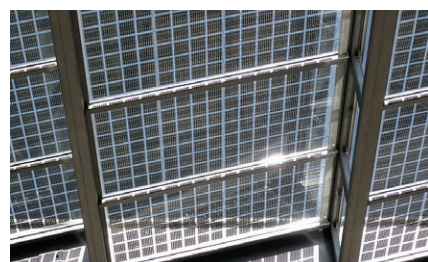
Solárne články premieňajú na elektrick prúd iba časť slnečného zarenia – zvyšok energie slnečných lúčov sa mení na teplo. as z tohto tepla môže byť vyuivan tzv. hybridnými kolektormi, ktorými preteká teplonosn mdim.



Prístrešok v SolarCity Linz
zaistuje tepl vodu pre cel bytov dom.
(foto H. Pfko)



- **Fotovoltaick panely ako okenice**
bytového domu v Harde.
(foto H. Pfko)
- **Solárne panely z polykryštalického kremíka**
– tu ako tienenie parkovska.
(foto H. Pfko)



- **Prestrešenie dvora**
„obecného domu“ v Ludeschi poskytuje svetlo, tiež i elektrick energiu.
(foto H. Pfko)
- **Jun fasáda Aquacity v Poprade**
je pokryt fotovoltaickými článkami – medzerami medzi nimi prechádza do intereru dostatok svetla.
(foto R.paek)

Systemy solárneho chladenia

Využitie slnečnej energie na vykurovanie je limitované obmedzenou dostupnosťou slnečného žiarenia v zime. Pre chladenie v lete je k dispozícii dosť slnečnej energie, no jej jednoduchá premena na teplo tu nepomôže. Solárne chladiace systémy využívajú absorpčný chladiaci cyklus (známy aj z „plynových“ chladničiek), ich výhodou je lacná a tichá prevádzka – použité fototermické kolektory však musia dodávať vodu ohriatu až na 90°C. Druhým možným prístupom je použitie „konvenčného“ chladiaceho systému či tepelného čerpadla v reverznom chode, kde zdrojom elektrickej energie pre pohon kompresora sú fotovoltické panely.

Uplatnenie v architektúre

Pri návrhu budov môžu byť priame aj nepriame systémy využitia slnečnej energie kombinované – to predstavuje najvhodnejšie riešenie z hľadiska stratégie udržateľnosti. Priamy systém, ktorého základom je architektonicko-stavebný návrh, využíva danosti prostredia, a nepriame solárne technológie, či už ide o fototermickú alebo fotovoltickú premenu, pokrývajú ďalšie požiadavky na prevádzku budovy (ohrev vody, vykurovanie alebo chladenie vnútorných priestorov budovy, alebo získavanie elektrickej energie).

V prvej fáze navrhovania objektu treba využiť všetky prístupné spôsoby priameho využitia slnečnej energie a až potom zapájať do projektu využitie nepriamych systémov – optimálne v organickom spojení s budovou a jej architektonickým výrazom. Osobitne sa treba zaoberať otázkou dodatočnej inštalácie helioenergetických systémov v existujúcich budovách – úlohou je čo najefektívnejšie a bez negatívnych vplyvov na estetický výraz stavby včleniť tento nový prvok do tradičnej architektúry.

Materská škola v SolarCity Linz •
je príkladom demonštratívneho
využívania solárnej energie.
(foto H. Pířko)

Príklad nie najšťastnejšej kombinácie •
utilitárnych požiadaviek energetickej
efektívnosti s tradičným
architektonickým výrazom.
(foto Trelia, WMC, 2013)

Prvé realizácie budov s využitím slnečnej energie nevynikali architektonickým riešením a ich vzhľad bol skôr výsledkom miery zvládnutia technického riešenia nového energetického systému než programovým výtvarným výrazom solárnej architektúry. Dnes sa orientácia na estetickú a výrazovú stránku zakomponovania helioenergetických zariadení dostáva do popredia, je tu však potrebná úzka spolupráca architekta s ďalšími odbornými profesiami (stavebnými fyzikmi, heliotechnikmi, energetikmi, odborníkmi na technické zariadenia a ďalšími špecialistami), teda integrované navrhovanie (viď Integrované plánovanie/projektovanie).

C.7





Fasáda administratívnej budovy

PowerTower v Linzi (Weber/Hofer)
s integrovanými fotovoltaickými panelmi
naznačuje možné trendy budúcnosti –
tu štandard PD a výroba elektriny
42 MWh/a. (foto H. Pifko)



Nízkoenergetický dom

Koncepcie prvých nízkoenergetických domov (ako budov programovo znižujúcich prevádzkovú spotrebu energie) vznikali v sedemdesiatych rokoch minulého storočia, charakterizujú ich prvky ako trombeho stena či zimná záhrada s energetickým využitím, objavili sa prvé „superizolované“ domy. Pre toto obdobie bolo typické demonštratívne využívanie solárnej energie a viera v technologické riešenia, hľadali sa vhodné koncepcné a konštrukčné riešenia v reakcii na miestnu klímu a lokalitu. Postupne sa termín „nízkoenergetický dom“ ustálil vo význame budovy, ktorá má výrazne nižšiu spotrebu energie, než štandardne požiadujú normy. V tomto či podobnom význame sa tento termín dostal aj do našej legislatívy.

Nízkoenergetický dom (ďalej NED) je našou normou definovaný ako dom, ktorý má aspoň o polovicu menšiu potrebu tepla na vykurovanie než bežná budova stavebného fondu (STN 73 0540-2:2012). Dnes teda norma za NED považuje budovy, ktorých normalizovaná požadovaná hodnota **mernej potreby tepla na vykurovanie (MPT) je v rozpätí 50 - 100 kWh/(m²a)** – pod hornou hranicou **energetickej triedy B** (vyhláška 364/2012 Z. z.).

V minulosti sa obvykle za NED považovali budovy s potrebou tepla na vykurovanie menšou než 50 kWh/(m²a) (napr. Nagy, 2002) – je paradoxné, že dnešné „oficiálne“ kritérium NED je „mäkšie“, než bolo pred desaťročím či dvoma... Je to zrejme podmienené aj tým, že v minulosti bol NED chápaný ako výnimočná (kvalitná, zelená) stavba, kde splnenie či nesplnenie neoficiálneho kritéria nemalo veľký význam, kým dnes je NED povinný štandard: **naše normy požadujú realizáciu budov v nízkoenergetickom štandarde od 1. januára 2013.**

Základom koncepcie NED (a každej energetickej efektívnej stavby) je minimalizácia tepelných strát budovy a využívanie energie z prostredia. O energetických stratách rozhoduje aj poloha domu: južné svahy či záveterné lokality uľahčujú energetické úspory, ale toto architekt, ak nie je tvorcom územného plánu, ťažko ovplyvní.

Tvar a orientácia stavby sú zásadné východiská pri nízkoenergetickej koncepcii domu. Kompaktný tvar (viď Faktor tvaru) je predpokladom pre nižšie tepelné straty a orientácia na juh pre vyššie pasívne slnečné zisky (viď Priame (pasívne) solárne systémy). Dispozičné riešenie typických NED sleduje teplotné zónovanie pobytových miestností na južnej strane a doplnkových miestností na strane severnej. Koncepciu NED dotvára vysoká miera tepelnej izolácie obvodových stien, strechy a podlahy a použitie izolačných dvojskiel či trojskiel.

Na vykurovanie a prípravu teplej pitnej vody sa často využívajú obnoviteľné zdroje energie v kombinácii s nízkotepelným vykurovacím systémom, čo umožňuje nízka tepelná strata takýchto domov – výhodou je vysoká účinnosť a životnosť takýchto systémov (hlavne pre nižšie prevádzkové teploty, nižšie straty vykurovacej sústavy a nižšie teplotné namáhanie komponentov).

NED sú z hľadiska energetickej efektívnosti podstatne úspornejšie než bežné stavby do roku 2013, ale konštrukčne a technologicky sa od nich príliš nelíšia. Po roku 2015 nebudú vyhovovať sprísňujúcej sa legislatíve. Už dnes sú teda morálne zastarané a predstavujú „iba“ prechod k budovám s takmer nulovou spotrebou energie, ktoré legislatíva vyžaduje po roku 2020 (resp. pri verejných budovách o dva roky prv).



Nízkoenergetický dom pri Žiline
(arch. R. Klenovič a i.) je dôkazom, že energeticky efektívna budova nemusí byť „nízkoenergetickou škatulou“.
(foto H. Pířko)

B.4

A.10

Ultranízkoenergetický dom

Ultranízkoenergetická budova je budova navrhnutá tak, aby maximálna potreba tepla na vykurovanie ovplyvnená efektívnymi tepelnotechnickými vlastnosťami stavebných konštrukcií nebola vyššia ako polovica potreby tepla na vykurovanie určenej pre nízkoenergetické budovy. (STN 73 0540: 2012) Dnes za ňu obvykle považujeme objekt, ktorého normalizovaná požadovaná hodnota **mernej potreby tepla na vykurovanie (MPT) je v rozpätí 25 - 50 kWh/(m²a)** a ktorý patrí do **energetickej triedy A1**. (Výhláška 364, 2012)

V minulosti (viď napr. Nagy, 2002) sa za veľmi úsporné NED (či tzv. trojlitrové domy) považovali budovy s potrebou tepla na vykurovanie menšou ako 30 kWh/(m²a). Vtedy to však bol „dobrovoľný štandard“ – u nás to bude od 1. januára 2016 povinnosť pri (takmer) všetkých novostavbách.

Ultranízkoenergetické domy (alebo „trojlitrové“ domy – podľa MPT vyjadrenej v spotrebe vykurovacieho oleja namiesto kWh, a snáď aj kvôli analógii s úspornými autami) majú oproti NED opäť aspoň o polovicu nižšiu potrebu tepla na vykurovanie, čím sa približujú k pasívnym domom a technicky sa od nich príliš nelíšia – najmä pri malých domoch či pri stavbách v nepriaznivých podmienkach môžu predstavovať najefektívnejšie riešenie. Často sú to objekty, ktoré mali ambíciu byť pasívnym domom, ale z rôznych dôvodov (napríklad nevhodná orientácia vynútená urbanistickým kontextom či tienenie okolím) nebolo možné takýto stupeň efektívnosti dosiahnuť. Popri dobrej tepelnej izolácii je tu spravidla potrebné riešenie riadeného systému vetrania s rekuperáciou a tiež overenie kvality realizácie stavby testom vzduchovej priepustnosti (tzv. Blower-door-testom). Kvalita vnútorného prostredia je tu na úrovni pasívneho domu, no na vykurovanie či chladenie nepostačuje úprava vetracieho vzduchu. Zdvojenie systémov techniky v dome (vetranie aj vykurovanie) spolu s požiadavkou na väčší výkon vykurovacieho systému zvyšujú nutné investície do technického vybavenia.



„Trojlitrový“ NED pri Nitre
(arch. N. Wangen) vychádza
z kompaktnej hmotovej kompozície.
(foto H. Pířko)



Pasívny dom

Pasívny dom (PD) vznikol ako riešenie úlohy postaviť energeticky úsporný dom pomerne lacno, s minimom techniky, ideálne bez potreby vykurovacieho systému na zabezpečenie tepelnej pohody v zime (takto sa PD chápe napr. v Anglicku). Dosahuje sa to veľmi dobrou tepelnou izoláciou s U stien a strechy okolo $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, konštrukciami bez tepelných mostov, prevládajúcim zasklením orientovaným na južnú stranu pre pasívne využívanie slnečného žiarenia, a utesnením pre minimalizáciu tepelných strát infiltráciou. Na zabezpečenie prívodu čerstvého vzduchu je potrebná inštalácia riadeného vetrania s rekuperáciou tepla - prirodzené vetranie by spôsobovalo veľké tepelné straty a diskomfort počas zimy.

Napriek týmto opatreniam je dosiahnutie optimálnej tepelnej pohody čisto „pasívnym“ spôsobom v našich klimatických podmienkach nerealizovateľné. Čiastočnou odpoveďou je doohrev privádzaného vzduchu do miestností. Takýto koncept úspešne funguje v oceánskej klíme európskych krajín. V našich podmienkach je inštalácia ďalšieho rozvodu tepla obvykle nevyhnutnosťou. Môžeme očakávať, že s vývojom komponentov s lepšími tepelnoizolačnými vlastnosťami (napríklad vákuových zasklení) sa viac priblížime k tejto méte.

Pasívny dom je budova s veľmi nízkou potrebou energie na prevádzku. Pri zabezpečovaní prevádzky a požadovanej tepelnej pohody spĺňa tieto základné požiadavky: merná potreba tepla na vykurovanie/chladenie (MPT) **najviac $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$** (a/alebo merná tepelná strata najviac $10 \text{ W}/\text{m}^2$), zameraná vzduchová priepustnosť konštrukcie („Blower-Door Test“ - BDT) **n_{50} najviac $0,6 \text{ h}^{-1}$** , maximálna potreba primárnej energie (MPPE) **najviac $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$** (pre vykurovanie, prípravu OPV, vetranie a pomocne technické zariadenia) **a $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ vrátane osvetlenia a domácich spotrebičov.** (Passivhaus Institut Darmstadt, Dr. Wolfgang Feist)

Hlavné požiadavky na pasívny dom:

- vysoký komfort vnútorného prostredia v zime
 - rozdiel povrchových teplôt konštrukcií max. $4,2^\circ\text{K}$
- vysoký komfort vnútorného prostredia v lete
 - prekročenie teploty 26°C max. 10 % z roku bez použitia klimatizácie
- tesnosť tepelnoizolačnej obálky - n_{50} najviac $0,6 \text{ h}^{-1}$
- riadené vetranie s rekuperáciou - účinnosť viac ako 80 %
- OZE ako zdroj tepla na vykurovanie a ohrev pitnej vody
 - max. merná potreba primárnej energie (MPPE) najviac $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- energeticky efektívne domáce spotrebiče - max. potreba primárnej energie pre všetky zariadenia (MPPE) najviac $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Pasívny dom by sme jeho koncepciou mohli prirovnať k termoske, ktorá veľkú časť tepla dokáže udržať pasívnym spôsobom, bez aktívneho vykurovacieho systému. Tam by sme mohli hľadať pôvod názvu pasívny dom, ktorý je často odvodený od pasívnych systémov, ktoré nepotrebujú pre svoje fungovanie žiadne alebo minimálne množstvo energie, ako napríklad pasívne využívanie slnečnej energie. A to aj do veľkej miery platí. V pasívnom dome prispievajú



Pasívny dom pri Bratislave

(arch. D. a H. Borákovci) je príkladom výrazovo aj prevádzkovo úspornej architektúry.
(foto H. Pířko)

pasívne slnečné zisky v celkovej potrebe tepla na vykurovanie asi jednou tretinou. Obdobiami s najväčšími ziskami sú práve jar a jeseň. Na druhej strane pre zabezpečenie optimálnej klímy v letnom období je potrebné pohyblivé vonkajšie tienenie. To naznačuje, že pasívny dom veľmi citlivo reaguje na podmienky okolitého prostredia a je potrebný citlivý prístup architekta pri tvorbe dobrého konceptu.

Pasívne domy nie sú v našej legislatíve definované. Popularizácii tejto koncepcie sa venuje Inštitút pre energeticky pasívne domy, o. z., ktorý sa opiera o definíciu Dr. Wolfganga Feista, Passivhaus Institut Darmstadt, autora konceptu pasívneho domu.

Metodika výpočtu a optimalizácie pasívnych domov sa zakladá na výpočtovom a optimalizačnom nástroji PHPP (Passivhaus Projektierungs-Paket), ktorý je podrobnejší a presnejší než bežné výpočty a odlišuje sa od metodiky výpočtu podľa STN. Aj z tohto dôvodu nebolo vhodné pasívne domy v našej legislatíve definovať. Pasívne domy v súčasnosti predstavujú najvyšší „bežný“ štandard energetickej efektívnosti. Sú tiež východiskom pre ďalšie rozvíjajúce sa koncepcie budov s takmer nulovou spotrebou energie, plusových či aktívnych domov.

Ak by sme zredukovali pasívny dom len na energeticky veľmi efektívny dom, veľmi by sme ho tým ochudobnili. Tento koncept so sebou prináša aj výrazne vyššiu kvalitu vnútorného prostredia (viď Kvalita vnútorného prostredia). Superizolovaním obalovej konštrukcie bez tepelných mostov dosahujeme vyrovnanú sálavú zložku žiarenia povrchov, nedochádza k studenému sáaniu a konvekcii, teda k prúdeniu studeného vzduchu (maximálny rozdiel povrchovej teploty je $4,2\text{ K}$). Z tohto dôvodu nie je nevyhnutné inštalovať vykurovacie telesá pod okenné plochy na eliminovanie studeného sáania a spádu chladného vzduchu od okna (požadovaná $U_w \leq 0,8\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a súčasne $U_{f, \text{rámu}} \leq 0,8\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) a pri vykurovaní stačia nižšie teploty vzduchu pre dosiahnutie rovnakej tepelnej pohody ako pri bežnom dome, čo prináša výrazné úspory.

Ďalším prínosom pre kvalitu vnútorného prostredia je riadené vetranie so spätným získavaním tepla, ktoré neustále zabezpečuje prívod čerstvého vzduchu a odvod vydýchaného vzduchu z interiéru, ako aj zníženie prenikania hluku z exteriéru. Čerstvý vzduch napomáha koncentrácii a ticho sústredeniu. Toto všetko pasívne domy prinášajú a sú vhodnou voľbou nielen pre obytné budovy, ale aj pre školské stavby či administratívne budovy.

Glosár Rady architektov Európy (ACE, 2013) nazýva toto „prísne a dobrovoľné“ chápanie pasívneho domu „štandardom PD“ a z jeho kritérií uvádza len potrebu tepla na vykurovanie. V chápaní ACE je „pasívny dom“ budovou, v ktorej zabezpečenie pohody a kvality vnútorného prostredia nevyžaduje „aktívne“ (teda technikou zabezpečované) kúrenie, chladenie ani vetranie – toto však nie je, s výnimkou niekoľkých oblastí s extrémne priaznivou klímou, reálne dosiahnuteľné.



Súbor pasívnych bytových domov

na Pantucekgasse vo Viedni (Treberspurg & Partner Architekten ZT) bol postavený za rovnakú cenu ako bežné viedenské sídliská. (foto H. Pifko)

Pasívne domy sú často predmetom nepochopiteľnej skepsy a hoci ich stojí už vyše tridsaťtisíc (a aj na Slovensku pár desiatok), niektorí architekti odmietajú pochopiť princípy veľmi úsporných budov, v ACE odmietli rešpektovať vžitý termín a pririekli mu vcelku nezmyselný význam. Nedá nám tu nespomenúť starý vtíp: *Príde sedliak do ZOO, pred výbehom so žirafou sa zastaví, nedôverčivo na ňu pozerá, nevie sa odtrhnúť... Po záverečnej ho odvádzajú, no on sa ešte pristaví, pozrie znovu na žirafu a zamrmle si popod fúzy: „A predsa nejestvuje také zviera!“* (Ján L. Kalina: Tisíc a jeden vtíp, Archa, 1991, s. 443)



Aktívny dom

Pojem aktívny dom navodzuje akýsi protipól pojmu pasívny dom. V našich podmienkach sa pod týmto pojmom bežne rozumie dom s aktívnou tepelnou bariérou, alebo dom s aktívnym využívaním fotovoltických systémov – na takéto používanie tohto termínu nie sú iné než marketingové dôvody. Pojem „aktívny dom“ má však aj iný význam.

Počas stretnutia asociácie „Aktivehouse“ bola v roku 2010 prijatá Kodanská deklarácia, ktorá definuje pojem aktívny dom vo výrazne širšom kontexte a so snahou dať odpoveď stavebníctvu na environmentálne problémy našej spoločnosti. Sčasti sa opiera o dvadsaťročné skúsenosti navrhovania v nízkoenergetickom a pasívnom štandarde a rozširuje ich o ďalšie kvalitatívne a environmentálne oblasti. Tým sa približuje k holistickým certifikačným metodikám. **Tvorcovia konceptu aktívneho domu sa zameriavajú na rovnováhu energie, vnútornej klímy a vplyv budovy na životné prostredie.**

Energia

Prvoradou snahou je minimalizácia energetických nárokov budovy nielen počas prevádzky, ale aj počas výstavby a likvidácie budovy. V životnom cykle budov je množstvo výrobných a prevádzkových procesov, ktoré sú energeticky náročné a produkujú veľké emisie CO₂.

Snahou je nájsť čo najúspornejšie riešenie s pomocou nástrojov architektonického navrhovania ako sú tvar, materiálové riešenie, veľkosť a orientácia transparentných plôch.

Počas prevádzky sa snažíme pokryť energetické potreby na vykurovanie, chladenie, prípravu teplej vody s čo najväčším podielom obnoviteľných zdrojov a s čo najnižšou produkciou CO₂ (uprednostňujú sa „zelené technológie“ ako tepelné čerpadlá, slnečné kolektory, využitie biomasy). Zostávajúcu potrebu energie je možné pokryť z neobnoviteľných zdrojov s technológiami s čo najväčšou účinnosťou.

Pozitívny je aj posun pri prepočítavaní spotreby na rovnakú porovnávaciu jednotku, ktorou nie je len zaužívaný m², ale aj obyvateľ či užívateľ. Týmto postupom sa dá vyhnúť takým „ekologickým absurdnostiam“, ako je 100 m² byt pre jednu osobu.

Hodnotiace kritériá

- zameranie a optimalizácia návrhu na energetickú efektívnosť
- využitie pasívnych koncepčných riešení na kúrenie a chladenie
- využitie obnoviteľných zdrojov energie
- do energetických výpočtov je zahrnutá aj energia potrebná na výrobu materiálu a emisie CO₂
- jednotkové hodnotenie na meter štvorcový alebo obyvateľa (Active House, 2013)



„Aktívny dom“ Green Lighthouse v areáli kodaňskej univerzity (Christensen & Co. Architects) je prvá „CO₂-neutrálna“ verejná budova v Dánsku.
(foto R. Špaček)

Kvalita vnútornej klímy

Ako už bolo spomenuté, v budovách trávime až 90 % nášho času a preto je nevyhnutné popri energetickej efektívnosti zvyšovať kvalitu vnútorného prostredia. Pre užívanie budovy je toto najrozhodujúcejší faktor – pred estetickým a energetickým hodnotením. Studené sálanie od okien, plesne, príliš chladný vzduch z klimatizácie – to sú len niektoré z problémov, ktoré nás trápia v budovách. Dobrá správa je, že narastajúce požiadavky na energetickú efektívnosť nám pomáhajú kvalitu vnútorného prostredia zvyšovať (viď Pasívny dom). Okrem zateplenia, minimalizácie tepelných mostov a riadeného vetrania s rekuperáciou je kvalita vnútorného prostredia rozšírená o koncepciu prirodzeného osvetlenia všetkých priestorov, tienenia počas leta a zabráneniu oslnenia. O fyziologicky a psychologicky priaznivom pôsobení slnečného žiarenia na človeka existuje dostatok odborných štúdií a výskumov.

A.13

Hodnotiace kritériá

- tepelný komfort v lete a v zime
- osvetlenie a insolácia, zníženie rizika oslnenia
- zaťaženie hlukom
- kvalita vzduchu v interiéri
- vplyv stavebných materiálov na vnútornú klímu (Aktívni dům, 2013)

Životné prostredie

Popri vytváraní umelého obytného prostredia s čo najväčšou energetickou efektívnosťou začínajú nadobúdať čoraz väčší význam materiálové toky v budove počas výstavby, počas prevádzky a po odstránení stavby. Do popredia sa dostávajú ekologické materiály na ktorých výrobu stačí malé množstvo energie, sú recyklovateľné alebo prirodzene odbúrateľné. Takisto v interiéri preferujeme materiály, ktoré majú priaznivé účinky na ľudský organizmus.

Hospodárenie s vodou, zachytávanie vody v krajine a jej čistenie nie je dôležité len pre naše vodné toky, je to aj jeden z účinných nástrojov na prevenciu povodní a zníženie prehrievania sídel.

Hodnotiace kritériá

- spotreba neobnoviteľných zdrojov, hodnotenie stavebných materiálov z hľadiska životného prostredia
- environmentálna záťaž emisií do vzduchu, pôdy a vody
- spotreba pitnej vody a nakladanie s odpadovou vodou
- ohľad na kultúrny a ekologický kontext (Sunlighthouse, 2013)

Koncepcia aktívneho domu je krokom k holistickému prístupu pri posudzovaní budov: od energetickej efektívnosti prechádzame k celkovému posudzovaniu vplyvov budovy na životné prostredie. Niektoré budovy majú pozitívnu CO₂ bilanciu, čo znamená, že množstvo CO₂ „zabudované“ v stavebných materiáloch (v dreve) je väčšie, než budova vyprodukovala počas výstavby a prevádzky. Efektívnym príkladom je Sunlight House v Rakúsku (Sunlighthouse, 2013) – takáto realizácia je významným krokom k udržateľnej výstavbe.



„Aktívny dom“ Sunlighthouse
v Pressbaume (Hein-Troy Architekten)
je prvý „CO₂-neutrálny“
rodinný dom v Rakúsku.
(foto L. Krajcsovics)

Nulový, plusový, autonómny dom

LK

Nulovým domom (Zero Energy Building – ZEB) nazývame budovu, ktorá vyprodukuje počas roka z obnoviteľných zdrojov (aspoň) toľko energie, koľko potrebuje na svoju prevádzku. Potreba primárnej energie je teda **plne pokrytá energiou získanou z prostredia či z obnoviteľných zdrojov** v /na /pri budove Toto pokrytie posudzujeme v ročnej bilancii.

Základným predpokladom pre nulové domy je ultranízkooenergetický až pasívny energetický štandard tak, aby bola dosiahnutá čo najnižšia spotreba energie na vykurovanie a chladenie. Tá vytvára predpoklad pre pokrytie spotreby energie obnoviteľnými zdrojmi napríklad z fotovoltaiických článkov či malých veterných turbín. Trend v energetickej spotrebe a distribúcii smeruje k inteligentným sieťam (Smart grid) a ostrovným energetickým systémom, ktoré dokážu fungovať efektívnejšie.

Potenciál využitia obnoviteľných zdrojov je obmedzený a preto aj v Stratégii Európa 2020 je kladený dôraz na zvýšenie energetickej efektívnosti. (viď Stratégia Európa 2020)

C.1

- zvýšenie energetickej efektívnosti o 20 %
- zvýšenie použitia obnoviteľných zdrojov o 20 %
- zníženie emisií CO₂ o 20 %
- nulový dom dodáva prebytky vyrobenej energie do verejnej siete a v prípade nedostatočnej produkcie „na mieste“ z nej chýbajúcu energiu odoberá – energetická sieť teda slúži ako „akumulátor“ a odpadá problém s dlhodobým skladovaním energie, ktorý predražuje autonómne domy

Autonómny dom dokáže zabezpečiť svoju energetickú spotrebu z vlastných zdrojov, bez napojenia na verejnú energetickú sieť. Príkladom autonómneho fungovania sú napríklad horské chaty.

Podľa toho, ako dodanú či odobranú energiu posudzujeme, hovoríme o rôznych typoch nulových domov.

ND na základe energetickej bilancie, ktorú môžeme počítať na mieste stavby, čo je najjednoduchší spôsob, no neberie do úvahy spôsob získavania energie odoberanej z verejnej siete ani jej environmentálne náklady.

ND na základe bilancie pri zdroji, ktorá počíta s primárnou energiou, zohľadňuje straty pri výrobe a dodávke energie – je to korektnější a odporúčaný prístup, ktorý odráža skutočný prínos nulových domov pre udržateľnosť.

Ekonomicky nulový dom má v rovnováhe celkovú cenu dodanej a odobranej energie. Pre užívateľa je to zaujímavý údaj (dom funguje zadarmo), no meniace sa ceny a podmienky odberu energie môžu posúdenie a porovnávanie skresliť.

Keď hovoríme o nulovom dome, mali by sme spresniť, o ktorý z vyššie uvedených typov nulových domov sa jedná.

Plusový dom je obdobou nulového domu, vyprodukuje však z obnoviteľných zdrojov pre verejnú sieť viac energie, než z nej odoberie. Možno budeme v budúcnosti hľadať na všetky domy ako na malé elektrárne. Ak to dokážeme dosiahnuť tak, aby energetické zisky neboli na úkor kvality architektúry, plusový dom môže byť zaujímavým príspevkom k udržateľnosti výstavby.



Príklad plusového domu
od architekta W. Friedla.
(foto W. Friedl)

V súčasnosti už pozorujeme prvé lastovičky medzi takýmito stavbami hlavne v Nemecku a Rakúsku (budova EnergyBase vo Viedni, budova IQ Aspern).

Energeticky plusová budova za rok vyrobí (aspoň o desatinu) viac primárnej energie, než sama spotrebuje na svoju celkovú prevádzku.

Hodnotenie plusového domu vychádza z ročnej bilancie celkových energetických potrieb budovy a produkcie z obnoviteľných zdrojov (v budove, na budove či v jej blízkom okolí), vyjadrené v hodnotách primárnej energie. Ide o bilančne plusovú budovu. Stavebné riešenie a riešenie technických zariadení spravidla zodpovedá princípom pasívnych domov. Predpokladá sa, že plusový dom je pripojený na energetické siete, do ktorých posieľa svoje energetické prebytky.

Autonómny dom

Energeticky autonómny dom nepotrebuje dodávky energie z verejných sietí, na zabezpečenie jeho prevádzky postačuje energia získaná z miestnych obnoviteľných zdrojov, v prvom rade zo slnečného žiarenia (niekedy preto hovoríme o „ostrovnych“ systémoch). Získanú energiu treba pri autonómnych domoch ukladať pre obdobia jej nedostatku, aby bolo možné celoročné fungovanie aj v čase, keď máme napríklad nedostatok slnečného žiarenia. Táto akumulácia je technicky aj ekonomicky náročná, preto sa s autonómnymi domami stretávame len výnimočne, v extrémnych situáciách (napr. vysokohorská chata) alebo v podobe experimentálnych stavieb pre overenie nových technológií.

Získavanie a skladovanie energie v autonómnych domoch je náročné, preto sa do popredia dostáva snaha o minimalizáciu jej spotreby veľmi úspornými spotrebičmi, bežné je využívanie jednosmerného prúdu. Minimálna potreba energie na vykurovanie a chladenie takéhoto domu je samozrejmosťou.

Doteraz sme hovorili o energetickej sebestačnosti, skutočne autonómne domy sú však nezávislé aj od ostatných verejných sietí, nie sú napojené na verejný vodovod ani na kanalizáciu, vodu získavajú z miestneho zdroja či zo zrážok a odpady aj odpadové vody zneškodňujú a využívajú na mieste.



Vysokohorská chata

- Schiestlhaus (solar4alpin, ARGE pos, Treberspurg & Partner) na Hochschwabe je príkladom budovy, ktorej nezávislosť od energetickej siete dáva zmysel. (foto H. Pifko)
- Monte Rosa (ETH Zurich Department of Architecture) pod Matterhornom. (foto Hwking, WMC, 2013)



Takmer nulový dom



Budova s takmer nulovou potrebou energie je budova s veľmi vysokou energetickou hospodárnosťou, pri ktorej sa potrebné takmer nulové alebo veľmi malé množstvo energie na užívanie takejto budovy dosiahne efektívnou tepelnou ochranou a vo vysokej miere energiou získanou z obnoviteľných zdrojov nachádzajúcich sa v budove alebo v jej blízkosti. (STN 73 0540-2, 2012)

Podľa Smernice 2010/31/EU o energetickej hospodárnosti budov najneskôr po roku 2020 musia byť všetky nové budovy realizované ako budovy s takmer nulovou spotrebou energie na prevádzku (ďalej len TNB).

Dom madridskej univerzity
pre súťaž Solar Decathlon ukazuje možnosť kombinácie efektívnych stavebných konštrukcií s využitím obnoviteľných zdrojov energie.
(foto J. Kubina, WMC, 2013)



Dom s takmer nulovou spotrebou energie by mal byť z hľadiska stavebno-konštrukčného a technického riešenia veľmi efektívny objekt, doplnený o technológie využitia obnoviteľných zdrojov energie priamo v budove, na nej či v jej bezprostrednej blízkosti. Takto získaná energia z obnoviteľných zdrojov by mala v ročnom súhrne pokryť takmer celú potrebu energie na prevádzku nulového domu.

Potreba tepla na vykurovanie
v závislosti od faktoru tvaru
(STN 73 0540-2:2012)

„V súčasnosti sú bytové a nebytové budovy na území Slovenska stavané predovšetkým v energeticky úspornej úrovni výstavby. Sú známe budovy navrhované v nízkoenergetickej úrovni a navrhované a aj postavené budovy v úrovni pasívnych budov. Nie sú známe príklady výstavby a ani prípravy budov s takmer nulovou potrebou energie, ktoré majú iný koncept ako energeticky pasívne domy.“ (Národný plán zameraný na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou potrebou energie – Návrh..., 2013)

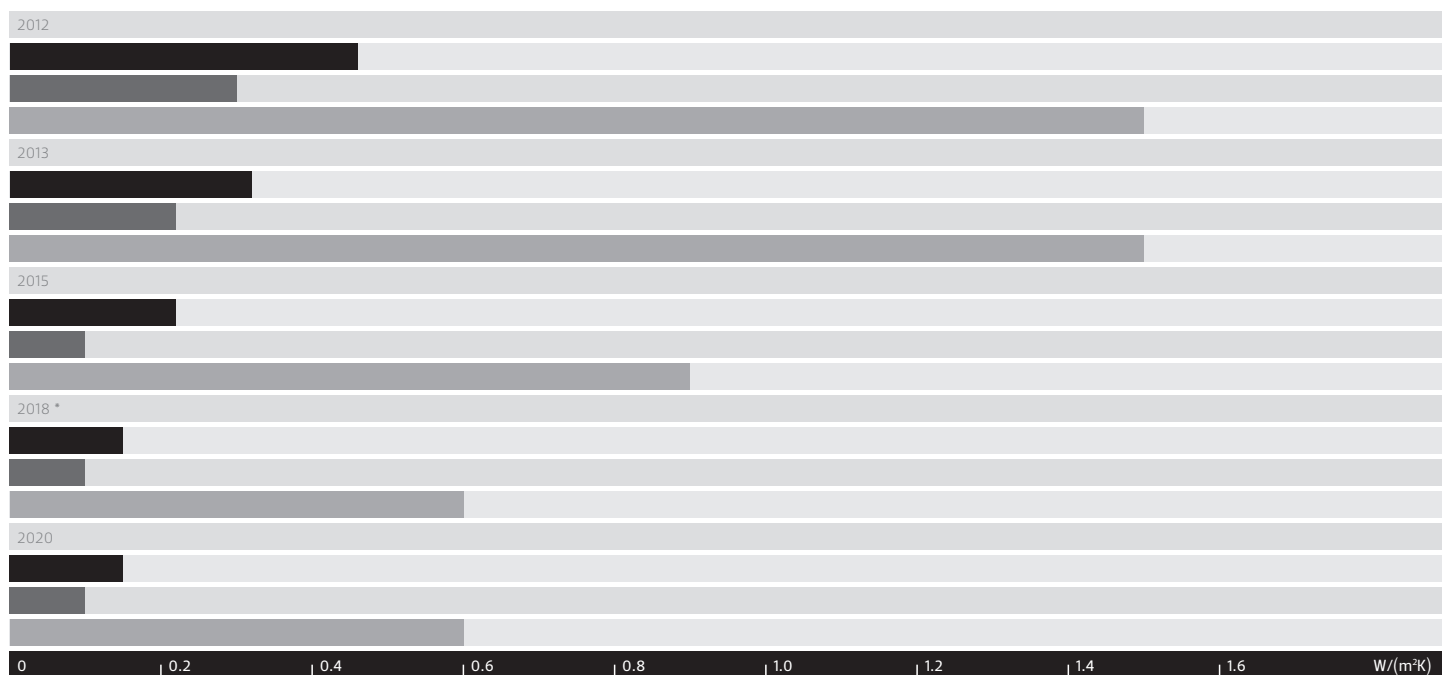
Potreba tepla na vykurovanie $Q_{H, nd}$ (kWh/(m²a))

Faktor tvaru budovy 1/m	$Q_{H, nd, max}$ Maximálna hodnota	$Q_{H, nd, N}$ Normalizovaná (požadovaná) hodnota	$Q_{H, nd, r1}$ Odporúčaná hodnota	$Q_{H, nd, r2}$ Cieľová odporúčaná hodnota
≤ 0,3	70,0	50,0	25,0	12,5
0,4	78,6	57,1	28,55	14,28
0,5	87,1	64,3	32,15	16,08
0,6	95,7	71,4	35,70	17,85
0,7	104,3	78,6	39,3	19,65
0,8	112,9	85,7	42,85	21,43
0,9	121,4	92,9	46,45	23,23
1,0	130,0	100,0	50,0	25,0

„Pre dosiahnutie parametrov TNB je potrebné vychádzať z akceptovania a stanovenia troch na seba nadväzujúcich kritérií (Návrh..., 2013):

- Zníženie mernej potreby tepla na vykurovanie na minimum. Takéto kritérium vyžaduje kvalitný návrh obalových konštrukcií budovy, a predpokladá využitie solárnych a vnútorných ziskov.
- Zníženie potreby primárnej energie na vykurovanie, chladenie, vetranie, prípravu teplej vody a osvetlenie. Kritérium už vyjadruje spojenie stavby a technológií. Má vplyv na zníženie predpokladanej spotreby palív a inej formy energie a lepšie vystihuje environmentálny dopad užívania budovy. Očakávané zníženie potreby primárnej energie približne o 50 % má priamy dopad na zníženie emisií CO₂, ako aj znečisťujúcich látok.
- Značné pokrytie celkovej potreby primárnej energie obnoviteľnými zdrojmi energie. Dodaním energie z obnoviteľných zdrojov energie (ďalej OZE) nachádzajúcich sa v budove alebo v jej blízkosti by sa malo dosiahnuť najmenej 50 %-né zníženie primárnej energie.“

obvodový plášť
strešný plášť
otvorové konštrukcie



„Kvalitná tepelná ochrana obalu budovy je základom, ale nie je zábezpekou dostatočného technického návrhu. Architektonický a technický návrh budovy musí byť vypracovaný s nízkou členitosťou pri cieľenej orientácii zasklených otvorových výplní budovy (s efektívnym využívaním tepelných ziskov), s vylúčením tepelných mostov (so znížením tepelných strát), riadeným vetraním s rekuperáciou. Výrazné úspory energie v budúcnosti však znamenajú zvýšené investičné náklady na začiatku výstavby.“ (Návrh..., 2013)

Postupné sprísňovanie požiadaviek na tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií (Návrh..., 2013)

* údaj platí len pre budovy štátnej a verejnej správy

Potreba tepla na vykurovanie odráža trend sprísňovania tepelnotechnických požiadaviek na konštrukcie. Normalizovaná požadovaná hodnota by mala zodpovedať nízkoenergetickému štandardu požadovanému od 1. januára 2013. Odporúčaná hodnota by mala zodpovedať ultranízkoenergetickému štandardu požadovanému od 1. januára 2016. Cieľová odporúčaná hodnota by mala zodpovedať kritériám TNB požadovaným od 1. januára 2021 pre všetky budovy.



„Splnenie požiadaviek na energetickú úroveň výstavby pre jednotlivé stavebné konštrukcie a príslušné kategórie budov sú len prvým predpokladom dosiahnutia takmer nulovej potreby primárnej energie. Takmer nulovú potrebu energie budovy je potrebné vo vysokej miere zabezpečiť energiou z obnoviteľných zdrojov nachádzajúcich sa v budove alebo v jej blízkosti. Smernica takto posilňuje záväznosť využívania obnoviteľných zdrojov energie (ďalej len OZE) pri výstavbe nových budov.“ (Návrh..., 2013)

Preto sa od 1. januára 2013 sa zaviedla minimálna požiadavka na energetickú hospodárnosť budovy stanovením hodnoty globálneho ukazovateľa – primárnej energie pre nové budovy. Prenieslo sa tak sledovanie čiastkových miest spotreby na jeden ukazovateľ. Zároveň sa doplnili a rozšírili triedy energetickej hospodárnosti budov.

„Priebežné ciele pre dosiahnutie jednotlivých energetických úrovní výstavby sú stanovené v troch časových etapách nasledovne:

- a) nízkoenergetická úroveň výstavby pre nové aj obnovované budovy od 1. januára 2013 daná hornou hranicou energetickej triedy B pre jednotlivé kategórie budov;
- b) ultranízkoenergetická úroveň výstavby pre všetky nové budovy od 1. januára 2016, daná hornou hranicou triedy A1, pre obnovované budovy za predpokladu splnenia podmienok potrebnej úrovne nákladovej optimálnosti;
- c) energetická úroveň budov s takmer nulovou potrebou energie pre nové budovy, ktoré užívajú a vlastní orgány verejnej moci od 1. januára 2019 a všetky nové budovy od 1. januára 2021. Je daná vo vyhláske hornou hranicou energetickej triedy A0 pre globálny ukazovateľ. Pri obnovovaných budovách sa táto hranica energetickej úrovne požaduje len vtedy, ak je to technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné.“ (Vyhláška 364, 2012) Podrobnejšie o energetických triedach budov viď kapitolu Energetická náročnosť budov a jej hodnotenie.



Obytný súbor BedZED
(Beddington Zero Energy Development – Bill Dunster Architects a iní) je prvým „CO₂-neutrálnym“ sídliskom v Anglicku.
(foto T. Chance, WMC, 2013)

Hala strednej školy v obci Klaus
(Dietrich | Untertrifaller Architekten)
– pri veľkých objektoch ako školy či administratívne budovy je jednoduchšie priblížiť sa nulovej spotrebe energie.
(foto H. Pifko)

Architektovi musia byť známe riešenia na navrhovanie v nízkoenergetickom štandarde, už teraz sú pre novostavby povinné a projektovanie v ultranízkoenergetickom štandarde má byť v normách ako štandard od roku 2015. Projektová príprava TNB musí vychádzať z toho, že budova už nie je čistým spotrebičom energie a mení svoju koncepciu, ktorá sa zakladá na využití OZE. Tvar budovy, jej orientácia, kvalitná tepelnoizolačná obálka a otvorové výplne, prispôbené technické zariadenia tvoria súčasť konceptu nových TNB. Projektant ich pri návrhu musí detailne poznať a zohľadniť už v architektonickej štúdii. Rastúca náročnosť práce projektanta by mala len podporiť snahu Slovenskej komory architektov o systémové ďalšie vzdelávanie.

Ani v „našich“ podmienkach už nie je
dosahovanie štandardu TNB nereálnym snom
– dokazuje to objekty spoločnosti Atrea
v Koberovech. (foto Atrea s.r.o.)





Inteligentná budova

Pojem inteligentná budova prevzal vyspelý svet ako synonymum dobre navrhnutej, realizovanej a fungujúcej budovy, ktorá plne spĺňa požiadavky prevádzkovateľov, používateľov a predovšetkým uspokojuje samotných obyvateľov budovy. Samozrejmosťou je, že takáto budova je realizovaná špičkovými technológiami a vybavená progresívnymi zariadeniami a systémami. Dodnes neexistuje univerzálne prijatá definícia inteligentnej budovy. Zdá sa však, že väčšina odborníkov navrhujúcich budovy súhlasí s tvrdením, že „inteligentné budovy nie sú inteligentné, ale môžu inteligentnejších urobiť obyvateľov“. V súčasnosti sa väčšina existujúcich definícií pokúša charakterizovať inteligentnú budovu ako budovu, ktorá je vhodná pre obyvateľov a zabezpečuje komfortnú, správnu a efektívnu prácu a bývanie.

Definícia inteligentnej budovy je odlišná geograficky a zároveň sa jej výklad transformuje v čase. Geografická odlišnosť definície inteligentnej budovy je determinovaná viacerými faktormi:

Prvým sú **ekonomické parametre** krajiny. Na výskum a vývoj v oblasti inteligentných budov musí krajina dosahovať vysoký hrubý domáci produkt, aby mala dostatočné možnosti financovania výskumných úloh v tejto oblasti. (Singapur, ktorý je súčasným popredným producentom inteligentných budov, sa v roku 1985 vypracoval z rozvoje krajiny na piate miesto na svete vo výške HDP). Z tohoto dôvodu sa tejto problematike venujú iba rozvinuté krajiny, ktoré pre progres tejto oblasti zriaďujú inštitúcie jednostranne zamerané na tento problém.

Druhým faktorom je **sociálne prostredie** krajiny. Sociálna štruktúra obyvateľov krajiny produkujúcej inteligentné budovy je väčšinou viazaná na produkciu v oblasti služieb, menej na priemysel a poľnohospodárstvo. Obyvateľstvo musí mať dostatočnú vzdelanosťnú úroveň na produkciu v oblasti elektrotechniky a informačných technológií. V krajine by mal existovať politický systém, schopný legislatívne podporovať tvorbu inteligentných budov. (USA - ich právny systém dovoľuje sprostredkovaný predaj telefónnych služieb, čo bolo významné pre ich uplatnenie v inteligentných budovách).

Tretím faktorom sú **kultúrne tradície** obyvateľov krajiny. Aby bolo možné vytvárať inteligentné budovy, je potrebná tradícia v tejto sfére priemyslu a služieb. (Japonsko, ktoré má vyše 60 ročnú tradíciu v tvorbe elektronických zariadení, ktorého obyvatelia sú fascinovaní najmodernejšími technológiami).

Štvrtým faktorom je **mentalita** obyvateľov. Tá ovplyvňuje najmä požiadavky na inteligentnú budovu. (Čína, kde špecifická mentalita obyvateľov, uprednostnila koncept ekologickej - inteligentnej budovy pred technokratickou budovou).

Tieto štyri faktory do značnej miery ovplyvňujú definíciu inteligentnej budovy a zároveň vysvetľujú, prečo sa koncept tvorby inteligentných budov natoľko geograficky odlišuje.

Transformácia definície inteligentnej budovy v čase je nezvratným procesom. Nedá sa ohraničiť a je neľahké ju predikovať. V súčasnosti je možné rozdeliť vývoj definície do troch etáp:

ekonomické parametre

sociálne parametre

kultúrne tradície

naturel obyvateľov

- **Prvá etapa** (1982 - 1986) chápala inteligenciu budov ako ich automatizáciu. Začala sa realizáciou prvej administratívnej budovy v Dallase v roku 1982.
- **Druhá etapa** (1986 - 1992) vysvetľovala inteligenciu ako schopnosť budovy reagovať na meniace sa potreby.
- **Tretie etapa** (1992 - trvá) vysvetľuje inteligenciu budov ako schopnosť budovy efektívne uspokojiť meniace sa potreby užívateľov. Vývoj inteligentných budov tak smeruje od schopnosti stavby k potrebám užívateľa.

Definícia inteligentných budov v Európe

Európska skupina pre inteligentné budovy, založená v Anglicku, definovala inteligentnú budovu ako budovu, ktorá: „Vytvára také vnútorné prostredie, ktoré maximalizuje schopnosť správnej činnosti obyvateľov budovy, a zároveň umožňuje účinný manažment zdrojov s minimálnymi nákladmi na zariadenia a vybavenie počas životnosti budovy“. (Building Intelligence Group, 2007)

Podľa tejto definície projektanti a dodávatelia budov potrebujú presne vedieť, aký druh zdrojov majú navrhnuť a realizovať, aby budova bola výnosná a aj schopná vyhovieť rastúcim zložitým požiadavkám užívateľov.

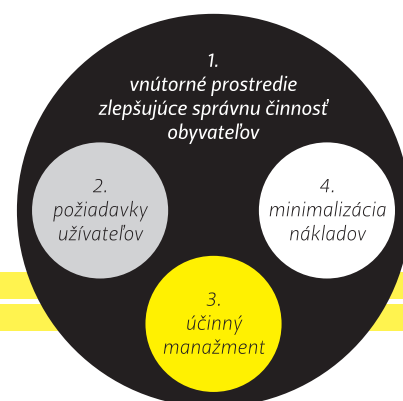
Definícia inteligentných budov v ďalších krajinách

Podľa amerického Ústavu pre inteligentné budovy (Intelligent Buildings Institute, IBI) je inteligentná budova (intelligent building) takou budovou, ktorá zabezpečuje produktívne a nákladovo efektívne prostredie pomocou optimalizácie štyroch základných prvkov - stavebnej konštrukcie, technických zariadení, služieb a manažmentu a ich vzájomných vzťahov. Originálny pojem intelligent building alebo smart building využívaný v USA je na Slovensku prekladaný ako inteligentná budova. Podľa IBI: „Skutočne jedinou charakteristikou, ktorú majú inteligentné budovy v USA spoločnú, je stavebná konštrukcia navrhnutá tak, aby sa mohla prispôsobiť zmenám, a to vhodným a nákladovo nenáročným spôsobom.“ (Intelligent buildings..., 2007)

V Singapore Ministerstvo verejných prác stanovilo, že inteligentná budova musí spĺňať tri podmienky:

1. Budova má vyspelé systémy automatického riadenia na monitorovanie rôznych zariadení zahŕňajúcich vykurovanie, klimatizáciu a osvetlenie, bezpečnostné a protipožiarne systémy atď., aby sa zabezpečilo komfortné pracovné prostredie pre obyvateľov.
2. Budova má mať dobrú infraštruktúru sietí na zabezpečenie toku dát medzi podlažiami.
3. Budova má poskytovať adekvátne možnosti telekomunikácie.

Geografická odlišnosť
definície inteligentnej budovy
(schéma B. Puškár)



Definícia inteligentnej budovy v Európe
(podľa Building Intelligence Group, 2007)

„Inteligentné budovy v Japonsku vznikli v inom sociálnom a administratívnom prostredí, ako inteligentné budovy v USA“, zdôrazňuje odborník na inteligentné budovy J. J. Kim (1996). Japonské inteligentné budovy musia byť navrhnuté tak, aby vyhovovali japonskej kultúre. Posudzujú sa podľa štyroch aspektov:

- Podľa funkcie centra na prijímanie a vysielanie informácií a podporu účinnosti manažmentu.
- Podľa miery uspokojenia a vhodnosti prostredia pre ľudí pracujúcich v budove.
- Podľa racionálnosti správy budovy na zabezpečenie starostlivejších administratívnych služieb za nižšie ceny.
- Podľa rýchlosti, pružnosti a ekonomických odoziev na meniace sa sociálne prostredie, rôznu a zložitú kancelársku prácu a obchodné stratégie.

Podľa slovenského odborníka na inteligentné budovy P. Ehrenwalda: „Japonský spôsob definície inteligentnej budovy sa považuje za vhodnejší na vytvorenie univerzálnej definície inteligentnej budovy pre Áziu, ale je rozšíriteľný aj na celý svet. Výskumné stredisko pre inteligentné budovy na univerzite v Hongkongu navrhlo dvojúrovňovú stratégiu pre definovanie inteligentnej budovy“, ktorá určuje osem „modulov kvality prostredia (na druhej úrovni je určitý počet zariadení alebo kľúčových prvkov, ktorý sa dá rozširovať):

- environmentálne priaznivé zachovanie zdravia a energie
- využitie a pružnosť priestorov
- náklady na prevádzku a údržbu po dobu životnosti budovy
- komfort pre ľudí
- výkonnosť práce
- odolnosť voči požiaru
- kultúra
- imidž špičkovej technológie

„Inteligentná budova je navrhnutá a realizovaná na základe vhodného výberu modulov kvality prostredia tak, aby vyhovovala požiadavkám užívateľov, pričom vhodné vybavenie budovy sa volí tak, aby sa dosiahla dlhodobá hodnota budovy.“ (Ehrenwald, 1999)

Pre definovanie inteligentnej obytnej budovy na Slovensku je dôležité, aby rešpektovala ekonomické parametre, sociálne prostredie, kultúrne tradície, a mentalitu obyvateľov Slovenska. Jediná adaptabilná definícia inteligentnej budovy vhodná pre Slovensko, ktorá vyplynula z analýzy definícií v USA, Európe a v štátoch Ázie, je definícia formulovaná vedcami z univerzity v Hongkongu. Definícia je prispôsobiteľná zmenám spôsobených transformáciou definície v čase a jej formulácia umožňuje jednoduché vyjadrenie potrieb užívateľa.

Hongkongská definícia inteligentnej budovy je revolučná v dvoch úrovniach, ktoré primárne zohľadňujú potreby užívateľa pri tvorbe inteligentnej budovy. Zariadenia a technológie sa stávajú iba sprostredkovateľmi požiadaviek a predstáv obyvateľov. Dostávajú sa tak na nižšiu hierarchickú úroveň, ako potreby a požiadavky.

Tento prístup je prínosný najmä v oblasti inteligentných obytných budov, kde by budova mala užívateľovi slúžiť, a táto požiadavka by mala byť prioritná.

Realizácia inteligentnej budovy v Singapure
Marina Bay Sands, arch. Moshe Safdie
(foto W. Cho)

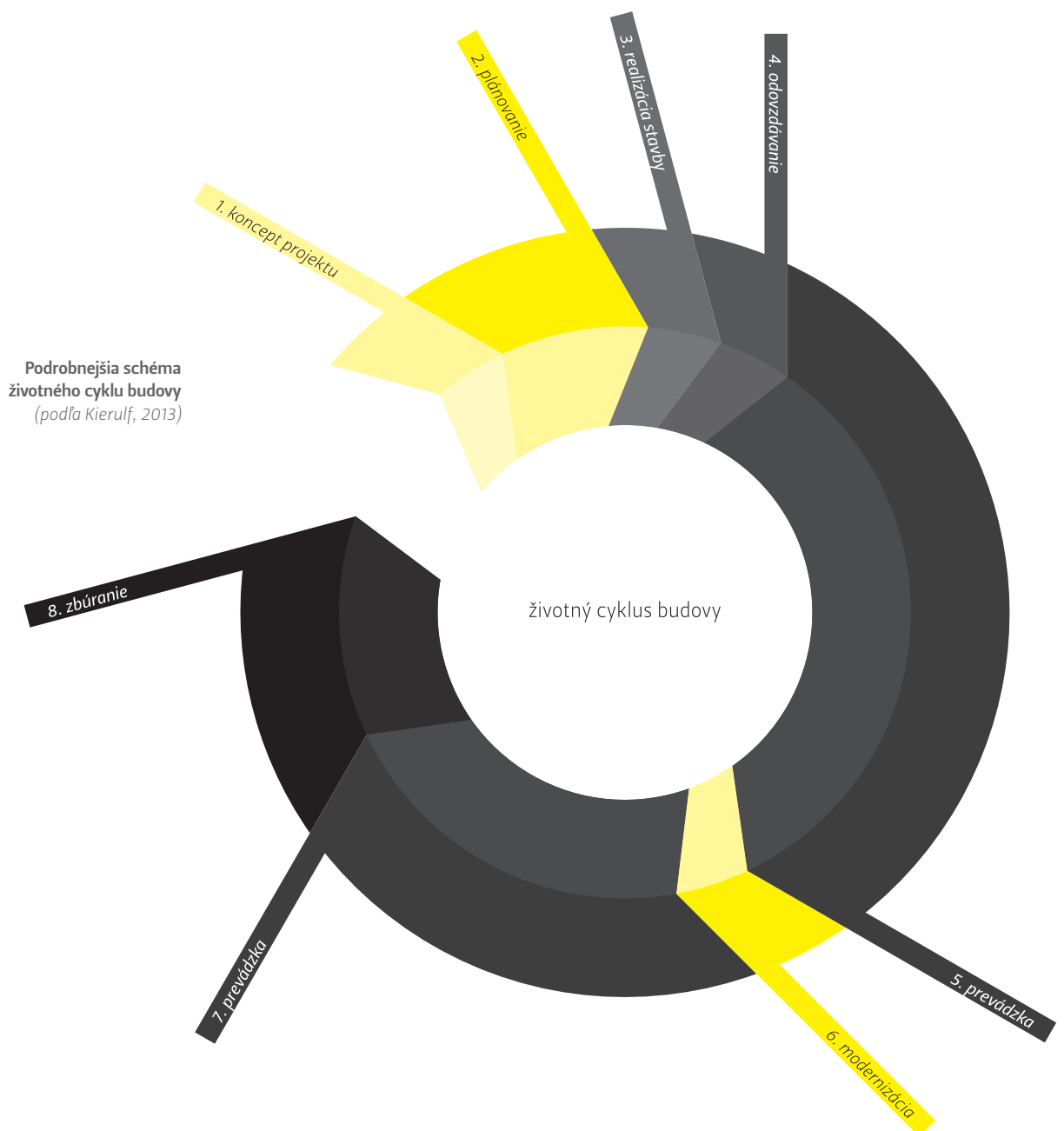


Posúdenie životného cyklu budovy

HP

Životným cyklom budovy nazývame súhrn všetkých etáp jej existencie – podobne ako pri štúdiu života organizmu sa zaoberáme zrodom, vývojom, aktívnym „životom“ a zánikom budovy. Posúdenie životného cyklu (Life-Cycle Assessment - LCA) budovy je komplexná analýza vplyvov stavby od ťažby surovín pre stavebné materiály až po likvidáciu odpadu po zániku budovy, teda „od kolísky po hrob“ (alebo „od kolísky po kolísku“, ak vo väčšej miere využijeme recykláciu).

Vplyvy budovy posudzujeme čo najkomplexnejšie, ťažiskovo z hľadiska životného prostredia, no niekedy sa sústreďujeme na vybrané hľadiská, napríklad CO₂ bilanciu alebo energetickú bilanciu od „zabudovanej“ energie cez súhrn prevádzkovej spotreby počas všetkých rokov existencie stavby až po potrebu energie na likvidáciu či recykláciu objektu na konci jeho existencie. Z posúdenia LCA by mali vychádzať všetky schémy hodnotenia udržateľnosti budov a urbanistických súborov.



Vo všeobecnosti životný cyklus delíme do štyroch fáz (či do troch, ak prvé dve fázy spojíme):

Získavanie surovín

Úplný životný cyklus produktu začína získavaním obnoviteľných i neobnoviteľných surovín a energetických zdrojov z prostredia. Jedná sa napríklad o ťažbu dreva alebo ropy či o dolovanie rúd. Do tohto štádia je zahrnutá aj doprava surovín z miesta ich získavania do miesta ďalšieho spracovania.

Výroba

V štádiu výroby sú suroviny premieňané na produkt a dopravované ku spotrebiteľovi. Samotné štádium výroby sa skladá z premeny surovín na materiály potrebné na výrobu produktu, z výroby a kompletizácie vlastného produktu. Pri bežných priemyselných produktoch pribúda k tomu balenie, ktoré je nutné pre distribúciu k spotrebiteľovi – v prípade budov túto fázu završuje samotná výstavba objektu.

Užívanie produktu

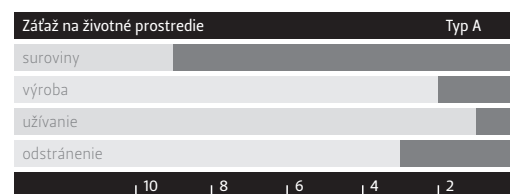
Vyrobený produkt je v tomto štádiu spotrebovávaný a využívaný. Sú sem zahrnuté energetické a surovinové požiadavky na prevádzku, využitie, opravy či uskladnenie. Pri budovách sú to prevádzkové nároky (v prvom rade energetické) a investície do údržby stavby.

Odstránenie

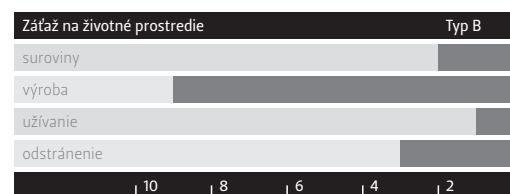
Keď spotrebiteľ už produkt nepoužíva, príde na rad štádium odstránenia. Tu berieme do úvahy energetické a materiálové nároky na odstránenie, znovuvyužitie, prípadne recykláciu produktu (viď Recyklácia), v našom prípade budovy. Rovnako ako v ostatných etapách cyklu života tu posudzujeme, aké sú vplyvy týchto procesov na životné prostredie...

Pri LCA budov pred týmito „všeobecnými“ fázami životného cyklu budovy dopĺňame etapy predprojektovej a projektovej prípravy stavby (viď schéma) – architektonický koncept budovy, o ktorom v tejto „predvýrobnej“ fáze rozhodujeme, určuje vo veľkej miere vplyvy budovy na prostredie počas celej jej životnosti, a na rozdiel od bežných priemyselných výrobkov je táto etapa pre (takmer) každú stavbu individuálne riešená, špecifická...

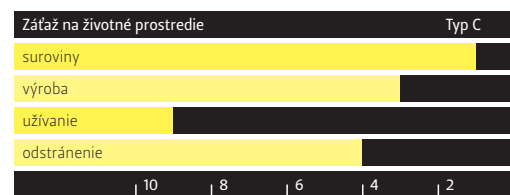
Aby sme mohli seriózne posúdiť životný cyklus budovy, potrebujeme poznať „environmentálne náklady“ použitých materiálov, výrobkov (a tiež nákladov dopravy, výroby energie pre prevádzku, dodávok vody, odstraňovania odpadov, recyklácie...). Pre posúdenie stavebných materiálov a ich zahrnutie do výpočtov LCA potrebujeme informácie, ktoré sú v katalógoch environmentálnych profilov stavebných materiálov a konštrukcií. Tieto informácie sa líšia pre jednotlivé krajiny či regióny, zatiaľ je nám najbližší český katalóg EnviMat (EnviMat, 2013). Analýzy potrebné na zistenie potrebných vlastností sa riadia normou ISO 14040 a sú zhrnuté v environmentálnom vyhlásení o produkte (ISO 14025), ktoré je podmienkou certifikácie a zaradenia materiálu či produktu do katalógu EnviMat či do podobnej databázy.



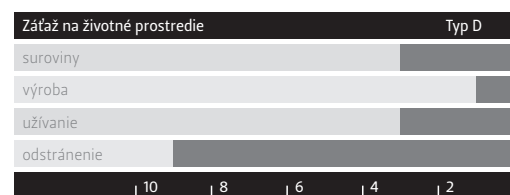
Typ A: spotrebný materiál; intenzívna produkcia (napr. jednorázový obal)



Typ B: náročná výroba; intenzívna produkcia (napr. notebook, papierové výrobky)



Typ C: dlhodobý produkt spotrebujúci energiu a zdroje (napr. automobily, prístroje, budovy – moderné konštrukcie)



Typ D: produkt so špecifickou likvidáciou (napr. jednorázové plienky)

Rôzne typy produktov z hľadiska LCA

– do tretieho typu (s prevahou vplyvov užívania) patria aj budovy. (podľa Kočí, 2011)

[Redacted text block 1]

[Redacted text block 2]

[Redacted text block 3]

[Redacted text block 4]

[Redacted text block 5]

Navrhovanie udržateľných budov

B

V čom spočíva tajomstvo tvorby vôbec a architektonickej tvorby konkrétne? Na túto otázku hľadajú odpoveď metodológovia tvorby a psychológovia. Každý architekt pozná strach z plochy bieleho papiera a hrotu ceruzky, ktorý s ostychom položíme na biele nič. Potom začína fungovať spojenie medzi mozgom a rukou, rodí sa proces rozhodovania v línii oko, mozog, ruka... Toto „trápenie“ poznáme my učители, keď položíme biely nepopísaný papier pred biele nepopísané mysle študentov.

V našom prípade sme sa v časti A snažili ukázať sumu poznatkov, na základe ktorých môžeme robiť zodpovedné tvorivé rozhodnutia.

V koncepte udržateľnej architektúry vychádzame z požiadavky na vytváranie čo najkvalitnejšieho prostredia (viď B.2) pri minimálnych negatívnych environmentálnych vplyvoch. Je pri tom potrebný celostný (čiže holistický) prístup, počínajúci sídelným konceptom, voľbou lokality a urbanistickým konceptom územia (viď C.4, C.5) cez starostlivú voľbu konceptu architektúry (viď B.1, B.4) a riešenie konštrukcií i technológií konceptu (viď B.5, B.6) s ohľadom na celý cyklus životnosti stavby, v ktorom zohľadňujeme aj zdroje surovín a energií, „ekologickú“ bilanciu použitých materiálov, kvalitu vytváraného prostredia (viď C.8)...

Udržateľný architektonický koncept začína umiestnením stavby v sídelnom systéme. Je absurdné stavať niekde v „sídelnej kaši“ predmestí nízkoenergetické domy, a potom minúť viac energie pri každodenných cestách autom než na celú prevádzku domu (o kvalite života tráveného v dopravných zápchach ani nehovoriac). Konkrétne lokalita sa do fungovania domu premietne svojou klímou, mikroklimatickými podmienkami ovplyvnenými terénom, okolím stavby, okolitou vegetáciou a zástavbou (zatienenie, ochrana pred vetrom), možnou orientáciou presklených fasád domu a limitmi architektonického riešenia. Klímu si spravidla nemôžeme vybrať (mierna a v zime snečná je ideálom), pri bezprostrednom okolí domu uprednostňujeme možnosť pasívneho využitia slnečnej energie (orientácia hlavnej fasády na juh, minimálne tienenie okolitými objektmi či prírodnými prvkami) – geomorfológia a ochrana pred vetrom sú pri tesných a dobre izolovaných objektoch menej dôležité. Riešenie môžeme prispôsobiť aj miestnej dostupnosti stavebných materiálov.

Úžitok zo stavby je ovplyvnený najmä architektonickým riešením objektu, ktoré ovplyvňuje jeho vzhľad a určuje kompaktnosť budovy (faktor tvaru). Pre udržateľnú architektúru je výhodou kompaktný tvar „izolačného obalu“ – ak chceme hmotu domu oživiť, uprednostníme medzipriestory a pristavené prvky. Efektívnosť dispozičného riešenia je dôležitá najmä z „architektonických“ dôvodov, no pomer investície (materiál, energia, prevádzkové náklady) k úžitku (obytná či úžitková plocha) je priaznivejší v objektoch bez zbytočných komunikácií a nevyužitých priestorov. Optimálny podiel zasklených plôch určujeme výpočtom pre konkrétnu klímu – na juh otočené nezatienené okno vo vykurovacom období spravidla získa zo Slnka viac energie, než cezeň unikne. Na druhej strane dôsledné tienenie veľkých zasklení je nevyhnutnosťou, keď chceme udržať tepelnú pohodu aj v lete. Popri kompaktnosti a snahy o južnú orientáciu sa často snažíme o integráciu aktívnych solárnych systémov do architektonického riešenia, požiadavkám udržateľnosti prispôbujeme materiálové a konštrukčné riešenie (vyhýbajúc sa tepelným mostom a netesnostiam) i použité technológie súvisiace s energetickými a materiálovými tokmi v architektúre.

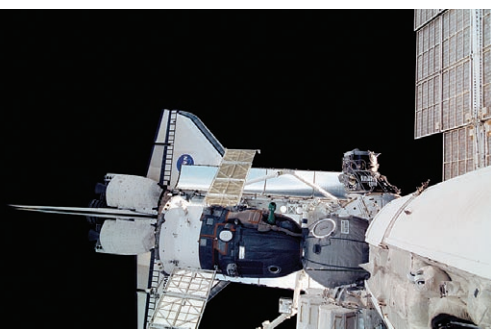
Niektoré témy, ktorým sa v časti o navrhovaní udržateľných budov venujeme, do istej miery opakujú veci, ktorým sme sa venovali v úvodných kapitolách. Nechceli sme všetky tieto duplicity zredukovať odkazmi, uprednostnili sme pohodlnú čitateľnosť textu.



Tvorivá sebareflexia
v podaní M. C. Eschera.
(*Hand...*, 2013)

Ekologický algoritmus navrhovania

JK



Extrémny ekologického algoritmu:
senník v Bielych Karpatoch postavený výlučne z miestnych materiálov: drevo, hlina, slama... a Space Shuttle pripojený ku kozmickej stanici.
(foto J. Kepll a spaceflight.nasa.gov – WMC, 2013)

Domy na kopaniciach
na južných svahoch Bielych Karpát.
Zo severu sú chránene horou, ale aj vegetáciou pred účinkami svahových vetrov.
(foto J. Kepll)

Ekologický koncept architektonickej tvorby predstavuje vo svojej podstate vzájomnú harmonickú väzbu troch činiteľov: človeka, architektúry a prírody. Jeden z relatívne komplexných postupov ekologicky motivovaného navrhovania budov je algoritmus načrtnutý profesorom Ralphom Knowlesom zo Školy architektúry na Univerzite Južnej Kalifornie v Los Angeles (Knowles 1974, 2006), ktorý sme tu dopracovali. Algoritmus vychádza z princípu navrhovania v súlade s prostredím (myšlienka bioklimatickej architektúry – viď Ekologická architektúra) a využitia daností prostredia, lokality a prírodných síl, hlavne Slnka a vetra, v prospech fungovania navrhovaného objektu. Saží sa pritom pracovať predovšetkým s tými nástrojmi, na ktoré má architekt vplyv.

A.4

V algoritme sa pohybujeme v dvoch extrémnych /krajných /limitných polohách: prvá je tzv. dom Robinsona, kde prístrešie /obydlie /budova v maximálnej miere reaguje na miestne klimatické podmienky a je postavený z výlučne miestnych materiálov, druhá je „kozmickej stanice“, v ktorej obývatelné prostredie je vytvorené za pomoci dômyselných technických zariadení, je nezávislé od okolitého prostredia, ale úplne závislé na nepretržitej dodávke energie do systému.

Miesto

Prvým krokom v algoritme je vyhľadávanie miesta, ktoré je pre osídlenie či dom najvhodnejšie. Optimálnym miestom by bolo také miesto, kde vytvoriť obývatelné prostredie by znamenalo len minimálnu korekciu prostredia. Ak by sme si mohli vyberať, vhodnou lokalitou by bol napr. ostrov Bali v Indonézii, kde miestne klimatické podmienky si vyžadujú len minimálnu úpravu prostredia, t. j. vystačíme s jednoduchým prístreším postaveným z miestnych materiálov.

Zvyčajne sa nám ale táto možnosť neponúka a sme viazaní na konkrétne podnebné pásmo, krajinu, oblasť, lokalitu. Ak je lokalita zadaná, čo je vo väčšine prípadov štandardná situácia, vychádzajme z prepočítania, že si môžeme vybrať optimálne miesto pre náš dom. Miestna klíma a miestne stavebné materiály boli základnými formotvornými činiteľmi ľudového staviteľstva.

Fyzikálne vlastnosti prostredia môžu byť modifikované charakterom konkrétnej lokality. Významnými prvkami/črtami danej lokality sú: terén, povrchy, vegetácia a okolie budúcej stavby.

Terén

Morfológia terénu má vplyv na prúdenie vzduchu a na rozloženie vzduchových vrstiev podľa teploty. Na rovine sú tieto vplyvy relatívne vyrovnané, povrch je vystavený rovnomernému oslneniu a nepredstavuje prekážku prúdeniu vzduchu. V zvlnenom teréne sa v dôsledku nerovnomerného ohrievania zemského povrchu menia miestne klimatické pomery v závislosti od oslnenia jednotlivých povrchov a ich orientácii k prevládajúcim vetrom v danej lokalite, objavujú sa miestne údolné a svahové vetry. Vzhľadom na prúdenie a teplotné rozvrstvenie vzduchu na zástavbu je vhodnejšie využiť úbočia (najlepšie južné) než hrebene a údolia. Na hrebeňoch je budova vystavená priamemu posobeniu vetra, v dolinách sa zase udržiava studený vzduch.

B.1



Učebnicový príklad osadenia domu do terénu
Dom na útese nad St. Bridge's Bay vo Walese (arch. J. Kaplický) je čiastočne zapustený do násypu a krytý trávnatým kobercom, jeho jedinou fasádou je „rybie oko“, ktoré pozerá smerom na more.
(foto D. Darbshire, ARPS)



Termosnímká Atlanty:

v lete na 50°C zohriate strechy a horúce uličné koridory kontrastujú s príjemnou teplotou zazelenených plôch. (zdroj Ryanjo, WMC, 2013)

Peristyl – nástupný priestor do múzea Paula Gettyho v Malibu

(kópia antickej vily dei Papiri z Herkulánea) – vodná plocha ako regulátor mikroklimy. (foto J. Kepl)

Porovnaním energetickej náročnosti budov rôzne umiestnených v teréne je zrejмый vplyv tvarovania a orientácie terénu na energetickú bilanciu budov. Príkladom vhodného osadenia budov do terénu sú už spomínané objekty ľudového stavitelstva v horských oblastiach, na kopaniciach a lazoch. Väčšinou sú zastavané južné, juhovýchodne a juhozápadné úbočia, alebo úbočia chránené pred priamymi účinkami studených severných vetrov.

Inak sa javí veterná expozícia pri tesných a dobre izolovaných domoch. Podľa O. Humma (1999) rozdiel v energetických stratách chránenej a silne exponovanej steny tvorí len 2 %...

Povrchy

Druh povrchov v bezprostrednom okolí budovy má vplyv na teplotu okolia, odraz alebo pohltenie slnečného žiarenia, rozvrstvenie vzduchu a jeho prúdenie. Rôzne druhy povrchov rôzne pohlcujú alebo vyžarujú dopadajúce slnečné lúče. Schopnosť akumulovať alebo vyžiariť zachytenú energiu sa líši podľa druhu materiálu, ale i jeho sfarbenia.

Klímu tak globálnu, ako aj lokálnu významne ovplyvňujú vodné plochy, zmiernujú výkyvy teploty v okolí a usmerňujú prúdenie vzduchu, čo je dôležité pre prirodzené vetranie danej lokality i budov. Pri väčších vodných plochách (jazero, more) voda udržiava stabilnejšiu teplotu ako zem, ktorá je cez deň teplejšia a v noci chladnejšia. Cez deň tak chladnejší vzduch prúdi z vodnej plochy na pevninu. Toto prúdenie spôsobuje ohrievanie zeme a stúpanie teplého vzduchu nahor. Na jeho miesto sa tlačí studený vzduch od vody. V noci, keď sa zem ochladí studený vzduch od súše klesá k vodnej ploche, kde sa oteplí/ohreje a stúpa nahor. Významný je vplyv vodných plôch najmä v teplých klimatických oblastiach, kde jej účinok je vítaný najmä na ochladzovanie. Fontány, bazény a nádrže s vodou tu sú bežným doplnkom budov a komplexov.

Vegetácia

Významný vplyv na miestnu mikroklimu má aj vegetácia. Vysoká zeleň nielenže ovplyvňuje teplotu a vlhkosť vzduchu v jej bezprostrednom okolí, ale hlavne modifikuje prúdenie vzduchu, čo má vplyv na energetickú bilanciu budov.

Porovnanie vplyvov zelene na energetickú bilanciu budov

situovaných v rôznej polohe voči porastu v listnatom a ihličnatom poraste k domu na rovine v otvorenom teréne. (schéma J. Kepl)

- (a) zatienené miesto v ihličnatom lese,
- (b) južný svah krytý stromami,
- (c) otvorená rovina,
- (d) južný okraj lesa,
- (e) riedky listnatý les



Okolie

Podrobná analýza oslnenia a zatienu staveniska a argumenty, že po 15:00 zamýšľaný dom bude v kritický deň (podľa normy) tieniť susedovi, sa môžu ukázať ako zbytočné, keď Slnko v uvedený deň zapadne za neďaleký kopec už o 14:50.

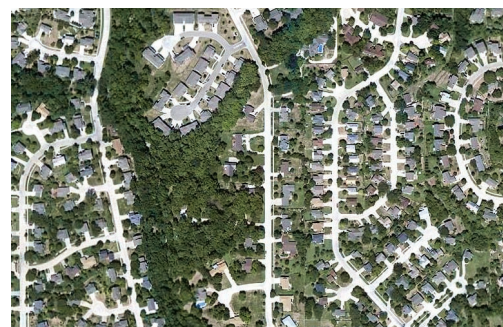
Prvý krok je výber miesta a jeho bezprostredné okolie, hlavne poloha voči Slnku a vetru, druh povrchov a vegetácia majú významný podiel na energetickej náročnosti domu. Vhodne umiestnenie domu predstavuje v niektorých prípadoch výrazné zníženie energetickej náročnosti. Na druhej strane, ak miesto určené na výstavbu je nevýhodnejšie a znamená vyššie energetické nároky, je možné ich čiastočne eliminovať takým návrhom, ktorý s negatívnymi vplyvmi počíta. Tieto činitele môžu mať vplyv na architektonický koncept budovy, jej priestorové usporiadania, otvorenosť, resp. uzavretosť priečelí, materiálové a konštrukčné riešenia objektu.

Zástavba

Ak máme pre výstavbu určenú lokalitu, môžeme ju do istej miery optimalizovať formou zástavby: hustotou, formou, spôsobom zástavby a vhodnou orientáciou jednotlivých priestorov a objektov k svetovým stranám. Takto je možné eliminovať nevhodné pôsobenie prúdenia vzduchu či regulovať oslnenie a zatienu jednotlivých objektov.

Hustota zástavby

Rozptýlená zástavba je energeticky náročnejšia než kompaktná zástavba. Energeticky najnáročnejšie sú malé solitérne objekty – samostatne stojace rodinné domy. Výhodnejšie sú domy v radovej zástavbe a najmä vo väčších bytových domoch. V urbanistickom riešení je z energieckého hľadiska výhodná sústredená kompaktná zástavba.



Intenzívna zástavba centra Los Angeles a príklad riedkej zástavby na predmestí.

V prípade uličnej siete centra LA je zaujímavé, že ulice nie sú orientované S-J a V-Z ako vo väčšine amerických miest, ale raster je pootočený cca o 40°, kopírujúc uličnú sieť pôvodného španielskeho osídlenia.

(foto ©2013 TerraMetrics, údaje máp ©2013 Google a J. Kepll)

- „Umelé pahorky“ vytvorené **Friedensreichom Hundertwasserom** v kúpeľoch Bad Blumau v Rakúsku sú v súlade s okolitou krajinou – výtvarné gesto je tu podstatnejšie než prípadné úspory energie. (foto *Intentionalart*, WMC, 2013)



zima / ráno



zima / popoludnie



zima / večer



leto / ráno



leto / popoludnie



leto / večer

Orientácia zástavby

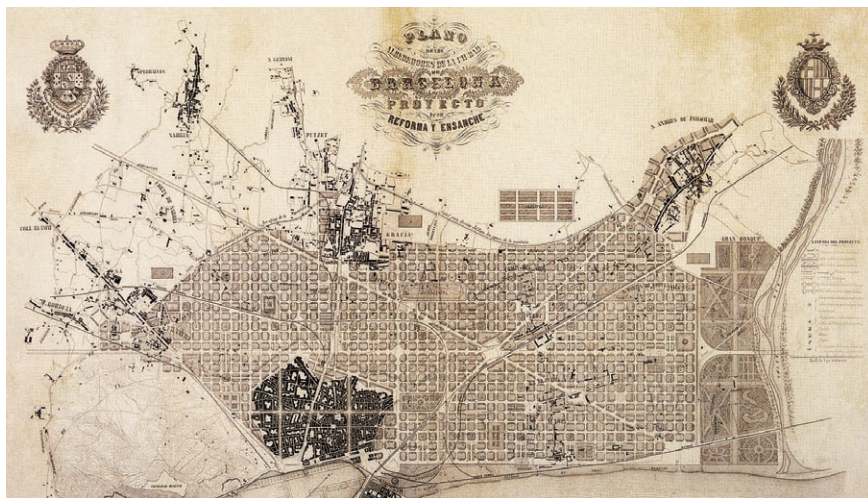
Orientácia úľíc v smere sever – juh, východ – západ má v letnom i zimnom období značne nerovnomerné rozdelenie oslnenia a zatienenia. Takáto orientácia úľíc je typická pre americké mestá. Pre mestá Stredomoria bol typický raster pootočený o 45° („Spanish grid“), čím dosiahli rovnomernejšie oslnenie a zatienenie tak priestorov úľíc, ako aj priečelí budov.

Katalánsky urbanista Ildefons Cerda zvolil štvorcový raster pre projekt rozšírenia Barcelony (1859). Ak si na ilustrácii všimneme „severku“ vidíme, že raster uličnej siete je pootočený o 45°. Vychádzal z tradície a empirie alebo sa opieral aj o vlastné pozorovania?

Rôzne zohrievanie povrchov má vplyv na pomery prúdenia vzduchu v uliciach kompaktnej zástavby. V letnom období prevláda snaha odvieť prebytočné teplo vetraním, resp. zvýšiť rýchlosť prúdiaceho vzduchu a tým i odvedenie produkovaného tepla z povrchu tela. Tomu zodpovedá snaha orientovať budovu smerom k prevládajúcim letným vánkom a podporiť tak prirodzené vetranie (v tejto fáze algoritmu sa snažíme o využitie prírodných síl a vylúčenie energeticky náročných technických zariadení).

Barcelona v pláne i realite: „španielsky“ raster ulíc.

(zdroj I. Cerdà/Sunyer, WMC, 2013 a foto © 2013 TerraMetrics, údaje máp ©2013 Google)



Alternatívy natočenia uličného rastra

- pootočený „španielsky“ sa javí vhodnejším (vľavo S-J/V-Z raster, vpravo „španielsky“).
(zdroj J. Legény)

Objekt

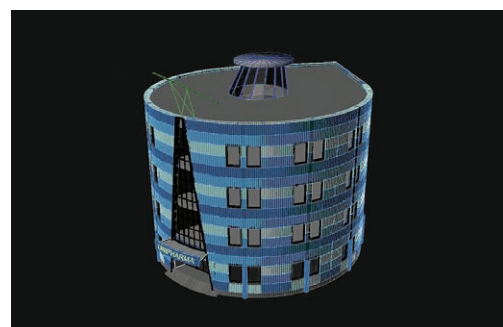
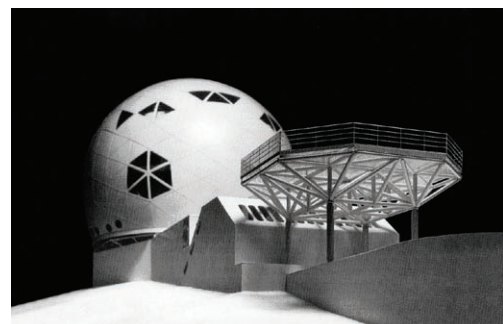
Ak sme vyčerpali možnosti získať energetické úspory situovaním na vhodnom mieste alebo sformovaním okolia vhodnou zástavbou, riešime parametre samotného stavebného objektu: jeho veľkosť, tvar, charakter obvodových konštrukcií, priestorové usporiadanie, konštrukčný systém a použité stavebné materiály.

Veľkosť a tvar

Veľkosť a tvar objektu je základnou geometrickou charakteristikou, ktorá nám určuje mieru vplyvu vonkajšieho prostredia na vnútorné prostredie budovy – tomuto sa venujeme v časti o faktore tvaru (viď Faktor tvaru). Niekedy ho obrazne vyjadrujeme ako *efekt myši a slona* – veľký slon je menej citlivý na vonkajšie vplyvy než malá myš s relatívne veľkou potrebou energie. Pokiaľ ide o tvar, z hľadiska tepelných strát objektu je najvhodnejšia čo najmenšia ochladzovaná plocha obvodového plášťa: teoreticky guľa, polguľa, no aj iné kompaktné a jednoduché tvary.

Zredukovaním povrchovej plochy budovy sa znižuje prenos tepelnej energie. Podľa pravidiel geometrie, ako najvýhodnejší tvar sa javí guľa, ktorá má najmenší povrch pri najväčšom objeme. Jej použitie, síce zriedkavé, bolo motivované práve snahou o minimalizáciu tepelných strát v náročných klimatických podmienkach.

Zložitosť tvaru budovy nemusí byť jednoznačne negatívnym činiteľom – v oblastiach s nadbytkom slnečného žiarenia je členitá budova výhodná z hľadiska tienenia jednotlivých jej častí a zníženia prehrievania exteriérových plôch i stavebných konštrukcií. Príkladom tohto prístupu sú mestá Stredomoria.

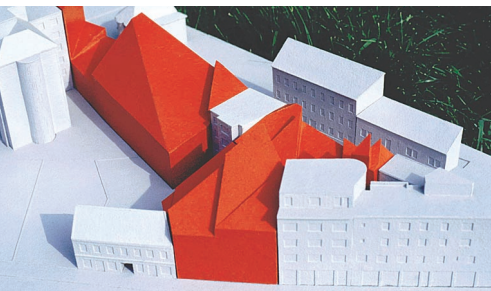


Návrh Novej Českej boudy na Sněžke (ateliér SIAL, 1976) použil čo najkompaktnejší tvar pre „kruté“ klimatické podmienky. Pre stavbu je jednoduchšia forma valca, použitá napríklad na administratívnej budove ústredia UNIPHARMA, a.s. v Bojniciach (arch. J. Kepll). (obr. modelu J. Kepll)

- **Členitá zástavba na gréckom ostrove Santorini**
v lete poskytuje aspoň trochu tieňa. (foto K. P. Kapoutonos, WMC, 2013)
- **Členitá konfigurácia hmôt,**
logická v Stredomorí, môže spôsobiť značné problémy v inom klimatickom pásme – príkladom je obytný súbor Habitat v kanadskom Montreale, ktorý navrhol izraelský architekt Moshe Safdie. (foto rikimedia, WMC, 2013)



Tvar formovaný Slnkom, vetrom...



Použitie metódy tzv. slnečného obalu umožňuje architektovi vopred si „naprogramovať“ pre svoj pozemok podmienky oslnenia a zatienenia okolia. Budova navrhnutá vo vnútri tejto „obálky“ nezatieni svoje okolie a susedné budovy v určenom časovom intervale, čo je dôležité pre navrhovanie domov využívajúcich solárnu energiu pasívnym či aktívnym spôsobom.



Vietor ovplyvnil napríklad tvarovanie striech tradičnej architektúry: valby umožňujú hladšie obtekanie štítu strechy, tradičný sedliacky dom je často obostavaný hospodárskymi prístavkami chrániacimi ho pred vetrom. Aj moderné (najmä výškové) budovy sú často ovplyvnené aerodynamikou...

Rozhranie



Fyzické rozhranie medzi vonkajším prostredím (exteriérom) a vnútorným prostredím (interiérom) je tradične vytvárané obalovou konštrukciou stavby s určitými charakteristikami a fyzikálno-technickými vlastnosťami. Jedným z hlavných poslání obalovej konštrukcie je redukovať toky energie medzi vnútornými priestormi a vonkajším prostredím a brániť prenikaniu nepriaznivých vplyvov do „chráneného“ interiéru. Charakter rozhrania medzi interiérom a exteriérom je určený prostredím, v ktorom sa objekt nachádza. Otvorené rozhranie je vhodné, ak je okolie priateľské, či už z hľadiska pôsobenia klímy alebo sociálneho prostredia. Uzavreté rozhranie účinnejšie chráni interiéru (či intímny urbanistický priestor) pred nepriaznivými vplyvmi okolia aj za cenu obmedzenia kontaktov s ním.

Priestor



Ak vychádzame z definície architektúry ako umenia organizácie priestoru, z hľadiska znižovania energetickej náročnosti budov je energeticky motivovaná priestorová skladba jedným z významných nástrojov architekta pri návrhu energeticky efektívneho domu. Zónovanie miestností podľa ich náročnosti na tepelnú pohodu znamená, že priestory, ktoré znesú väčšie výkyvy teplôt, sa umiestňujú prednostne na obvod budovy. Radia sa vedľa seba tak, aby ich teplotný rozdiel bol minimálny, najteplejší interiéru sa umiestňuje do centra dispozície a rozdiel teplôt je 3 až 8°C. Pri obmedzených možnostiach tepelnej izolácie takto koncipované budovy spotrebujú oveľa menej energie, v sedemdesiatych a osemdesiatych rokoch to bol základný princíp navrhovania úsporných domov (Humm, 1999). V dobre izolovaných moderných budovách však toto zónovanie stráca význam z hľadiska energetických úspor.

Príklad konštrukcie slnečného obalu
a v ňom navrhutej architektúry –
študentský projekt na FA STU.
(ateliér J. Keppla)

Testovanie v aerodynamickom tuneli
sa často využíva pri návrhu sídelných
štruktúr. (foto P. Haas/Cmefe
–Hepia Genve, WMC, 2013)

Experimentálny dom #22
v Los Angeles (arch. P. Koenig, 1959)
je príklad domu otvoreného do okolitého
prostredia – dôvodom bol krásny výhľad
a umožnila to mierna klíma.
(foto Ovs, WMC, 2013)

Konštrukcia a materiál

Architekt vo svojom návrhu určuje konštrukčný princíp, čo v ďalšom podmieňuje stavebno-konštrukčné a materiálové riešenie. Postup a prostriedky vyberá na základe zvolených priorít a cieľov, ktoré zamýšľa dosiahnuť a možnosti, ktoré dané prostredie a určitý objekt poskytujú (viď Konštrukčné požiadavky).

Byker Wall v Newcastli

(arch. Ralph Erskine) sa z jednej strany chráni pred vetrami i hlukom z príľahlej komunikácie, na druhej strane (juh, juhovýchod) sa dom otvára do príjemného prostredia vnútorného dvora.
(foto Ch. Westerbac a A. Curtis, WMC, 2013)

Metabolizmus

Ak vyčerpáme všetky možnosti, ktoré má architekt k dispozícii pri návrhu objektu, aby vytvoril obývatelné prostredie, musíme siahnuť buď po energetických rezervách obyvateľa, ktorý sa premiestni a hľadá si iné obývatelné miesto, alebo po zdrojoch energie, ktoré obývatelné prostredie pomôžu vytvoriť. Tým prvým spôsobom je migrácia, tým druhým premena energie.

Migrácia

Migrácia môže byť lokálna alebo kontinentálna. Lokálna migrácia znamená hľadanie miesta s optimálnou pohodou v rámci objektu a blízkeho okolia. Tento jav môžeme bežne pozorovať v mestskom parteri, kedy sa s jarným slnkom pred kaviarňami a reštauráciami objavajú stoly a stoličky pre hostí, Sychravá jeseň zase vráti návštevníkov do útulných a teplých interiérov. Podobný proces prebieha na obytných terasách domov, na balkónoch a lodžiách. Príchod letného a zimného obdobia nám nesignalizuje len zmena zimného a letného času, ale aj istý rituál, ktorý charakterizuje „vylievanie sa“ obývatelného priestoru do exteriéru. Migrácia znamená aj návrat v našom algoritme späť k hľadaniu optimálneho miesta.

Premena energie

Po vyčerpaní všetkých prostriedkov, ktoré sú v rukách architekta, musíme siahnuť po civilizačných vymoženostiach: vonkajších energetických zdrojoch. V prvom rade sú to zdroje energie z prostredia (solárna, veterná, geotermálna, tiež z obnoviteľných zdrojov energie ako drevený odpad, slama, bioplyn... – vid' Alternatívne zdroje energie; Priame (pasívne) solárne systémy; Nepriame (aktívne) solárne systémy), ktorých využitie je ale podmienené dômyselnými technickými zariadeniami neraz so špeciálnymi požiadavkami na materiál (napr. monokryštalický kremík na zostrojenie fotovoltaických článkov). Až úplne poslednou voľbou je použitie energetických zdrojov z fosílnych palív a jadrovej energie. Premene energie (vrátane obnoviteľných zdrojov) sa podrobnejšie venuje Bielek (2012).

• Migrácia lokálna:

námestie sv. Marka v Benátkach. V zimnom období takmer prázdny priestor s pár turistami a holubmi, no v lete sa „odbytová plocha“ stravovacích zariadení vysunie na chodník a námestie sa zmení na jednu veľkú reštauráciu. Tento sezónny rituál môžeme pozorovať od Stredozemného mora až po drsnú Škandináviu.
(foto D. Gallabarto a I. Mehling, WMC, 2013)

• Migrácia kontinentálna:

ak podmienky v danej lokalite prestanú byť únosné pre prežitie (obývatelné prostredie, potrava), obyvatelia túto lokalitu opúšťajú a hľadajú si iné, na prežitie vhodnejšie miesto. „Obyvateľmi“ môžu byť sťahovavé vtáky, ale i ľudia – nomádi. Tí väčšinou putujú za zdrojmi obživy, severoamerickí indiáni tiahli so stádami bizónov, Laponci na severe Európy zase so stádami sobov. Boháči migrujú za príjemnejším podnebním a časť roka strávia v jednom podnebnom pásme, časť zase v druhom...
(foto B. Inaglory a M. Maggs, WMC, 2013)

A.6
A.10
A.11





Kvalita vnútorného prostredia

V súčasnom období, kedy človek trávi 80 - 90 % času v architektonizovanom interiérovom prostredí, je veľmi dôležité zabezpečiť hodnotenie kvality vnútorného prostredia budov, charakterizované snahou o vytvorenie tepelnej, akustickej a svetelnej pohody a súčasne o zabezpečenie kvalitného vnútorného ovzdušia.

Opis použiteľnosti jednotlivých kategórií
(podľa STN EN 15251)

Krátky opis jednotlivých kategórií vnútorného prostredia budov, ktoré sú dané pre odporúčané vstupné hodnoty, podľa STN EN 15251, je uvedený v tabuľke nižšie.

Kategória	Vysvetlenie
I	Vysoká úroveň očakávania a odporúča sa pre priestory užívané veľmi senzitívnymi užívateľmi so špeciálnymi požiadavkami, ako sú telesne postihnutí, chorí, veľmi malé deti a starší ľudia.
II	Normálna úroveň očakávania a má byť použitá pre nové a rekonštruované budovy.
III	Prípustná, priemerná úroveň očakávania a môže byť použitá pre existujúce budovy.
IV	Hodnoty parametrov mimo kritérií predtým spomenutých kategórií. Táto kategória je prípustná iba obmedzenú časť roka.

Kvalita vnútorného prostredia môže byť vyjadrená ako miera, do akej sú splnené požiadavky ľudí. Požiadavky sa však pre rôznych jednotlivcov menia. Aby sme sa vysporiadali s týmito individuálnymi rozdielmi, kvalita prostredia môže byť vyjadrená percentom osôb, ktoré považujú parameter prostredia za neakceptovateľný (PPD: predicted percentage dissatisfied). Ďalším posudzovaným parametrom je predpovedané stredné hodnotenie (PMV: predicted mean vote).

Príklady odporúčaných kategórií
pre návrh mechanicky vykurovaných
a chladených budov. (podľa STN EN 15251)

Kategória	Tepelný stav tela ako celku	
	PPD (%)	PMV (-)
I	< 6	-0,2 < PMV < +0,2
II	< 10	-0,5 < PMV < +0,5
III	< 15	-0,7 < PMV < +0,7
IV	> 15	PMV < -0,7; +0,7 < PMV

Tepelno-vlhkostné prostredie

Tepelno-vlhkostné prostredie musí zabezpečiť stav tepelnej pohody a eliminovať vznik lokálnej tepelnej nepohody.

Tepelná pohoda

Tepelná pohoda závisí od mnohých parametrov: teploty vzduchu, teplôt povrchov miestnosti, prúdenia a vlhkosti vzduchu, sálania tepla či chladu, ako aj od intenzity činnosti a miery oblečenia subjektu v priestore. V ďalšej tabuľke je ako príklad uvedená operatívna teplota (podľa EN ISO 7726 s návrhovým zaťažením za návrhových poveternostných podmienok, ktoré sú určené národne podľa EN ISO 15927-4 a 15927-5) pre niektoré typy priestorov, pre rôzne intenzity činnosti (met - od „metabolism“) a rôzne stupne oblečenia

B.2

(clo – od „clothing“). Ak sa povrchová teplota priestraných miestností výrazne neodlišuje od teploty vzduchu, ako návrhová teplota sa môže použiť priemerná teplota vzduchu v miestnosti.

Typ budovy (priestor)	Kategória	Operatívna teplota Θ_o (°C)	
		Minimum na vykurovanie (zimné obdobie) ~ 1,0 clo	Maximum na chladenie (letné obdobie) ~ 0,5 clo
Kancelárie sedavé činnosti 1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Kancelárie s otv. dispozíciou sedavé činnosti 1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0
Konferenčná miestnosť sedavé činnosti 1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0

Príklady odporúčaných návrhových hodnôt operatívnej teploty pre navrhovanie budov a systémov techniky prostredia. (podľa STN EN 15251)

Ako sa uvádza v STN EN 15251, príloha A.1, stredná hodnota návrhovej teploty sa môže počas dňa meniť tak, že odchýlky počas dňa sú v danom rozsahu a užívatelia majú čas a príležitosť adaptovať sa na zmenené teplotné pomery. Akceptovateľné teplotné rozsahy pre chladenie a vykurovanie podľa STN EN 15251 sú uvedené nižšie.

Akceptovateľné teplotné rozsahy pre chladenie a vykurovanie. (podľa STN EN 15251)

Typ budovy (priestor)	Kategória	Teplotný rozsah na vykurovanie (°C) Oblečenie ~ 1,0 clo	Teplotný rozsah na chladenie (°C) Oblečenie ~ 0,5 clo
Kancelárie a priestory s jednoduchou aktivitou, kancelárie s otvorenou dispozíciou, posluchárne, kaviarne, učebne, reštaurácie (sedavé činnosti 1,2 met)	I	21 – 23	23,5 – 25,5
	II	20 – 24	23 – 26
	III	19 – 25	22 – 27

Lokálna tepelná nepohoda

Nespokojnosť s tepelným prostredím môže byť okrem pocitu chladu alebo tepla pre celé telo spôsobená neželaným ochladzovaním alebo zahrievaním určitej časti tela, čiže lokálnou tepelnou nepohodou. Táto môže byť spôsobená prievanom, vysokým vertikálnym rozdielom teplôt vzduchu medzi hlavou a členkami, horúcou alebo chladnou podlahou alebo príliš vysokou radiačnou teplotnou asymetriou.

Prievan

Prípustná stredná rýchlosť vzduchu pre tri kategórie (podľa CR 1752) je zobrazená na obrázku. Stredná rýchlosť vzduchu je funkciou lokálnej teploty vzduchu a intenzity turbulencie. Intenzita turbulencie sa môže pohybovať medzi 30 % a 60 % v priestoroch so zmiešavacou distribúciou vzdušného prúdu. V priestoroch so vztlakovou ventiláciou alebo bez mechanického vetrania môže byť turbulencia nižšia.

Vertikálne teplotné rozdiely

Vysoký vertikálny rozdiel teplôt vzduchu medzi hlavou a členkami môže tiež spôsobiť nepohodu. Pri posudzovaní sa uvažuje rozdiel medzi vertikálnou teplotou vo výške 0,1 m pre členky a 1,1 m pre hlavu sediacej osoby, resp. 1,7 m pre hlavu stojacej osoby. Sediace osoby sa uvažujú v oblasti pracovných miest (pri pracovnom stole), stojace osoby sa uvažujú v oblasti komunikačných priestorov. Prípustný vertikálny rozdiel teplôt vzduchu pre tri kategórie podľa CR 1752, tabuľka A.2, je uvedený v tabuľke.

Prípustný vertikálny rozdiel teplôt vzduchu medzi hlavou a členkami (1,1 a 0,1 m nad podlahou, resp. 1,7 a 0,1 m) pre tri kategórie tepelného prostredia. (podľa CR 1752)

Kategória	Rozdiel teplôt vzduchu (°C)
A	< 2
B	< 3
C	< 4

Akustické prostredie

Príklady návrhovej hladiny akustického tlaku váhového filtra (A) (podľa STN EN 15251)

Kritériá na hlukovú záťaž podľa STN EN 15251, tabuľka E1, sa uvádzajú v tabuľke. Tieto kritériá sa vzťahujú na hluk od zdrojov hluku v budove, ako aj na hladinu hluku od vonkajšieho servisného vybavenia.

Budova	Typ priestoru	Hladina akustického tlaku dB(A)	
		Typický rozsah	Zvolená návrhová hodnota
Kancelárie	Malé kancelárie	30 – 40	35
	Konferenčné miestnosti	30 – 40	35
	Kancelárie s otv. dispozíciou	35 – 45	40
	Boxové kancelárie	35 – 45	40

Svetelné prostredie

Príklady návrhových úrovní osvetlenia pre niektoré budovy a priestory. (podľa EN 12464-1)

Kvalita osvetlenia v budove sa hodnotí meraniami osvetlenia. Kritériá na osvetlenie podľa STN EN 12464-1 sú uvedené v tabuľke nižšie. Dodržať sa musí overovací postup uvedený v kapitole 6 normy STN EN 12464-1. V špecifických prípadoch sa môžu hodnotiť aj kvalitatívne aspekty osvetlenia (UGR, Ra hodnoty, atď.) postupmi uvedenými v kapitole 6 STN EN 12464-1.

Typ budovy	Priestor	Výška merania nad podlahou (m)	Udržiavaná osvetlenie \hat{E}_m , v pracovných oblastiach (lx)
Budovy pre administratívu	Jednoduché kancelárie	0,8	500
	Kancelárie s otv. dispozíciou	0,8	500
	Konferenčné miestnosti	0,8	500
Komunikačné priestory	Chodby	0,1	100
	Schodište	0,1	150

Kvalita vnútorného vzduchu

V budovách, kde sa za hlavný zdroj znečistenia považujú užívatelia, sa môže kvalita vzduchu hodnotiť meraním priemernej koncentrácie CO₂ v čase plne obsadeného priestoru budovy. Čo sa týka kvantity, produkcia CO₂ je najdôležitejšie znečistenie od ľudí. Pri malých koncentráciách je CO₂ neškodný a ľuďmi nie je pociťovaný. Stále je to však dobrý indikátor koncentrácie znečistenia od ľudí. Pri vyšších koncentráciách CO₂ je vzduch v priestore pociťovaný ako vydýchaný, ťažký, zlý, čo môže pôsobiť rušivo. Odporúčané kritériá koncentrácie CO₂ podľa STN EN 15251, tabuľka B4, sa uvádzajú v tabuľke.

Kategória	Zodpovedajúca maximálna koncentrácia CO ₂ nad vonkajšou koncentráciou v PPM
I	350
II	500
III	800
IV	> 800

Jednotka ppm (z angl. parts per million) uvedená v tabuľke je, podobne ako percento, spôsob, ako vyjadriť zlomok – milióntinu – celým číslom. To znamená, že koncentrácie CO₂ uvedené v tabuľke udávajú odporúčaný maximálny počet molekúl CO₂ nad vonkajšou koncentráciou, ktorý sa môže nachádzať v 1 miliónu molekúl vzduchu.

Z uvedeného je zrejmé, že environmentálne hodnotenie vnútorného prostredia budov by malo komplexne posudzovať jednotlivé zložky charakterizujúce tak tepelnú, akustickú a svetelnú pohodu, súčasne posúdiť i kvalitu vzduchu, a to nielen po jednotlivých hodnoteniach individuálne, ale aj ich spoločný synergický efekt.

Popri vyššieuvedených parametroch sa treba zaoberať aj vlhkosťou vzduchu – príliš nízka škodí slizniciam, príliš vysoká ohrozuje stavebné konštrukcie. Zdraviu ľudí škodia aj látky, ktoré sa uvoľňujú z materiálov budovy či jej zariadenia, významným rizikovým faktorom je aj radón. Čiastočky prachu prinajmenšom znižujú komfort v interiéri, niektoré prístroje sú zdrojom škodlivého ozónu. Osobitným typom škodliviny je cigaretový dym, pri nekvalitných kozuboch či peciach môžu do interiéru preniknúť produkty horenia. V prvom rade sa snažíme predísť prenikaniu týchto látok do vnútorného prostredia, na udržanie jeho kvality však spravidla postačuje dostatočné vetranie.

Príklady odporúčanej koncentrácie CO₂ nad vonkajšou koncentráciou.
(podľa STN EN 15251)



Kvalita osvetlenia v dome
(Sunlighthouse Pressbaum, Hein-Troy Architekten) predstavuje často významnú hodnotu. (foto L. Krajcovic)

Základné teplototechnické charakteristiky



Tabuľka súčiniteľov prechodu tepla konštrukcie (STN 73 0540-2:2012)

Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie

Dobré parametre tepelnoizolačného pláštia vyjadrené súčiniteľom prechodu tepla konštrukcie sú predpokladom pre nízke tepelné straty domu. Trend ich sprísňovania môžeme sledovať už niekoľko desaťročí. V súčasnej teplototechnickej norme sú nastavené odporúčané hodnoty tak, aby bolo možné dosiahnuť kritériá pre ultranízkoenergetické budovy a budovy s takmer nulovou spotrebou energie.

Druh stavebnej konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie $W/(m^2K)$			
	Maximálna hodnota U_{max}	Normalizovaná (požadovaná) hodnota U_N	Odporúčaná hodnota U_{r1}	Cieľová odporúčaná hodnota U_{r2}
Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom < 45°	0,46	0,32	0,22	0,15
Plochá strecha a šikmá > 45°	0,30	0,20	0,10	0,10
Strop nad vonkajším prostredím	0,30	0,20	0,10	0,10
Strop pod nevykurov. priestorom	0,35	0,25	0,15	0,15
Okná v obvodovej stene, strešné okná a dvere do priestoru s dlhodobým pobytom ľudí	$U_{w,max}$	$U_{w,N}$	$U_{w,r1}$	$U_{w,r2}$
	1,70	1,40	1,00	0,60
Zasklené steny	1,70	1,40	1,00	0,60



Blower-Door Test (BDT) umožňuje zistiť nielen intenzitu výmeny vzduchu, ale aj miesto netesnosti. (foto H. Pifko)

Tepelné mosty

Tepelný most je miesto, pri ktorom dochádza k viacrozmernému vedeniu tepla, zapríčinenému buď geometriou stavby, alebo stykom rôznych materiálov s odlišnou schopnosťou viesť teplo. Tieto miesta sú charakteristické vyšším tepelným tokom a s tým súvisiacim poklesom teploty a možným rizikom kondenzácie vlhkosti a tvorby plesní. Tepelné mosty môžu byť lineárne alebo bodové. Pre matematické vyjadrenie tepelného mostu používame grécke písmena Ψ a χ (jednotky: $W/(mK)$ a W/K). Nejedná sa o reálne veličiny, ktoré by opisovali materiálovú charakteristiku, ale o korekčné koeficienty na matematicky presnejšie popísanie tepelného toku v konštrukcii a tepelných strát domu. Týmto problematickým miestam sa snažíme vyhnúť, preto je dôležité navrhovanie tepelnoizolačného obalu bez prerušenia. Tepelné mosty majú pri veľmi úsporných domoch väčší podiel na celkových tepelných stratách a preto je minimalizácia tepelných mostov pre tieto stavby kľúčová.

Energetický nosič	Faktor primárnej energie
Zemný plyn, LPG, ľahký vykurovací olej	1,35 - 1,36
Čierne uhlie, hnedé uhlie, koks	1,19 - 1,53
Kusové drevo, drevná štiepka, peletky	0,10 - 0,20
Elektrická energia	2,764

Factory primárnej energie na Slovensku (podľa Vyhlášky 364/2012 Z. z., 2012)

Intenzita výmeny vzduchu

Intenzita výmeny vzduchu prirodzeným vetraním a infiltráciou je najťažšie kvantifikovateľnou veličinou. Norma STN EN 15251 požaduje zabezpečiť nevyhnutnú výmenu vzduchu za hodinu podľa stupňa jeho znečistenia v budove. Reálna výmena vzduchu závisí od správania sa užívateľov, ale často nedosahuje požadované hodnoty hlavne v zimných mesiacoch, kedy je vnímané prúdenie studeného vzduchu ako diskomfortné. V zime je nadmerné vetranie spojené s veľkými tepelnými stratami a vysúšaním interiéru. Nedostatočná výmena vzduchu zasa vedie k prekročeniu limitnej hranice koncentrácie CO_2 (1 500 ppm) a nižšej sústrednosti na pracovisku alebo v školských zariadeniach. Z hľadiska komfortu a nižších tepelných strát je riadené vetranie s rekuperáciou optimálnym riešením v zimných mesiacoch.

Energetická bilancia ziskov a strát

modelového nízkoenergetického domu v PHPP 2012

(a) merná potreba tepla na vykurovanie, (b) vnútorné zisky, (c) pasívne slnečné zisky, (d) exteriérová stena, (e) strecha, (f) podlaha, (g) okná, (h) vstupné dvere, (i) vetranie, (j) nevyužitelné vnútorné zisky

Energetická bilancia ziskov a strát

modelového pasívneho domu v PHPP 2012

(a) merná potreba tepla na vykurovanie, (b) vnútorné zisky, (c) pasívne slnečné zisky, (d) exteriérová stena, (e) strecha, (f) podlaha, (g) okná, (h) vstupné dvere, (i) vetranie, (j) nevyužitelné vnútorné zisky

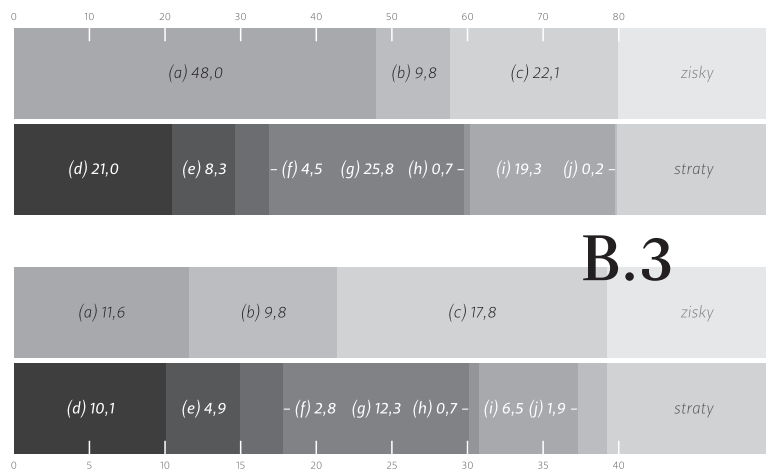
Vzduchová priepustnosť obálky budovy (Blower-door-test BDT)

Vzduchová priepustnosť je často zamieňaná s paropriepustnosťou. Nie je pravda, že keď ma objekt nízku vzduchovú priepustnosť, je aj paronepriepustný. Nízku vzduchovú priepustnosť zabezpečuje vzduchotesná rovina (obvykle na vnútornej strane konštrukcie). Môže ju tvoriť omietka alebo fólia. Vzduchotesná rovina (VR) je požiadavkou komfortu a dlhodobej životnosti konštrukcie. Ak máme v dome trhliny a netesnosti napríklad pod parapetom či pri prahu dverí, je to známkou nekvality stavby. Tieto poruchy sú citelné hlavne pri silných mrazoch a prudkom nárazovom vetre a znižujú pocit tepelnej pohody chladným prúdením vzduchu a väčšími tepelnými stratami. Pri vsadených konštrukciách, ako sú okná či dvere, je potrebné VR dosahovať lepiacimi či kompresnými páskami (polyuretánová pena ju nevie zabezpečiť a časom praská). Pozornosť treba venovať aj elektrickým zásuvkám a všetkým prestupom cez tepelnoizolačný plášť budovy. Na meranie vzduchovej priepustnosti obálky budovy slúži tzv. Blower-door-test. Vzduchotesnú rovину treba dopredu naplánovať už počas projektovania ako jednu uzavretú rovину po celom obvode stavby. Počas realizácie už často nie je možné chyby návrhu opraviť.

Merná potreba tepla (MPT)

Merná potreba tepla na vykurovanie a chladenie charakterizuje tepelnoizolačné vlastnosti budovy a výmenu vzduchu bez ohľadu na účinnosť vykurovacieho systému. Vyjadruje množstvo tepla, ktoré je treba dodať do budovy, aby bola zachovaná požadovaná tepelná pohoda.

Energetická bilancia domu na jednej strane sčítava straty prechodom konštrukciami a vetraním a na strane druhej pasívne slnečné zisky a zisky z vnútorných zdrojov tepla (zariadenia, metabolické teplo,



B.3

osvetlenie). Podiel rozloženia tepelných strát a ziskov závisí od architektonického návrhu a je pre každý dom individuálny. Množstvo tepla je vztiahnuté na jednotku plochy m^2 a jeden rok (lat. annum), jednotkou je $kWh/(m^2a)$.

Dodaná energia

Dodaná energia je energia vypočítaná alebo nameraná na hranici budovy (napr. meračom tepla či elektromerom). Ukazuje len potrebu (vypočítaná hodnota) alebo spotrebu (nameraná hodnota) energie v budove, nevyjadruje energiu celkovo vynaloženú na prevádzku budovy (vrátane výroby energetického nosiča a prenosu energie k vstupu do budovy) za jednotku času. Celkovú energetickú hospodárnosť budovy opisuje primárna energia. Dodaná energia je vhodná najmä pre vyjadrenie ekonomických ukazovateľov pre prevádzkovateľa budovy.

Primárna energia (PE)

Primárna energia zohľadňuje celkovú energetickú hospodárnosť budovy so započítaním všetkých etáp a vplyvov počas výroby, prenosu a spotreby energie. Merná potreba primárnej energie je vyjadrením celkovej energetickej potreby budovy vztiahnutej na jednotku podlahovej plochy. S vývojom úsporných udržateľných domov, kde je podiel vykurovania na potrebe energie veľmi nízky (viď napr. kritériá pasívneho domu v A.13), pozorujeme posun bilancovania od mernej potreby tepla na vykurovanie k bilancovaniu celkovej potreby primárnej energie, ktorá opisuje úspornosť budovy komplexnejšie. Výhodnosť jednotlivých energetických nosičov popisuje pomer primárnej a dodanej energie, ktorý nazývame faktorom primárnej energie.

A.13

Intenzita výmeny vzduchu pri 50 Pa n_{50} v h^{-1}

budovy pre viac rodín	budovy pre jednu rodinu
menej ako 2	menej ako 4
2 až 5	4 až 10
viac ako 5	viac ako 10

Intenzita výmeny vzduchu pri 50 Pa n_{50} v h^{-1}

Pasívny dom s riadenou výmenou vzduchu

Úroveň neprievzdušnosti budovy (údaje podľa zrušenej STN EN 832, ktorú nahradila STN EN ISO 13790)

vysoká
stredná
nízka

menej ako 0,6 (podľa PHI Darmstadt)

Faktor tvaru

LK

Faktor tvaru je číselne vyjadrená geometrická závislosť – podiel plochy povrchu telesa a jeho objemu. Toto číslo v sebe nesie informáciu o objemovej a tvarovej charakteristike telesa. Udáva sa v m^2/m^3 . Nás zaujíma ako faktor tvaru budovy.

Faktor tvaru ovplyvňuje tvar telesa (kocka s metrovou hranou má faktor tvaru $6 \text{ m}^2/\text{m}^3$, guľa rovnakého objemu $4,84 \text{ m}^2/\text{m}^3$) a takisto objem telesa (kocka s hranou 10 m má faktor tvaru $0,6 \text{ m}^2/\text{m}^3$, teda desaťkrát menší než metrová kocka). Z toho sa odvíja aj dôvod, prečo by sme pri návrhu budov mali rozmyšľať nad tvarom i veľkosťou stavby, teda nad jej faktorom tvaru: tepelné straty sú úmerné povrchu budovy, úžitok z nej je úmerný vnútornému objemu stavby.

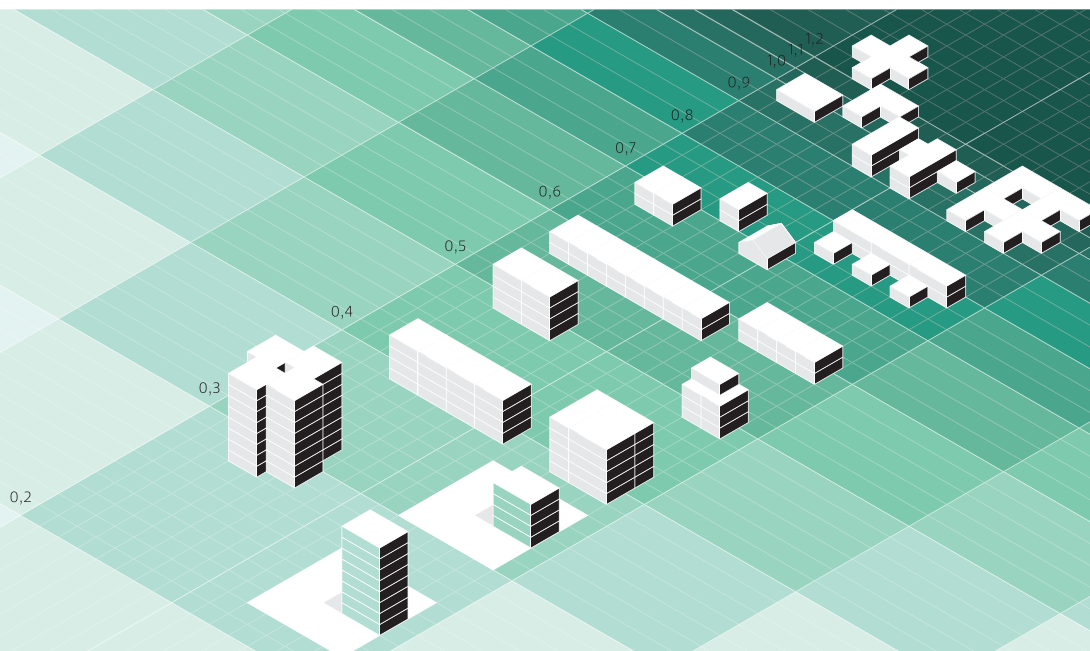
Treba si teda uvedomiť, že čím je budova menšia, tým je faktor tvaru väčší. Napríklad pri rodinných domoch je táto hodnota cca $0,7 \text{ m}^2/\text{m}^3$, pri bungalovoch približne $1,0 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Pri bytových domoch a veľkých stavbách sú to hodnoty okolo $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

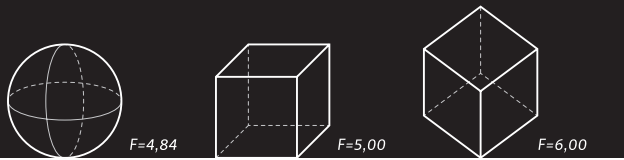
V architektonicky relevantných prípadoch charakterizuje faktor tvaru veľkosť a členitosť budovy. Podľa tohto faktoru sú odvodzované požiadavky na energetickú hospodárnosť budov, kde pre členité, alebo malé objekty s nevýhodným faktorom tvaru platia mäkkšie kritéria. Otázna je zmyslupnosť takéhoto rozlišovania, ktoré preferuje zbytočne členité tvary a neekonomické formy zástavby.

Objemová charakteristika

Môžeme si ju popísať na jednoduchom telese, ako napríklad kocka (rovnaká závislosť sa samozrejme prejavuje aj pri iných telesách). Na prvý pohľad by sme povedali, že rôzne veľká kocka bude mať rovnaký faktor tvaru, veď má predsa rovnaký tvar, no nie je tomu tak. So vzrastajúcim objemom faktor tvaru klesá. Príčinou je, že objem telesa narastá kubicky (na tretiu) a plocha rastie kvadraticky (na druhú). Výsledkom je, že čím máme kocku väčšiu, tým je jej faktor tvaru menší. Pre porovnávanie tvarov budov s rôznymi objemami je výhodnejšie počítať normovaný objemový faktor, to znamená (faktor tvaru) prepočítaný na jednotkový objem stavby. Každý rozmer budovy preto treba deliť číslom $V^{1/3}$. Potom normovaný objemový faktor bude vyjadrený vzťahom $A / V^{2/3}$.

Obrazok porovnávajúci faktor tvaru
rôzne veľkých objektov
(podľa Gosol, 2013)





Faktor tvaru a závislosť od polohy pri telese s rovnakým objemom „na teréne“. (zdroj R. Špaček)

B.4

Normovaný objemový faktor tvaru budovy je vyjadrený bezrozmerným číslom, je konštantný pre ten istý tvar budovy rôznej veľkosti a nezávisí od mierky, teda objemu budovy (Ehrenreich, 2013).

Veľká viacposchodová budova má už len pre svoj veľký objem lepší faktor tvaru než malá kompaktná budova. My ako architekti s touto veličinou môžeme pracovať hlavne na úrovni urbanizmu a koncipovaní zónovania zástavby v meste, kde preferovanie kompaktnějších foriem vytvára predpoklad pre úsporné sídelné štruktúry.

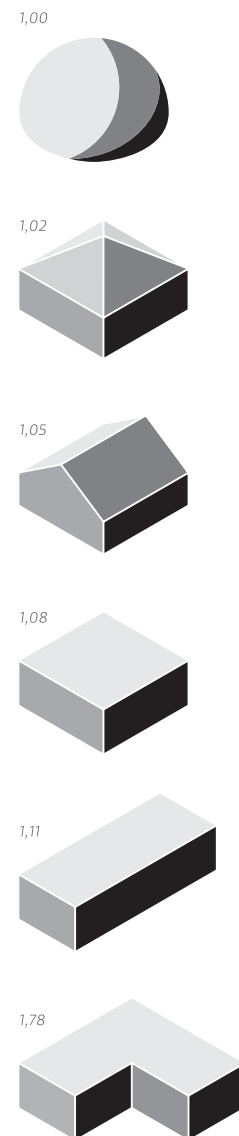
Tvarová charakteristika

Tvarová charakteristika popisuje skutočnosť, že rovnaké objemy môžu mať pri odlišnom tvare odlišný faktor tvaru. Ideálny tvar z tohto pohľadu tvorí guľa (či pre stavbu vhodnejšia kocka), príklady na obrázku ukazujú zmenu tvarovej charakteristiky pre rôzne formy budovy.

Tvar a veľkosť objektu sú jedny z určujúcich činiteľov, ktoré ovplyvňujú energetickú spotrebu budovy. Tradičná historická architektúra je charakteristická kompaktnosťou a ornamentálnym zdobením fasády, s nástupom moderny fasáda upúšťa od ornamentu a členitou sa stáva celá hmota stavby. Tento vývoj ale značne zvýšil energetické nároky budov **zväčšením povrchu stavby (teda teplovýmennej plochy)**. Na druhej strane si treba si uvedomiť, že nástup lepších tepelnoizolačných materiálov, kvalita nových izolačných skiel a navrhovanie bez tepelných mostov výrazne znižujú vplyv faktora tvaru na výslednú energetickú bilanciu budovy.

S rastúcim objemom (teda veľkosťou stavby) klesá faktor tvaru a súčasne pomer tepelných strát k úžitkovej ploche domu. To znamená, že viacpodlažná budova má priaznivejšie východiská pre energetickú úspornosť než malá jednopodlažná stavba. Toto potvrdzuje aj prax, kde napríklad na dosiahnutie štandardu pasívneho domu pri rodinných domoch je potrebné optimalizovať všetky parametre (kompaktný tvar, orientácia hlavnej nezatienenej fasády na juh, súčiniteľ prechodu tepla konštrukcií okolo $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, efektívnosť rekuperácie...), kým pri väčších budovách, napríklad bytových domoch, je možná väčšia miera flexibility a postačujú menej náročné konštrukcie.

Táto skutočnosť len podčiarkuje fakt, že bývanie v samostatne stojacom rodinnom dome je investične a energeticky veľmi náročné. Z hľadiska urbanistickej ekonómie je to jedna z najnehospodárnejších foriem zástavby a otázne je, v akom rozsahu je táto forma bývania spoločensky udržateľná. Za povšimnutie stojí, že tradičná dedinská zástavba dosahovala väčšiu hustotu ako dnes vznikajúce mestské satelity. V historických jadrách miest najmä v častiach vznikajúcich v 19. storočí môžeme badať istý podiel kooperácie medzi budovami formovanými v mestských blokoch. Táto forma síce nezabezpečovala ideálne preslnenie a prevetrávanie priestorov, ale bola tvarovo veľmi kompaktná. Odpoveď na hľadanie optimálnej štruktúry sídiel bude teda niekde medzi hustou zástavbou centra a rozvolnenosťou mestských satelitov.



Faktor tvaru pri „dome“ s rovnakým objemom Začína s polgoulou s polomerom 4,5 m. (Ecobine, 2013)

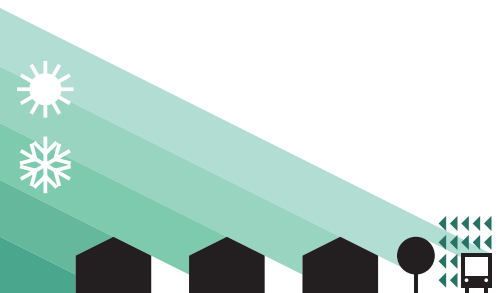
Konštrukčné požiadavky



K architektonickému konceptu v obcej rovine veľa nedoplníme – udržateľná architektúra môže byť veľmi rôznorodá, konzervatívna aj avantgardná, s výrazovým zdôraznením alebo potlačením prvkov prispievajúcich k energetickej efektívnosti.

Pri architektonickom návrhu treba venovať pozornosť identifikácii reálnych potrieb klienta a jeho poučeniu o súvislostiach udržateľnosti a energetickej efektívnosti, výsledkom má byť jasná formulácia požiadaviek a kritérií (viď Ekologický algoritmus navrhovania). K okrajovým podmienkam môžeme mimo už spomenutých klimatických, geomorfologických a urbanistických podmienok lokality pridať aj miestne regulatívy, ponuku finančnej podpory (dotácie, zvýhodnené úvery), dostupnosť energie z prostredia či obnoviteľných zdrojov, ponuku miestnych stavebných materiálov a realizačných firiem. Poznanie okrajových podmienok sa podieľa na formovaní architektonického konceptu: naplnenie potrieb užívateľa, rešpektovanie kontextu a regulatívov, umiestnenie a orientácia budovy na pozemku, voľba podielu zasklení, výber zdroja tepla či tvarovanie budovy s ohľadom na optimálne umiestnenie fotovoltaických panelov sú východiskom architektonickej formy.

B.1

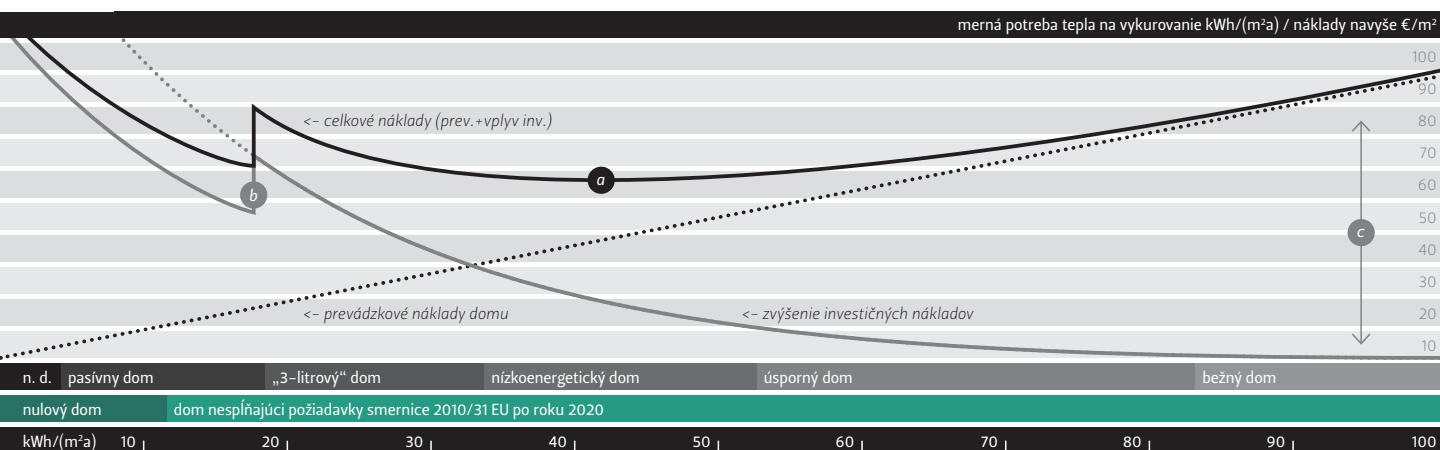


Urbanizmus: usporiadanie domov
ovplyvní možnosti využitia slnka, spolu so zeleňou môže chrániť pred vetrom i hlukom. Miesto budovy v sídelnej štruktúre ovplyvňuje aj nároky na dopravu...
(zdroj H.P.design, 2013)

Efektívnosť rôznych druhov domov
v kombinácii investičných a prevádzkových nákladov: neoplatí sa nič horšie než kvalitné nízkoenergetické domy.
(podľa PHI Darmstadt)

- (a) ekonomické optimum (dnes)
- (b) úspora zjednodušením techniky
- (c) sme dosť bohatí, aby sme si mohli stavať „lacno“?

Architektonický koncept pretvárame v reálnu budovu stavebnými konštrukciami. Aj pri nich kladieme dôraz na udržateľnosť – či už pri voľbe stavebných materiálov, pri hľadaní riešení s čo najmenšími prevádzkovými nárokmi, alebo pri úvahách nad recyklovateľnosťou prvkov stavby. Pri posudzovaní cyklu životnosti dominuje pri budovách ich vplyv počas desaťročí užívania, energetická efektívnosť prevádzky má teda kľúčový význam. Aj v súvislosti s aktuálnou legislatívou si dovoľíme sústrediť sa na riešenia prevádzkovo veľmi úsporných budov – iné sú v rozpore s konceptom udržateľnosti a po roku 2020 aj „mimo zákon“...



Typy domov podľa energetickej efektívnosti: po roku 2020 dnes

Parametre stavebných konštrukcií udržateľných budov tu nedefinujeme „natvrdo“, ako ich zvyknú určovať normy. Požadované výsledné vlastnosti objektu sa dajú dosiahnuť rôznymi technickými a konštrukčnými riešeniami a ich optimálnu kombináciu určujeme výpočtami – odporúčané parametre sú pre nás len pomôckou a to, čo treba rešpektovať, sú všeobecné konštrukčné princípy pre jednotlivé časti a technológie stavby. Zásadné rozhodnutia o architektonickom riešení udržateľných budov by sme mali robiť v súlade s ekologickým konceptom (viď Ekologický algoritmus navrhovania).

B.1

Osadenie, orientácia a tvarové riešenie

Ak máme možnosť voliť umiestnenie a urbanistický kontext stavby (čo je pre architekta skôr výnimočná situácia), vieme prevádzkovú náročnosť stavby ovplyvniť aj osadením objektu. Orientácia budov je predmetom častých diskusií a optimum vyplýva z našich požiadaviek. Ak chceme v zime využívať pasívne solárne zisky a v lete minimalizovať prehrievanie interiéru bez ohľadu na tienenie, orientácia „hlavnej“ (teda najväčšej a najviac presklenej) fasády čo najpresnejšie na juh by mala byť samozrejmosťou (detailne sme túto problematiku rozoberali v kapitole Solárna energia).

A.9

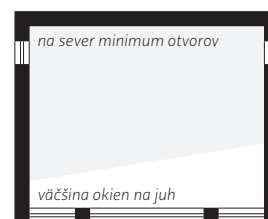
B.4 Za pripomenutie stojí aj význam faktoru tvaru (viď Faktor tvaru). Požiadavka kompaktnosti (či nedajbože veľkosti) však nie je písmo sväté, energeticky efektívne udržateľné stavby nemusia byť „nízkoenergetické škatule“ – ale čím viac „hrešíme“ proti požiadavke čo najmenšieho faktora tvaru, tým viac musíme dbať na dodržanie ostatných zásad.

Materiálové riešenie

Materiály udržateľných budov musia spĺňať mnohé požiadavky – v prvom rade funkčné parametre (únosnosť, izolačná schopnosť, požiarne odolnosť, trvanlivosť, hygienická nezávadnosť... – všetko aspoň v miere nevyhnutnej pre konkrétne použitie materiálu). Popri tom posudzujeme environmentálne vlastnosti: čerpanie neobnoviteľných zdrojov, vplyv na kvalitu životného prostredia („zabudovaná“ energia, uvoľnené či viazané emisie CO₂ (s vplyvom na klimatickú zmenu), SO_x a NO_x (s vplyvom na acidifikáciu prostredia), uvoľňovanie škodlivín, dopravná náročnosť) – a to počas celého cyklu životnosti, od získania surovín, cez desaťročia prevádzky až po likvidáciu stavebného odpadu (viď Posúdenie životného cyklu budovy). Tu vidíme istý rozdiel medzi klasickými stavebnými materiálmi a budovami na báze dreva.

A.18

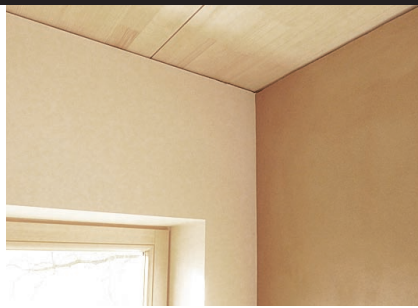
Pre udržateľnú výstavbu je charakteristický bežnejší výskyt prírodných materiálov a materiálov, ktoré majú priaznivé parametre z environmentálneho hľadiska (drevo a materiály z neho, izolácie z prírodných vlákien, nepálená hlina) alebo z hľadiska vplyvu na zdravie užívateľov. Ich podiel by bol pravdepodobne väčší, keby boli tieto materiály všade a bežne dostupné.



Architektonické riešenie s dôrazom na pasívne využitie solárnej energie predpokladá južnú orientáciu najviac presklenených fasád – nie vždy však volíme tento prístup. (zdroj H.P.design, 2013)

- **Pasívne bytové domy „Mühlweg“** vo Viedni (Dietrich | Untertrifaller Architekten) majú drevenú nosnú konštrukciu. (foto H. Pifko)
- **Výraz „obecného domu“ v Ludeschi** (arch. H. Kaufmann) ovládajú lamy dreveného obkladu – z dreva môžu byť aj veľké verejné stavby. (foto H. Pifko)



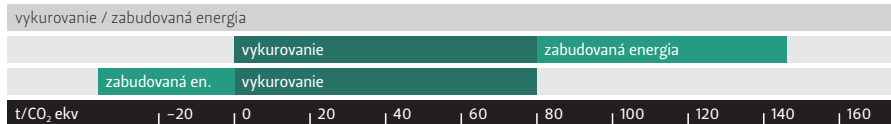


Produkcia CO₂
pri výstavbe a prevádzke rôznych budov.
(zdroj B Kierulf)

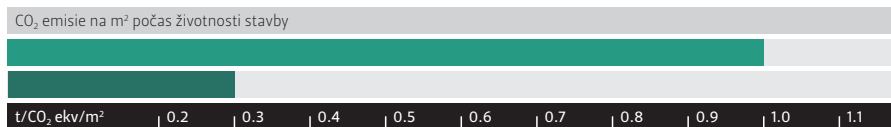
„Ekologický“ dom:
masívny drevený strop, hlinené omietky...
(foto H. Piľko)

Akumulačnú hmotu do drevostavby
doplňa obklad z nepálených tehál.
(foto H. Piľko)

klasické materiály
ekologické materiály



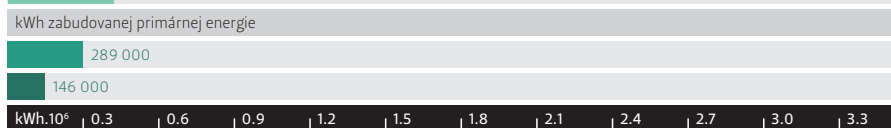
klasické materiály
ekologické materiály



novostavba
EPD



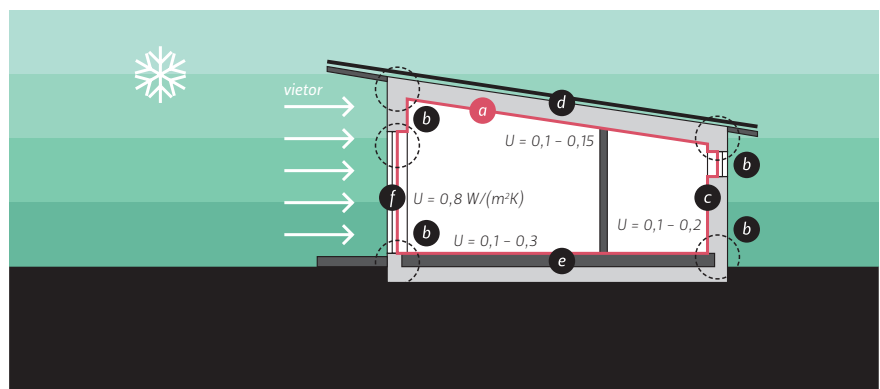
klasické materiály
ekologické materiály



Kvalitný izolačný obal domu

Pri návrhu energeticky efektívnych budov kombinujeme dva prístupy: na jednej strane sa snažíme minimalizovať straty energie pri prevádzke domu (napríklad dobrou izoláciou stien), na druhej strane sa snažíme získať čo najviac energie z prostredia (napríklad pasívnym využitím solárnej energie). V našich podmienkach je spravidla udržanie energie jednoduchšie než jej získanie, preto požiadavku dobrej izolácie využívanej časti budovy uvádzame ako prvú.

Tepelnoizolačný obal budovy
má byť tesný (a) a bez tepelných mostov (b)
– problémové miesta označujú krúžky,
samozrejmosťou je veľmi dobrá tepelná
izolácia stien (c), strechy (d) aj podlahy (e)
a kvalitné okná (f) – ale uvedené
U–hodnoty sú len orientačné.
(zdroj H.P.design, 2013)



Izolačný obal budovy chráni interiér domu pred nepriaznivými vplyvmi vonkajšieho prostredia: nekomfortnou teplotou, vlhkosťou, hlukom, znečistením ovzdušia, prievanom... Nazývame ho aj tepelnoizolačným obalom, keďže ním riešime v prvom rade minimalizáciu tepelných strát (či v lete nežiaducich ziskov tepla). Izolačný obal domu tvoria obvodové steny, strecha, podlaha (k zemiine či k nevykurovanému suterénu) a výplne otvorov – okná a vstupné dvere.

V udržateľnej architektúre je izolačný obal charakterizovaný veľmi dobrou tepelnoizolačnou schopnosťou (niekedy ide až o štyridsať cm tepelnej izolácie, optimálne parametre určuje presný výpočet) a tým, že je súvislý, bez prerušení a výrazných oslabení. Má ešte jednu osobitú charakteristiku – neprievzdušnosť. Tepelná izolácia účinne bráni stratám tepla prestupom, tie sú často menšie než straty tepla vetraním a infiltráciou.

Efektívnosť vetrania zlepšíme spätným získavaním tepla, no ak chceme vylúčiť tepelné straty nežiaducou infiltráciou počas silných vetrov a zabezpečiť účinné spätné získavanie tepla vo vetracom systéme, nesmie nám „ľahať“ cez škáry. O tesnosť domu sa však snažíme aj kvôli tomu, aby nám vnútri stien v zime nekondenzovala vlhkosť nesená unikajúcim vzduchom. Neprievzdušnosť nám zabezpečuje neprerušovaná „vzduchotesná rovina“ spravidla pri vnútornom líci izolačného obalu domu: pri murovaných konštrukciách ju najčastejšie tvorí vnútorná omietka, pri drevených konštrukciách parozábrana. Osobitnú pozornosť pri zabezpečovaní neprievzdušnosti venujeme výplňam otvorov (montáž s tesniacimi páskami), elektrickým rozvodom a „krabiciam“ v obvodových stenách či napájaní stropov, priečok, podlahy a strechy na steny. Kvalitu realizácie roviny neprievzdušnosti overujeme tzv. „blower-door testom“ (viď Základné teplototechnické charakteristiky), pri simulácii stredne silného vetra by výmena vzduchu netesnosťami nemala byť viac než raz za hodinu (v pasívnom dome je hranicou najviac $0,6 \text{ h}^{-1}$, odporúčaná je zhruba polovičná hodnota).

B.3

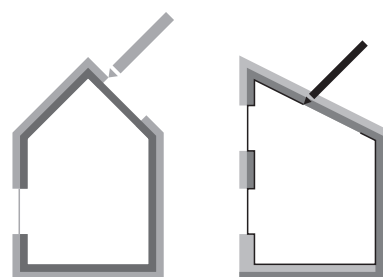
Súčasťou izolačného obalu sú aj výplne otvorov – okná a dvere. Okná energeticky úsporných domov by mali mať v našej klíme zasklenie trojsklom a kvalitné rámy, prípadne prekryté izoláciou, v murovaných stenách ich osádzame vysunuté do tepelnej izolácie. Konštrukcia okenných rámov môže byť z rôznych materiálov – plastové majú 6 až 8 „komôr“ a výstupy redukovujúce tepelný most, drevené by mali mať vloženú izoláciu či väčšiu hrúbku a prekrytie rámu izoláciou stien, hliníkové (samozrejme s prerušeným tepelným mostom) profitujú z menšej šírky profilov. Štíhlejší či skrytý rám majú aj pevné zasklenia – na zabezpečenie možnosti prirodzeného vetrania nemusia byť všetky okenné krídla otvárateľné. Pokiaľ ide o vstupné dvere, ich kvalita by mal byť obdobná ako kvalita okien.

Vylúčenie tepelných mostov

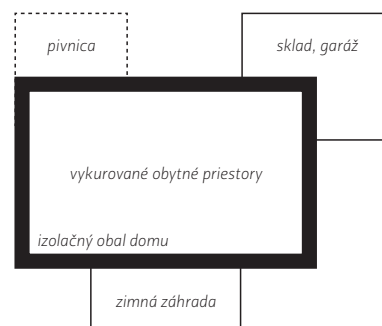
Tepelné mosty sú miesta v izolačnom obale domu, cez ktoré uniká viac tepla než ich okolím. Vznikajú tam, kde masívne materiály či konštrukcie prechádzajú cez tepelnú izoláciu (napr. konzola balkónovej dosky), kde je izolačná vrstva oslabená (napr. za žalúziovým boxom) alebo v miestach styku rôznych konštrukcií (napr. osadenie okien). Popri týchto tzv. konštrukčných (či materiálových) tepelných mostoch je tepelným mostom každý roh domu (tzv. geometrický tepelný most). Kým v bežných stavbách strata cez tepelné mosty predstavuje len malý zlomok celkovej spotreby energie a kontroluje sa iba to, či nízka povrchová teplota nespôsobí vlhnutie steny, v energeticky úsporných domoch je relatívny vplyv tepelných mostov väčší. Snažíme sa im preto vyhnúť, obmedziť ich na minimum (hovoríme o riešení stavby „bez tepelných mostov“). Konštrukčné tepelné mosty vylúčime napríklad použitím predsadených samonosných balkónových konštrukcií namiesto železobetónových konzol. Geometrickým tepelným mostom sa nevyhneme, kompaktný tvar je však aj v tomto výhodou.



Príprava dobre izolovanej drevostavby, nenáročnej na materiál.
(foto H. Pifko)



„Pravidlo ceruzky“ pre izolačný obal domu hovorí, že v rezoch i pôdorysoch by sa mala dať izolácia nakresliť jednou čiarou bez prerušení či veľkých stenčiení čiar; obdobné pravidlo platí aj pre rovinu neprievzdušnosti.
(podľa PHI Darmstadt)

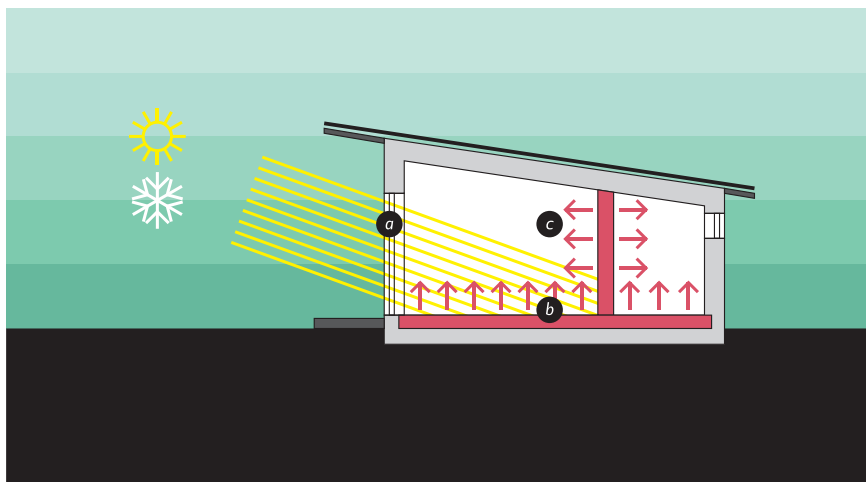


Kompaktný tvar izolovanej časti domu nevyklučuje členitosť stavby (zimná záhrada, balkón, pristavaný sklad či garáž), pivničku je jednoduchšie riešiť mimo domu.
(zdroj H.Pdesign, 2013)

Pasívne využitie energie prostredia

Popri obmedzení strát tepla cez izolačný obal domu šetria efektívne budovy energiu na vykurovanie aj tým, že časť tepelnej straty pokrývajú jednoducho získavanou energiou z prostredia. Z exteriéru využívajú najmä pasívne solárne zisky. Pasívne preto, že nevyžadujú (okrem stavebných konštrukcií) žiadne technické zariadenia: Slnko ohrieva interiér priamo cez okná alebo cez zasklené medzipriestory či cez steny. Predpokladom takéhoto využitia slnečnej energie sú dostatočne veľké zasklené plochy orientované tak, aby na ne vo vykurovacom období svietilo Slnko. Potrebujeme teda zhruba na juh otočené a príliš nezatienené okná s čo najväčším podielom plochy skla (cez rám solárne zisky nemáme). Často sa tu stretávame s pevnými krídlami či bezrámovými zaskleniami a uprednostňujeme tu zasklenie s čo najvyššou energetickou priepustnosťou slnečného žiarenia – pri oknách na západnej či východnej strane naopak uprednostníme nižšiu energetickú priepustnosť pre obmedzenie prehrievania v lete a na severnej strane je prioritou čo najlepšia tepelnoizolačná schopnosť zasklenia.

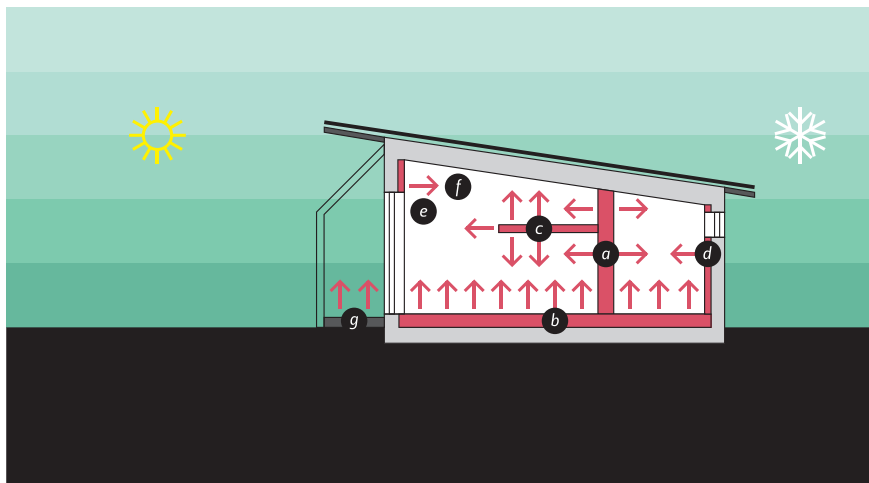
Pasívne využitie slnečnej energie
predpokladá na južnej strane veľké a v zime netienené okná so zasklením s vysokou G-hodnotou (a), pomôže aj tepelnoakumulačná hmota podláh, stien či priečok (b) a pružný vykurovací systém, prípadne rozvod tepla z južných miestností do zvyšku domu (c).
(zdroj H.P.design, 2013)



Aj z vnútorného prostredia domu získavame energiu na pokrytie tepelných strát – sú to takzvané vnútorné zdroje tepla: „odpadové“ teplo spotrebičov a teplo produkované našim metabolizmom. Ide rádovo o wattov na m², v bežných domoch je to zanedbateľná hodnota, no v nízkoenergetickom dome (či trebárs v administratívnej budove preplnenej počítačmi alebo v školskej triede s 25 žiakmi) sa jedná o podstatný príspevok k pokrytiu tepelných strát. Pri určovaní predpokladaných vnútorných ziskov treba skôr opatrný prístup: budova môže byť užívaná menším počtom ľudí, než uvažoval projekt, a úspornejšie spotrebiče produkujú menej „odpadového“ tepla, na ktoré sa spoliehame. 100 W žiarovka je vlastne 90 W vykurovacie teleso, no LED-žiarovka s rovnakým svetelným výkonom nám poskytne len pár wattov tepla.

Akumulácia tepla v konštrukciách

Masívne vnútorné konštrukcie objektu prispievajú k jeho tepelnej stabilite – dom sa rýchle neprehreje ani nevychladne. Je aj iný prístup: budova s prerušovanou prevádzkou sa môže rýchle vykúriť, keď treba, a potom sa nechá rýchle vychladnúť. Energeticky úsporné domy však spravidla riešime so stabilnou vnútornou teplotou – straty vedením cez izolačný obal budovy sú také malé, že úspora z občasného zníženia vnútornej teploty nestojí za reč.



Akumuláci tepla v stavebných konštrukciách
(a) akumuláčn  vn torn  steny, (b) masívne podlahy, (c) masívne stropy, (d) vn torn  strana obvodových stien z masívnych murív, (e) masívne dreven  konštrukcie, (f) materiály s fázovou zmenou, (g) akumul čné konštrukcie v medzipriestore...
(zdroj H.P.design, 2013)

Masívne tepelnoakumul čné konštrukcie uv tame aj pri pasívnom vyu van  solárnej energie – vďaka nim sa interiér za slnečného zimného dňa ihneď neprehreje, ohrieva sa toti z nielen vzduch, ale aj podlahy, steny a stropy. A až Slnko z jde a teplota vzduchu trochu klesne, ohriate konštrukcie domu n m ešte nejak  čas „k ria“. Rovnako t tu „stabiliza n “ schopnosť využijeme, keď zak rime v peci či v krbe – aj keď je výkon spaľovania mnohonásobne v   i než momentálna tepeln  strata, nemusíme ihneď otvárať okná, teplota vzduchu stúpne len mierne a prebytok tepla sa „ulo i“ v masívnych konštrukciách pre chv le, až oheň zhasne.

Prinajmenej rovnako zauj mav  je tepeln  stabilita masívnych konštrukcií v lete. Ak v noci stihn  vychladnúť (napríklad aj vďaka intenzívnemu vetraniu), bránia cez deň rýchlemu prehriatiu interiéru.

Masívne konštrukcie však nemusia byť konštrukciami obvodových stien, aj keď nimi môžu byť – mnohé  sporn  domy majú obvodov  steny z betónu či v penopieskov ch tehál (samozrejme s hrubou vonkajšou tepelnou izoláciou), slu n  tepelnoakumul  n  schopnosť však má aj pórobetón, dierovan  tehla, či masívne drevo. Pre dostatok „akumuláčnej hmoty“ v dome n m však stačia masívne vn torn  steny a podlahov  či stropn  dosky. V murovanej stavbe spravidla netreba ni  spe i lne riešiť, v drevostavbe môžeme s výhodou využiť výplne alebo obklady stien z nepálených tehál, hrub  hlinen  omietky, drevobet nov  stropy či z kladov  dosku vnútri tepelnoizola  n ho obalu domu.

Riešenie konštrukcií udržateľných stavieb



Vegetačné strechy či steny
rôznych typov sú charakteristickým
prvkom „zelenej“ architektúry.
(foto R. Somma, WMC, 2013)

Konštrukcie obvodových stien a striech sú podstatnou súčasťou izolačného obalu, väčšina tepelných strát prechodom tepla prebieha cez ne. Snažíme sa preto čo najlepšie ich izolovať – netreba zabúdať, že cena tepelnej izolácie je len zlomkom ceny celej steny či strechy a zvýšenie izolačnej schopnosti na dvojnásobok neznamená zdvojnásobenie ceny konštrukcie. Pre úsporné domy spravidla nestačia „jednovrstvové“ konštrukcie kombinujúce viac funkcií steny (izolačnú, nosnú, akumuláciu). V obvodových stenách musíme zabezpečiť ich izolačnú funkciu, akumuláciu tepla môžu zabezpečiť vnútorné steny a stropy. Nosnú funkciu plnia obvodové steny spravidla len v rodinných domoch a menších objektoch.

Masívne obvodové steny udržateľných stavieb sú spravidla murované – z ľubovoľných murív bez ohľadu na ich izolačnú schopnosť, tú zabezpečíme pridanou tepelnou izoláciou. Výhodnejšie sú homogénne murivá (pórobetón, betón, vápennopiesková tehla) – ľahšie zaistíme ich vzdychotesnosť pri vedení inštalácií. Doplnkovú izoláciu dávame spravidla z vonkajšej strany, aby sme zlepšili tepelnú stabilitu objektu. Pri betónových stenách v stratenom debnení z cementotriesky či EPS treba zarátať tepelné mosty, ktorým sa tu ťažko vyhneme, a dôsledne riešiť rovinu neprievzdušnosti. Posúdenie vlastností navrhnutých materiálov počas celého cyklu ich životnosti (LCA) pomôže vybrať riešenie najvýhodnejšie z hľadiska komplexne chápanej udržateľnosti.

Ľahká konštrukcia obvodových stien, spravidla na báze dreva, umožňuje znížiť hrúbku stien a využiť „ekologickejšie“ materiály, vyžaduje však viac starostlivosti pri návrhu aj realizácii. Bezpečnejšie je riešenie týchto konštrukcií ako difúzne otvorených, potom môžeme vynechať chúlolistivé fóliové parozábrany. Vonkajší povrch týchto stien často riešime ako prevetrávaný obklad, zvnútra môže byť výhodné použitie inštaláčnej predsteny pre minimalizáciu zásahov do roviny neprievzdušnosti či použitie hrubých omietok alebo obkladov z masívnej hliny pre doplnenie tepelnoakumulačnej hmoty. Nosnú konštrukciu drevených stien tvorí spravidla hustý raster stĺpikov s minimalizovaným tepelným mostom (I-nosníky, „rebríčky“...) alebo klasický drevený skelet, modernou alternatívou je panelová konštrukcia z krížom lepených dosiek.

Kombinované konštrukcie spájajú výhody ľahkých obvodových stien s masívnymi vnútornými nosnými stenami (či stĺpmi) a stropmi, čo zlepšuje tepelnú stabilitu budovy. Tepelnoakumulačnú hmotu v drevostavbách niekedy doplníme výplňou vnútorných stien a priečok ťažkými murivami alebo použitím devobetónových stropov. Pri masívnych vnútorných stenách, stĺpoch a priečkach treba počítať s možnosťou vzniku tepelných mostov v mieste ich styku so základovou doskou.

Strešné konštrukcie sa od tých bežných principiálne nelíšia – rozdiel je „len“ v hrúbke tepelnej izolácie a snahe zmenšiť tepelné mosty ich prerušením v drevených nosných prvkoch strechy (priehradové, skriňové či I-nosníky namiesto masívneho dreva) alebo presunom tepelnej izolácie nad nosnú konštrukciu. Nové „variabilné“ parozábrany umožňujú spoľahlivejší návrh jednoplášťových striech.

Vegetačné strechy sú častým riešením v udržateľnej architektúre: zlepšujú tepelnú stabilitu konštrukcie, spomaľujú odtok zrážkových vôd, prispievajú k zlepšeniu mikroklimy v prostredí a v neposlednom rade oživujú

architektonický výraz. Bežnejšie sú bezúdržbové „extenzívne“ vegetačné strechy, no „intenzívne“ riešenie s náročnejšou zeleňou ponúka možnosť rekreačného využitia strechy. V skladbe moderných vegetačných striech sú tradičné drenážne a filtračné vrstvy zo štrku a piesku nahrádzané tvarovanou plastovou fóliou a geotextíliou, takže nárast hmotnosti pri voľbe vegetačnej strechy nie je až tak dramatický. Moderné technológie umožňujú aj konštrukciu zvislých vegetačných stien.

Podlaha, či už k základom a k zemi, alebo k nevykurovanému suterénu, musí byť dôkladne izolovaná – teplota zeminy pod domom sa u nás pohybuje okolo 10°C, čo je podstatne viac než teplota vonkajšieho vzduchu v zime, no pre minimalizáciu tepelných strát počítame s aspoň polovičnou izoláciou v porovnaní so stenami a strechou. Táto izolácia by mala bez výrazného oslabenia prejsť do izolácie obvodových stien. To nás niekedy vedie k zakladaniu stavieb nad tepelnou izoláciou – v XPS „vani“ alebo s betónovou doskou na násype z drveného penového skla. Pri pásových základoch dopĺňame tepelnú izoláciu ich vonkajšej strany. Pre udržateľnú architektúru je zaujímavé založenie stavby na stĺpkoch s podlahou nad terénom: prináša minimálny zásah do terénu a malú spotrebu materiálu pre základy. Hydroizolácie riešime obvykle konvenčne na doske základov, napájame na ne rovinnu neprievzdušnosti stien (potiahnutím omietok stien až po hydroizoláciu či prelepením styku tesniacou páskou) a dôsledne utesňujeme všetky prestupy cez ňu.

Osadenie výplní otvorov (okien a dverí) sa snaží minimalizovať tepelný most v tomto detaile. Ideálna (ale nie vždy možná) je poloha v strede tepelnej izolácie, pri oknách berieme do úvahy aj mieru zatienia skla ostentím a nadpraším. Rámy môžeme prekryť tepelnou izoláciou pre obmedzenie tepelného mosta, pri montáži používame prelepenie styčnej škáry zvnútra parotesnou a zvonka paropriepustnou páskou (medzeru medzi nimi vypeníme či vyplníme penovou páskou) alebo použijeme „3 v 1“ kompresné pásky. Samotným oknám sa venujeme nižšie.

Minimalizácia tepelných mostov (či správnejšie tepelných väzieb) v izolačnom obale domu spočíva najmä vo vylúčení prestupov masívnych (presnejšie tepelne vodivých) konštrukcií cez izolačný obal domu. Napríklad balkóny riešime nie ako konzolové pokračovanie železobetónového stropu, ale ako samonosnú konštrukciu pristavanú k domu (alebo, ak potrebujeme to „konzolové“ riešenie, obmedzíme tepelný most vložением tepelnej izolácie vo forme tzv. „isokorbov“ do balkónovej dosky). Zábradlia či okenice kotvíme cez izolačné podložky, zmenšenie hrúbky izolácie za žalúziiovými boxmi môžeme kompenzovať jej vyššou účinnosťou. Pri styku masívnych stien s konvenčnou základovou konštrukciou vzniká v päte múra výrazný tepelný most – odstraňujeme ho vložením pásom z únosného tepelnoizolačného materiálu, napríklad doskového penového skla.

Tepelnoizolačné materiály používame v energeticky úsporných a udržateľných domoch v rovnakej kvalite ako v bežných stavbách – len vo väčších hrúbkach. Práve snaha o zmenšenie beztak veľkej hrúbky nás vedie k uprednostneniu materiálov s čo najlepšou izolačnou schopnosťou – „šedého“ EPS či kvalitnejšej minerálnej vlny. Keďže snaha o energetickú úspornosť sa často spája so snahou o riešenia ohľaduplné k prostrediu, relatívne často sa tu stretávame s recyklovanými materiálmi (celulózoová izolácia, penové sklo) či izoláciami z prírodných materiálov (konopné a ľanové vlákna, mäkké drevovláknité



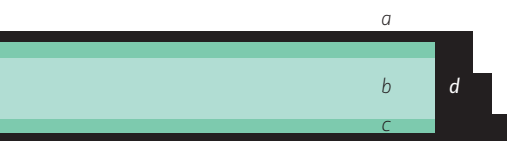
Okno vysunuté do (budúcej) tepelnej izolácie bez tepelných mostov je typickým prvkom úsporných budov. (foto H. Pifko)



Balkóny môžeme k izolovanej stene pristavať (SolarCity Linz), zavesiť (Frankfurt) či oddeliť od železobetónového stropu „isokorbami“ – spoločným menovateľom odporúčaných riešení je minimalizácia tepelných mostov. (foto H. Pifko)



Tieniace systémy
môžu byť výrazným prvkom
architektonického výrazu
– tieto príklady sú zo SolarCity Linz.
(foto H.Pířko)



Vstupné dvere s výplňou z vákuovej izolácie
prestávajú byť najslabším miestom na dome.
(zdroj Variotec)

dosky, vlna, korok, využitie trstiny či slamy), ktoré sú z obnoviteľných zdrojov a nemajú veľa „zabudovanej energie“. Niekedy však musíme siahnuť aj po high-tech riešeniach v podobe vákuových či aerogélových izolácií – napríklad na strešné terasy pri byte, na žalúziové boxy a izolačné okenice.

Okná energeticky efektívnych domov plnia rovnaké funkcie ako v bežných stavbách – zabezpečujú svetlo, výhľad, vetranie, ochranu. Tretiu z týchto funkcií rieši otváranie okna, prvé dve plní zasklenie (a rovnako dobre, ba aj lepšie ich plní aj v pevnom či bezrámovom prevedení alebo v zasklenej stene). Pre úsporné domy je typické, že vetranie môžeme zabezpečiť aj ináč než cez okná – stretávame sa v nich s väčším množstvom pevných zasklení než v bežných stavbách. S tým súvisí aj ochrana pred nepriaznivými vplyvmi zvonka (hluk, znečistenie, vietor, nepríjemná teplota či ľudia) – treba si uvedomiť, že v okamihu, keď okno otvoríme, strácame jeho ochrannú funkciu. No v úsporných domoch má okno aj „energetické“ funkcie. Pre ich úspešné plnenie využívame zasklenia trojsklom v kvalitnom a správne osadenom ráme.

Tepelné zisky v zime nám v nezanedbateľnej miere môžu znížiť potrebu tepla na vykurovanie. Slnéčné lúče nám cez zasklenie preniknú do interiéru a ohrejú povrchy, na ktoré dopadnú. Zhruba na juh otočené a v zime nezatienené kvalitné okno má pozitívnu energetickú bilanciu: získa zo slnečných lúčov viac energie, než sa cezeň stráca. Iná než južná orientácia však má v zime príliš málo priameho slnečného svitu.

Tieniace systémy sú kľúčom k zabezpečeniu letnej tepelnej pohody bez energeticky náročného strojového chladenia. Presahy konštrukcií či snolamy pomôžu s tienением v lete okolo poludnia, no podvečer či na jeseň slnko zasvieti popod ne. Preto spravidla volíme pohyblivé vonkajšie tienenie: vonkajšie žalúzie či rolety z poplastovaného textilu, rôzne typy okeníc, markízy. Bežné plastové či hliníkové lamelové rolety nie sú veľmi praktické: keď si nimi zatienime, pridáme o denné svetlo aj výhľad. Roletové a žalúziové boxy skryté v stene znižujú priestor pre izoláciu – niekedy sa tu preto uplatnia vákuové či aerogélové izolácie.

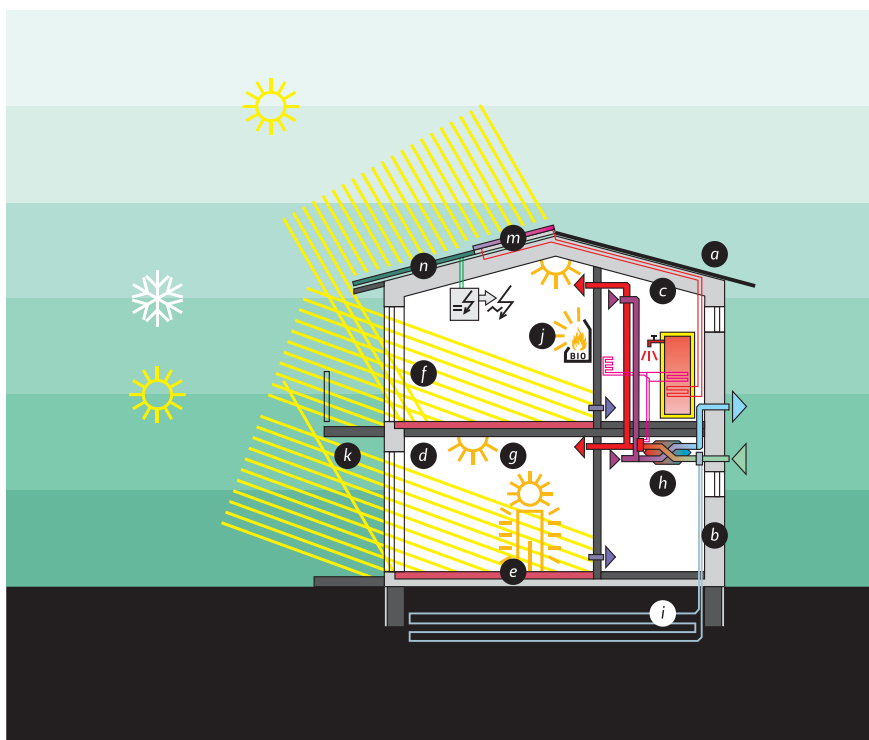
Materiál okenných rámov si môžeme vybrať: drevo s vloženou izoláciou, plastové profily so šiestimi až ôsmimi komorami a výstuhou, ktorá nespôsobuje tepelný most, drevohliníkové okno s izoláciou pred rámom, hliníkové okno s prerušeným tepelným mostom a izolačnou výplňou. Vyhovujú aj niektoré nové masívne drevené okná s prekrytím rámu izoláciou. Víťaný je zhodný vzhľad otváracích a pevných krídiel, pomerne časté sú bezrámové riešenia okien či skryté rámy.

Do budúcnosti môžeme očakávať komerčne dostupné vákuové dvojsklá, aerogélové výplne okien, už dnes možno kúpiť zasklenia s premennou priehľadnosťou či integrovanými fotovoltaickými panelmi. Žalúzie v dutine dvojskla či trojskla spájajú účinnosť „vonkajšieho“ tienenia s mechanickou ochranou žalúzie „vo vnútri“.

(a) preglejka, (b) vákuová izolácia, (c) izolačná rohož, (d) dvojité falc

Zhrnutie princípov energeticky úsporných budov

Na obrázku sú v súhrne prezentované zásady navrhovania udržateľnej architektúry, ktoré súvisia so znižovaním potreby energie na prevádzku budov. Po širších krajinných a urbanistických súvislostiach by nás mala zaujímať kompaktnosť tvaru (a), no najdôležitejším parametrom je kvalita tepelnoizolačného obalu (b). S ním súvisí aj nepretržitá rovina neprievzdušnosti (c) a vylúčenie tepelných mostov (d). Stratú tepla vedením zníži vetrací systém s rekuperáciou tepla (h). Časť tepelných strát v zime pokrýva pasívne využitie energie slnečných lúčov (f) a vnútorných zdrojov tepla – domácich spotrebičov, osvetlenia, rôznej techniky a pobytu ľudí (g). Účelnému využitiu týchto nepravidelných ziskov tepla napomôže tepelnoakumulačná hmota domu v podobe masívnych konštrukcií (e), tie pomáhajú aj pri udržaní letnej tepelnej pohody (v kombinácii s intenzívnym nočným vetraním). Zemný výmenník (i) slúži v zime ako protimrazová ochrana vetracieho systému a v lete ochladzuje vzduch privádzaný do interiéru. Toto spolu s účinným tienením v lete (k) pomáha udržať tepelnú pohodu aj v horúčavách. Popri základnom zdroji tepla počítame spravidla aj s jeho zálohou či doplnením pre extrémne chladné dni (j). Pre ohrev vody môžeme využiť solárne kolektory (m), ktoré síce neovplyvnia mernú potrebu tepla na vykurovanie, ale výrazne zredukovújú potrebu primárnej energie na prevádzku domu. Tú môžeme až na nulu znížiť aplikáciou fotovoltaických panelov (n) – dnes to možno nie je najefektívnejšie riešenie, no o pár rokov možno bude ich použitie samozrejmosťou.



Schematické vyjadrenie princípov energetickej efektívnosti udržateľných stavieb.
(zdroj H.P.design, 2013)

Technologické systémy

HP

Moderné budovy sa bez techniky nezaobídu a hoci si pri navrhovaní udržateľnej architektúry môžeme vybrať medzi hi-tech prístupmi opierajúcimi sa viac o technológie a low-tech riešeniami bližšími prírode, zariadenia na zabezpečenie kvality vnútorného prostredia nájdeme v dome vždy. V každom objekte musíme riešiť vetranie (pri energeticky efektívnych budovách spravidla mechanické s rekuperáciou tepla, no v niektorých prípadoch je vhodnou voľbou aj prirodzené vetranie s podporou výmeny vzduchu), v našej klíme je spravidla potrebné aj vykurovanie v chladných obdobiach roka a pre väčšinu funkcií aj ohrev vody. Technologiami tiež niekedy napomáhame udržaniu letnej tepelnej pohody, zabezpečujeme umelé osvetlenie a prevádzku spotrebičov. Aktuálnou témou je získavanie energie z prostredia (napríklad fotovoltaickými panelmi) a jej skladovanie na obdobia nedostatku či zvýšenej spotreby.

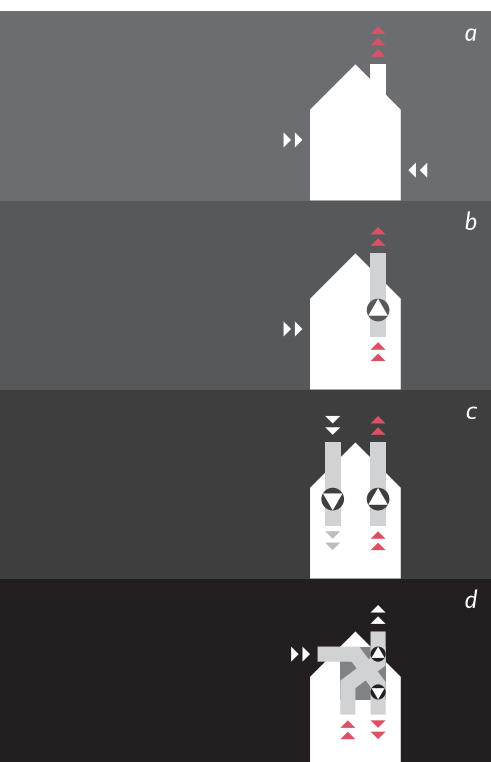
Vetranie v energeticky efektívnych domoch

Ak máme kvalitný tepelnoizolačný obal domu, bežné prirodzené vetranie v netesnom dome znamená tepelné straty prevyšujúce únik tepla cez steny, strechu a okná. Ďalšie zlepšovanie izolácie teda stráca zmysel, treba znížiť stratu tepla vetraním a infiltráciou. Vetrať pritom treba – s dobrým vetraním stojí a padá kvalita vnútorného prostredia. Stretávajú sa nám tu dve požiadavky, hygienická a teplotnícká.

Vetrať treba práve toľko, koľko vyžaduje hygienický predpis. Menšia výmena vzduchu vedie k pachovému diskomfortu, nárastu vlhkosti (s následným rizikom porúch stavby) a nárastu koncentrácie CO₂ (so stratou koncentrácie, nepohodlím a v extrémne až zdravotnými problémami). Väčšia výmena vzduchu než hygienicky nutné vetranie (v obytnom priestore zhruba 0,3 až 0,5 h⁻¹) zase vedie vo vykurovacom období k poklesu vlhkosti vzduchu pod hygienicky prijateľnú hranicu – za optimum sa považuje cca 40 % relatívna vlhkosť. Mechanické vetranie zaistí vopred nastavenú či senzormi odporúčanú výmenu vzduchu, kvalita bežného prirodzeného vetrania kolíše vplyvom vonkajších podmienok i ľudského faktora.

Tepelnú stratu, spôsobenú výmenou ohriateho vnútorného vzduchu za čerstvý, no studený vonkajší vzduch, nám pomôže znížiť vetranie so spätným získavaním tepla. Rekuperácia znamená, že ohriaty „odpadový“ vzduch nám vo výmenníku tepla zohreje privádzaný studený vzduch takmer na svoju pôvodnú teplotu. Moderné vetracie jednotky majú účinnosť rekuperácie až okolo 90 % a spoľahlivo zabezpečujú požadovanú výmenu vzduchu pri veľmi malej spotrebe energie a minimálnom hluku či prievane. Ďalšou výhodou je filtrovanie privádzaného vzduchu s výrazným poklesom prašnosti v interieri a ak kvôli vetraniu nemusíme otvárať okná, zabránime aj prievanu a vnikaniu vonkajšieho hluku do interieru.

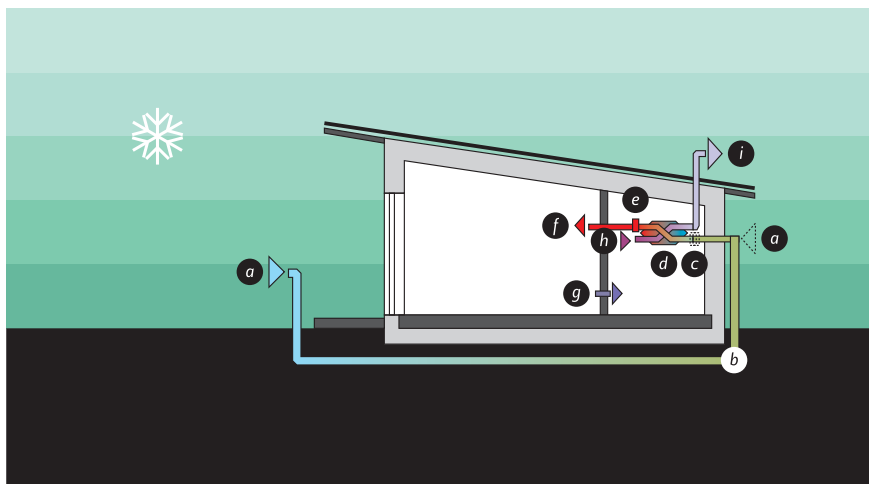
Riadené vetranie s rekuperáciou tepla je kľúčovým prvkom každého dobrého nízkoenergetického domu. Aby bolo skutočne účinné, tak aj vo veternom počasí musí výmena vzduchu prebiehať cez rekuperátor a nie cez netesnosti izolačného obalu domu – požiadavka neprievzdušnosti obalových konštrukcií je tu dosť podstatná. Voliteľným prvkom vetracieho systému je využitie pomerne stálej teploty zeme na predhrev (či v lete na chladenie) vetracieho vzduchu. Na to poslúži aj jednoduchý výmenník „zem-vzduch“ v podobe rúry zakopanej do zhruba dvojmetrovej hĺbky, cez ktorú prúdi vetrací vzduch. Dnes je však populárnejší soľankový výmenník s hadicou zakopanou do zeme – nemrzúca



Možnosti vetrania:
prirodzené (a), mechanické podtlakové (b),
rovnotlaké (c), s rekuperáciou (d).
(podľa Swedish Energy Agency)

B.6

zmes v nej je obehovým čerpadlom privedená do nevelkého výmenníka „voda-vzduch“. Výhodou tohto riešenia je, že nemusíme riešiť otázku hygieny a čistenia potrubia v zemi.



Vetrание s rekuperáciou tepla:

prívod čerstvého vzduchu priamo (a) či cez zemný / solankový výmenník (b) filter (c), vetracia jednotka (d), dohrev vzduchu (e), prívod do miestností (f), prepojenie medzi priestormi (g), odťah znečisteného vzduchu (h) a jeho výfuk mimo domu (i).
(zdroj H.P.design, 2013)

Prirodzené vetranie nie je pre úsporné budovy blízke štandardu pasívneho domu práve typické. Vo vykurovacom období by sa nemalo bežne využívať, môžeme ním však riešiť neštandardné situácie (vykypelo mlieko či prišlo dvadsať ľudí na párty). V prechodných obdobiach roka nie je prirodzené vetranie z hľadiska energetickej efektívnosti problémom, ak však otvoríme okná, púšťame do interiéru popri čerstvom vzduchu aj hluk a prach – v mestskom prostredí to nemusí byť komfortným riešením. V letnom období možno využiť intenzívne nočné prevetrávanie priestorov cez otvorené okná či vetracie klapky na vychladenie masívnych konštrukcií budovy. Pre správnu funkčnosť prirodzeného vetrania však treba jeho parametre tiež vypočítať a využívať ho v súlade s týmito výsledkami.

Mechanické vetranie má primárnu funkciu v zabezpečení hygienicky potrebného vetrania bez ohľadu na vonkajšie podmienky (a prípadne aj správanie užívateľov), energetickú efektívnosť prevádzky domu však podstatne nezlepšuje.

Riadené vetranie s rekuperáciou tepla je nevyhnutnosťou, ak chceme dosiahnuť potrebu energie na prevádzku domu blízku nule. Vo vetracích jednotkách nízkoenergetických domov najčastejšie nachádzame protiprúdové výmenníky tepla (staršie krížové výmenníky nemajú dostatočnú účinnosť, podobne ako výmenníky na princípe „heat-pipe“). Vo veľkých vetracích jednotkách bývajú diskové výmenníky, pri rekonštrukciách je niekedy najjednoduchším riešením v každej obytnej miestnosti malá vetracia jednotka využívajúca obracanie smeru prúdenia vzduchu cez „regeneračný“ výmenník. Aj tepelné čerpadlo vzduch-vzduch s výmenníkmi na prívode a odťahu vetracieho vzduchu môže fungovať ako rekuperačná vetracia jednotka.

Na rozdiel od klimatizácie pri vetraní spravidla neriešime zvlhčovanie ani intenzívne chladenie vzduchu – zabezpečenie hygieny rozvodov a komfortu je vďaka tomu jednoduchšie. Aj intenzita výmeny vzduchu je oveľa menšia – odpadá problém hlučnosti aj pocit prievanu.



Podpora prirodzeného vetrania

je výrazným determinantom architektúry – tu je to riešenie strechy haly Zenith v Saint-Etienne.
(foto D. Villafruela, WMC, 2013)

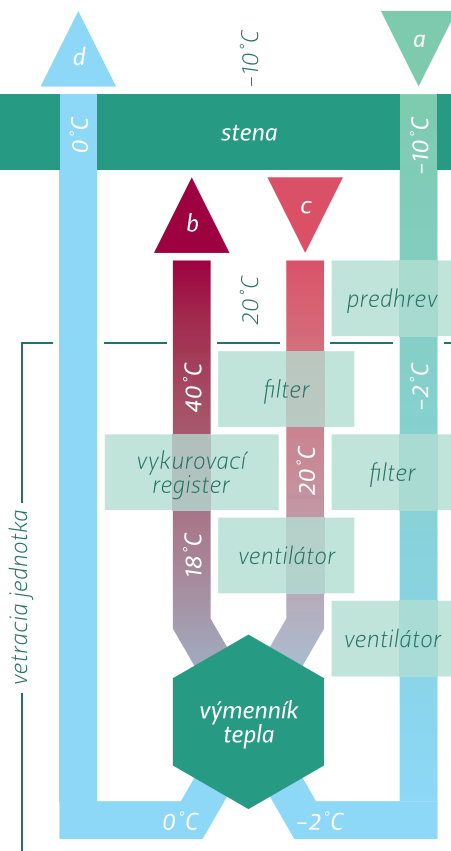


Schéma pohybu (a teploty) vzduchu v zimnom období vo vetracej jednotke s rekuperáciou tepla:

- (a) nasávanie vzduchu zvonku,
 - (b) prívod čerstvého vzduchu do miestností,
 - (c) odťah znečisteného vzduchu,
 - (d) výfuk „odpadového“ vzduchu von.
- (schéma H. Pířko)

Kompaktné jednotky kombinujú vetranie s rekuperáciou tepla a tepelné čerpadlo (zvyčajne aj so zásobníkom ohriatej vody) – v nevelkej skrinke je sústredená takmer všetka technika domu.

Rozvod vetracieho vzduchu riešime čo najjednoduchší, v obytných budovách spravidla len privádzame čerstvý vzduch do obytných miestností (hocikam, vzduch sa v izbe dostatočne premieša) a odťahujeme ho z kuchyne, kúpeľne či WC, aby sa nešírili pachy. Tlmiče hluku na potrubiach bránia prenosu zvuku cez vetrací systém. Rozvody vzduchu podlahovými kanálmi či riešenia s cirkuláciou časti vzduchu sú komplikovanejšie, cirkulácia však umožňuje privádzať do interiéru viac tepla bez zbytočného zvýšenia vetrania – to by v zime viedlo k vysušaniu vzduchu v interiéru.

Vykurovanie a ohrev vody

Kvalitný tepelnoizolačný obal domu v spojení s rekuperáciou tepla pri vetraní a využitím energie Slnka a vnútorných zdrojov nám zníži potrebu tepla na vykurovanie na veľmi nízke hodnoty. Tie sú teraz porovnateľné s potrebou tepla na ohrev vody v obytných objektoch. Bez ujmy na komforte (či bez otužovania) potrebu teplej vody neznížime a ak chceme aj tu ušetriť energiu, musíme hľadať čo najefektívnejší spôsob jej získavania.

Najbežnejším spôsobom zvýšenia efektívnosti prípravy teplej vody je využitie tepla zo Slnka prostredníctvom termických solárnych kolektorov – energiu máme zdarma, ak necháme bokom investičné náklady. Žiaľ, nemáme ju k dispozícii rovnomerne počas dňa, týždňa či roka. Kolektory preto spravidla dopĺňame akumuláčnou nádržou umožňujúcou preklenúť hodiny či dni bez priameho slnečného svitu (medzisezónna akumulácia je príliš nákladná na to, aby sa vyplatila, no experimenty potvrdili jej realizovateľnosť). Nedostatok slnečného svitu v zime vedie k nutnosti inštalácie doplnkového zdroja tepla, ktorým spravidla pokrývame štvrtinu až tretinu potreby teplej vody, zvyšok zabezpečí ekonomicky nadimenzovaný „solár“ (viď Nepriame (aktívne) solárne systémy).

A.11

Iným efektívnym riešením ohrevu vody je využitie tepelného čerpadla. To pri premene elektriny na teplo každú spotrebovanú kilowatt hodinu znásobí tri až päťkrát. Jeho výhodou je nezávislosť na počasí a ročnej dobe – môžeme ho preto využiť aj ako zdroj tepla na vykurovanie v zime. Tepelné čerpadlo získava teplo na ohrev vody tak, že ho odoberá z vonkajšieho prostredia. V lete ho však môže odoberať aj z interiéru a „za jedny peniaze“ zabezpečíme ochladzovanie miestností aj ohrev vody (viď Alternatívne zdroje energie).

A.6

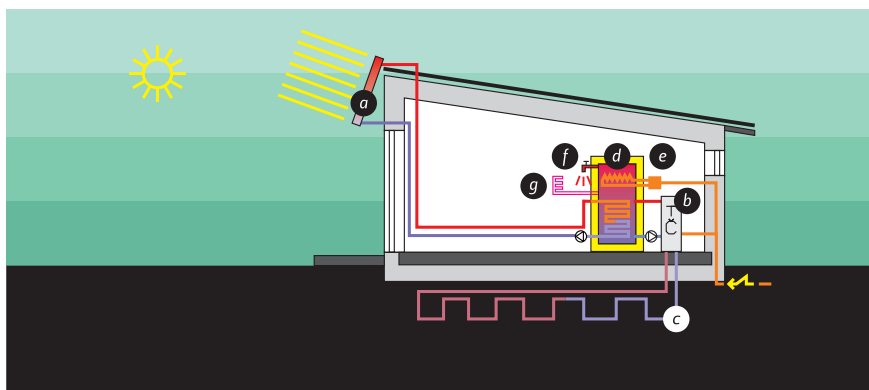
Zdrojom tepla pre vykurovanie môže byť elektrina, to je však pre nepriaznivý faktor prevodu na primárnu energiu nevelmi vhodné riešenie – moderný plynový kotol je z hľadiska vplyvu na životné prostredie výhodnejším riešením. Situácia sa zlepšuje nasadením tepelného čerpadla s čo najvyššou účinnosťou. Efektívnym riešením vykurovania je aj využitie odpadového tepla pri výrobe elektriny v kogeneračných jednotkách – dnes sú k dispozícii aj malé modely vhodné napríklad pre menší bytový dom. Zaujímavou voľbou je spaľovanie biomasy (drevo, štiepka, pelety, slama) – využíva obnoviteľný zdroj a z hľadiska emisií CO₂ predstavuje neutrálne riešenie. Vykurovacie telesá môžu tiež ohrievať vodu – pri kotloch to nie je problém, pri krboch či pieckach v interiéru však treba však mať na pamäti, že teplú vodu potrebujeme aj mimo vykurovacieho obdobia.

Pre domy s takmer nulovou spotrebou energie bude charakteristické aktívne využívanie slnečnej energie ďalším spôsobom – jej premenou na elektrickú energiu vo fotovoltických článkoch. Už dnes nimi majú niektoré domy pokrytú veľkú časť striech či fasád. Ich ekonomické výhodnosť je zatiaľ podmienená dotovaním ceny vyrobenej energie, no vďaka rastu výroby i vedeckému pokroku patria k výrobkom, ktorých cena v ostatných rokoch stále klesá.

Zdroj tepla pre vykurovanie a ohrev vody je potrebný aj v domoch s takmer nulovou spotrebou energie – na vykurovanie nám však v dome či byte spravidla stačí pársto wattov, klasické kotly a rozvody tepla sú tu zbytočne výkonné a drahé. Vykurovacie obdobie je krátke, spotreba energie je nízka – tomu treba prispôbiť aj riešenie vykurovacieho systému.

Priamy elektrický ohrev nie je z hľadiska potreby primárnej energie šťastným riešením (ak nevyužívame fotovoltiku), je však investične nenáročný a dostatočne pružný – často ho využívame ako doplnkový zdroj. Elektricky môžeme ohrievať vodu v bežnom rozvode tepla, častejšie sú však elektrické teplovzdušné konvektory. Ohrev vzduchu vo výustkách vetracieho systému je vcelku elegantným riešením s možnosťou individuálnejšej regulácie teploty v miestnostiach. V ostatnom čase sú populárne aj sálavé panely – majú svoje výhody, odporúčame však overiť si ich komfortnosť, nie každému vyhovujú.

Malé tepelné čerpadlo, niekedy integrované s vetracím systémom, ušetrí prevádzkové náklady a niekoľkonásobne zníži potrebu primárnej energie na vykurovanie a ohrev vody. Využívame teplo zo vzduchu, zeme či vody. – prvý spôsob je investične nenáročný, no najmenej účinný. Vodu (či už povrchovú alebo podzemnú) nemáme vždy k dispozícii, podobne ako plochu pozemku potrebnú pre plošný zemný výmenník, vertikálny výmenník vo vrte je drahšie riešenie.



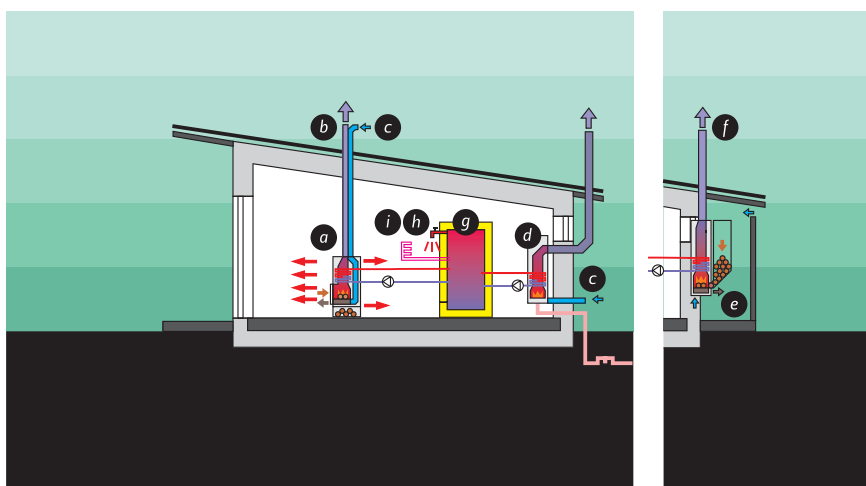
Ohrev vody a vykurovanie energiou z prostredia:

tepl vodné solárne kolektory (a) alebo tepelné čerpadlo (b) so zemným výmenníkom (c), akumulčná nádrž (d) s doplnkovým elektrickým ohrevom (e): zdroj tepla pre ohriatu vodu (f) alebo nízkoteplotné vykurovanie, napr. stenové (g). Tepelné čerpadlo môže byť súčasťou kompaktnej vetracej jednotky. (zdroj H.P.design, 2013)

Solárny systém nám zabezpečuje teplo „zadarmo“ – žiaľ, v zime, keď by sme ho potrebovali najviac, ho dodá podstatne menej než v lete, pre vykurovanie s ním preto obvykle nepočítame. Slnečné lúče zachytávajú kolektory – ploché (prípadne ploché vákuové) či trubicové. Ploché kolektory môžeme integrovať do konštrukcie strechy alebo stien. Akumulčná nádrž pomáha vyrovnávať výkyvy v množstve slnečného žiarenia i nepravidelnosti v odbere teplej vody (viď Nepriame (aktívne) solárne systémy). V ostatnom čase sa na vykurovanie či ohrev vody začínajú využívať aj fotovoltické panely – ich horšiu účinnosť vyvažuje zjednodušenie systému.

Bežné kotly na plyn, uhlie či vykurovací olej sa môžu uplatniť aj v nízkoenergetických domoch, no častejšie vo veľkých objektoch, kde sú investične nenáročným riešením. Volíme čo najúčinnnejšie modely a ak sú umiestnené v interiéri, dbáme na ich tesnosť a prívod vzduchu z exteriéru.

Ohrev vody a vykurovanie teplom palív:
 pec na drevo s teplovodným výmenníkom (a), tesným komínom (b) a prívodom vzduchu zvonka (c) alebo bežný plynový kotol (d) alebo mimo izolačného obalu domu automatický kotol na peletky (e), ktorému stačí bežný komín (f) – akumulačná nádrž (g) zabezpečuje ohrev vody (h) i vykurovanie (i).
 (zdroj H.P.design, 2013)



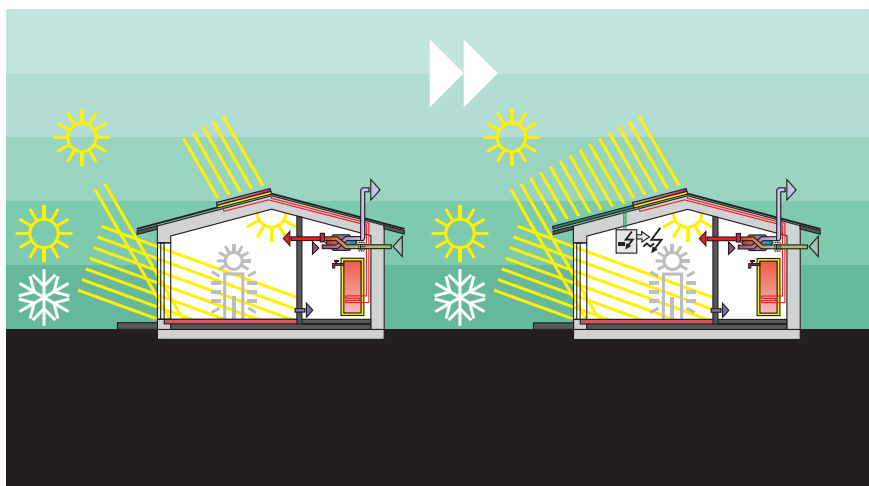
Využitie biomasy – teda spaľovanie dreva, štiepky či peliet – je zaujímavé tým, že je takmer neutrálne z hľadiska emisií CO₂. Popri bežných kotloch sa stretávame aj s automatickými zariadeniami, niekedy ich umiestňujeme mimo izolovanej časti domu. Krby a pece ohrievajú priamo priestor, v ktorom sa nachádzajú. Časť ich tepelného výkonu môžeme využiť na ohrev vody, mimo vykurovacieho obdobia nám však veľmi neposlúžia. Liehové piecky sú praktickým doplnkovým či záložným zdrojom tepla a dobre plnia „spoločenskú“ funkciu krbu – pri občasnom párhodinovom využití nás ich vysoké prevádzkové náklady netrápia.

Centralizované zásobovanie teplom je pre nízkoenergetické domy zaujímavé v prípade, že straty tepla v rozvodoch sú veľmi nízke, alebo ak sa využíva odpadové teplo či trebárs kogenerácia – spoločná výroba tepla a elektriny (tá je možná aj pre jednotlivé domy).

Rozvod tepla v domoch s takmer nulovou spotrebou energie spravidla dokáže zabezpečiť vetrací vzduch – to je základná myšlienka pasívnych domov. V miernejšej oceánskej klíme to nie je problém, v strede či na východe Európy to však nemusí stačiť. Stále však hovoríme o nutnosti priviesť do miestnosti len niekoľko desiatok až stovák wattov – ak použijeme bežný radiátor, nemusí byť pod oknom, no bežnejšie je podlahové alebo stenové vykurovanie či vo veľkých budovách temperované konštrukcie v kombinácii s pružnejším systémom.

Ohrev vody spotrebuje v nízkoenergetickom dome množstvo tepla, ktoré je porovnateľné s potrebou tepla na vykurovanie a podstatným spôsobom ovplyvňuje mernú potrebu primárnej energie. Môžeme využiť ktorýkoľvek z vyššie uvedených zdrojov tepla, no priamy elektrický ohrev nezvykneme v energeticky efektívnych domoch využívať ináč ako záložný či doplnkový zdroj. Špecifikom sú dobre izolované rozvody, napojenie práčky či umývačky riadu na rozvod teplej vody a kvalitná tepelná izolácia potrubí. Ak je to možné bez ujmy na komforte, vynechávame cirkuláciu teplej vody.

Obnoviteľné zdroje energie sú pre udržateľnú architektúru jednou z hlavných tém. Pre prevádzku budov môžeme využiť energiu Slnka, či už v podobe tepelnej energie slnečných lúčov (tú využívame pasívne na ohrev interiéru v zime alebo aktívne v kolektoroch na ohrev vody), alebo premenou slnečných lúčov na elektrickú energiu cez fotovoltaické články v autonómnych objektoch či s nafázovaním systému na verejnú elektrickú sieť. Teplo prostredia využívame cez tepelné čerpadlá, ako zdroj tepla vieme využiť tuhú biomasu i bioplyn. „Odpadové teplo“ využívame priamo (započítaním „vnútorných zdrojov“), či cez rekuperačné vetracie systémy. Už mimoarchitektonickým problémom je využívanie geotermálnej energie či pohybovej energie vzduchu a vody... Potenciál obnoviteľných zdrojov energie je však obmedzený – ak chceme nielen zabezpečiť prevádzku stavieb, musíme v prvom rade výrazne znížiť ich energetickú náročnosť.



Pasívny dom a budova s takmer nulovou spotrebou energie

sú si konštrukčne i technicky veľmi podobné, tá druhá však získava z prostredia či z obnoviteľných zdrojov takmer všetku energiu potrebnú na jej prevádzku (v schéme to naznačujú doplnené fotovoltaické panely). (zdroj H.P.design, 2013)

- pasívny dom dnes:
 $mpt \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
 $mppe \leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
 $bd: n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
- budova s takmer nulovou spotrebou energie po roku 2020: ?
 $mppe = 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Tepelná pohoda v lete

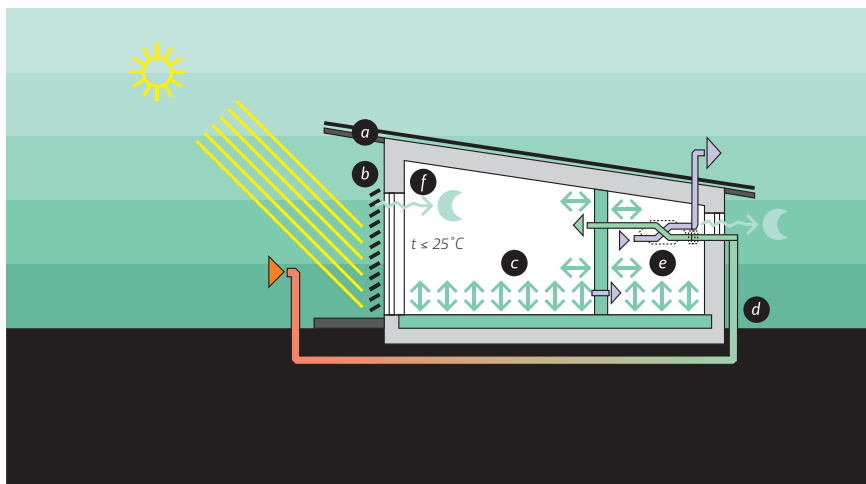
Vykúriť dom je jednoduchšie než ochladiť ho. Pre letné obdobie sa preto snažíme udržať vnútorné teploty v pásme komfortu prednostne „pasívnym“ spôsobom, bez potreby strojového chladenia. Tepelné zisky cez dobre izolované nepriehľadné konštrukcie nestoja za reč, solárnym ziskom cez okná bránime ich vonkajším tienením. Pri vysokých vonkajších teplotách je problémom aj vetranie – prehrievaniu interiéru bránime obmedzením vetrania na hygienicky potrebnú mieru a ochladzovaním vetracieho vzduchu pomocou zemného výmenníka. Reverzný chod tepelného čerpadla je tiež užitočným zdrojom chladu – ak „odpadovým teplom“ ohrievame vodu, je to veľmi efektívne riešenie. Temperované stropy môžeme napojiť na „prirodzené“ zdroje relatívneho chladu (povrchová či podzemná voda, zem). Akumulačnú schopnosť masívnych stavebných konštrukcií využívame tak, že po poklese vonkajších teplôt v noci intenzívne vetráme – steny či stropy sa ochladia a cez deň bránia prehriatiu interiéru.

Obytné budovy sa spravidla zaobídu bez náročnejšieho chladenia. Pri budovách s väčšími tepelnými ziskami môžeme popri konvenčnom strojovom chladení využiť aj systémy solárneho chladenia. Ich výhodou je, že v čase, keď najviac potrebujeme chladiť, máme k dispozícii dostatok slnečného žiarenia...

Udržaniu tepelnej pohody v lete

aj bez strojového chladenia napomôže vonkajšie tienenie zasklení konštrukciou (a) či žalúziou (b), v interiéri tepelnoakumulačná hmota (c). Prípadne aj chladenie vetracieho vzduchu zemným či solankovým výmenníkom (d), využitie vetracej jednotky v „bypass“ režime s minimálnou výmenou vzduchu cez deň (e) a intenzívne nočné prevetrávanie na ochladenie masívnych konštrukcií (f).

(zdroj H.P.design, 2013)



Prevádzka, efektívnosť spotrebičov, správanie užívateľov

Celková spotreba energie v prevádzke budovy je tvorená spotrebou tepla na vykurovanie a ohrev vody, dopĺňame tu spotrebu techniky nutnej na prevádzku domu (ventilátory, obehové čerpadlá) a nároky osvetľovacích telies a domácich spotrebičov (odrátať naopak energiu vyrobenú napríklad fotovoltaickými panelmi či v kogeneračných jednotkách). Z toho nám vyplýva, že treba použiť čo najúčinnnejšie ventilátory a čerpadlá – najlepšie modely odvedú rovnakú prácu s polovičnou spotrebou elektriny oproti zastaraným riešeniam. A takisto treba použiť čo najúčinnnejšie domáce spotrebiče – používanie „céčkovej“ práčky a chladničky či svietenie obyčajnými žiarovkami je proti zásadám riešenia energeticky efektívneho domu.

Voľba efektívnych spotrebičov má aj jednu „nevýhodu“: musíme počítať s tým, že ich príspevok k „vykurovaniu“ domu (v podobe vnútorných ziskov) bude menší, než predpokladali staršie výpočtové modely. Musíme rátať napríklad s tým, že tradičné žiarovky budú nahradené „ledkami“ a množstvo produkovaného odpadového tepla poklesne až rádo. Rozdiely medzi tradičným a LCD-televízorom či medzi zastaraným a moderným kancelárskym počítačom sú menej dramatické, no stále podstatné – a trend znižovania odpadového tepla zo zariadení v budove bude pokračovať aj v budúcnosti.

Cez domáce spotrebiče sa dostávame k správaniu užívateľov – v energeticky efektívnom dome je významným faktorom, počínajúc voľbou teploty v interiéroch a prístupom k vetraniu priestorov končiac. Mnohé „chyby“ v ich prístupe k užívaniu domu však pramenia z nevedomosti či zo (zlo)zvykov z bežných stavieb. K ich prekonaniu môže prispieť „užívateľský manuál“ – príručka, ktorá vysvetlí princípy nízkoenergetického, pasívneho či nulového domu a odporučí, ako ho čo najefektívnejšie užívať.

Zhrňme: zníženie energetickej náročnosti prevádzky domu dnes už nie je len o úsporách v potrebe tepla na vykurovanie a ohrev vody. Musíme znižovať aj nároky techniky (napr. obehové čerpadlá, ventilátory), umelého osvetlenia (LED-svietidlá rádo úspornejšie než bežná žiarovka), domácich spotrebičov či kancelárskej techniky. K úsporám môžu prispieť aj „inteligentné“ riadiace systémy – a/alebo inteligentné správanie užívateľov...

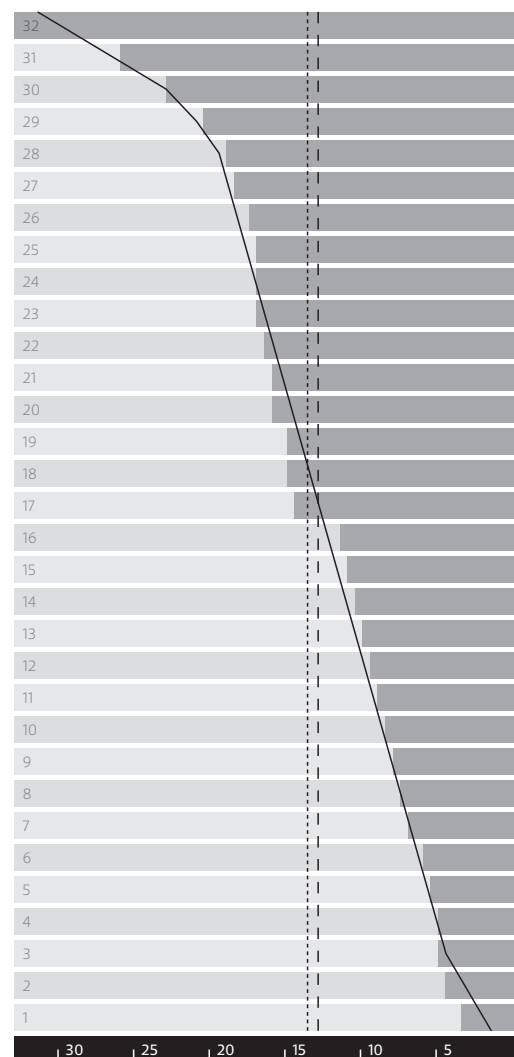
Návrh, výpočty, kontrola kvality

Pri navrhovaní udržateľných budov sa tiež uplatňuje holistický prístup, resp. to, čomu hovoríme integrované navrhovanie: od začiatku tvorivého procesu až po prevádzku domu sa na riešení musia podieľať všetky zúčastnené „profesie“. Prvé skice architekta treba posúdiť z teplotného hľadiska, návrh vykurovania, vetrania a prípadnej úpravy vzduchu musí byť zosúladený a s jednotným prístupom k „filozofii“ techniky domu (vrátane napr. ohrevu vody, využitia aktívnych solárnych systémov či automatického riadenia prevádzky) – v anglosaských krajinách používaný termín „HVAC“ (heating, ventilation, air-conditioning) vystihuje potrebu jednotného riešenia tejto problematiky. Konštruktér pri návrhu detailov potrebuje spätnú väzbu v podobe posúdenia tepelných mostov, pre spočítanie reálnej energetickej náročnosti domu sú potrebné detailné vstupy od všetkých profesií a všetci zúčastnení formulujú „návod na použitie“ pre užívateľov objektu (viď Integrované plánovanie/projektovanie).

C.7

Pri výpočtoch energetickej efektívnosti prevádzky budovy používame rôzne prístupy, vychádzajúc nielen z legislatívnych požiadaviek, ale aj z potreby prispôbenia sa reálnym podmienkam prostredia stavby. Návrh stavby teda vyžaduje optimalizačné metódy: čo najpresnejšie a najrealistickejšie posúdenie s možnosťou operatívnych úprav modelu objektu pre posudzovanie alternatív projektu. Príkladom takéhoto výpočtu je softvér PHPP (Passivhaus Projektierungs-Paket), ktorý zahŕňa reálne podmienky lokality (napr. tienenie okolitými objektmi či zeleňou) a pracuje s miestnymi klimatickými dátami. Do tejto kategórie patria aj dynamické simulácie správania budovy v reálnom čase, ktoré využívame pri zložitejších objektoch, a zjednodušené výpočty pre posúdenie prvých skíc projektu (napr. MultiComfort House Designer). Deklaratívne výpočty porovnávajú navrhnutý objekt s normou, spravidla sú zjednodušené a pracujú so „štandardnou klímou“ – ich zmyslom je porovnanie kvality návrhu podľa dohodnutých kritérií (napríklad pre zaradenie do tried pri energetickej certifikácii budov). Analytické metódy posudzujú skutočné dianie v budove a namerané hodnoty, vo vzťahu k navrhovaniu je ich zmyslom spätná väzba: porovnanie výsledkov optimalizačných a deklaratívnych výpočtov s realitou. Treba overiť či spočítať aj tepelné mosty a vlhkosťný režim v konštrukciách, v riešení detailov sa kladie dôraz na spoľahlivosť a redukciu tepelných mostov, v celkovom riešení na vyváženosť návrhu a vylúčenie zbytočných duplicít v zabezpečení prevádzky domu. Voľbu materiálov ovplyvňujú aj „ekologické“ požiadavky menežmentu cyklu životnosti budovy: zabudovaná energia, ekologická stopa, obnoviteľnosť zdroja, recyklovateľnosť...

Kvalitný návrh domu je nutnou, nie však postačujúcou podmienkou kvalitného výsledku. Kontrola kvality počas realizácie stavby musí zabezpečiť dodržanie projektu i precíznosť stavebných prác – naše tradičné „kramľá zachytí“ vedie k nepredvídaným tepelným mostom, netesnostiam izolačnej obálky domu a neraz až k závažným poruchám stavby. Realizácia nízkoenergetických domov preto kladie zvýšené nároky na kvalifikáciu stavbyvedúceho, stavebného dozoru i všetkých zúčastnených pracovníkov. Po dokončení stavby či jej zásadných etáp máme však aj objektívne nástroje na kontrolu kvality: termovízne snímkovanie odhalí chyby izolácie, tepelné mosty aj väčšie netesnosti, meranie neprievzdušnosti („blower-door test“) zistí netesnosti v izolačnom obale domu.



Vplyv správania užívateľov

(a zároveň aj presnosť výpočtov) ukazujú merania zo súboru 32 rovnakých pasívnych radových domov v štvrti Hannover-Kronsberg (tretie vykurovacie obdobie): rozdiel medzi vypočítanými (PHPP) a reálne nameranými hodnotami mernej spotreby tepla je -5 %, no extrémne „okrajové“ hodnoty zjavne ovplyvnené spôsobom užívania sú v rozmedzí -75 % až +150 % vypočítaných hodnôt – variabilita nameraných hodnôt predstavuje normálne rozdelenie. (zdroj Passivhaus Institut Darmstadt)

Normálne rozdelenie ($n=32; \mu=12,8; \sigma=6,6$)

Priemerná skutočná spotreba 12,8 kWh/(m²a)

Vypočítaná merná potreba 13,5 kWh/(m²a)

Komplexná obnova stavebného fondu

DP

Energetická náročnosť bytových domov, najmä tých postavených pred rokom 1980, je veľmi vysoká – v priemere okolo 140 – 150 kWh/m², čo ich v rámci energetického hodnotenia klasifikuje až do triedy E. Na strane druhej existuje tu významný potenciál na úspory tepelnej energie, v priemere 40 – 60 %, ktorý sa dá dosiahnuť pri tzv. komplexnej obnove bytových domov. Tá predstavuje realizáciu energeticky úsporných opatrení tak v stavebnej ako i technologickej časti budovy, teda týka sa nielen stavebných konštrukcií, ale aj systémov vykurovania a prípravy teplej vody.

Teoretické verzus praktické možnosti

Skôr ako uvedieme jednotlivé energeticky úsporné opatrenia, musíme však zvážiť, či ich praktická realizácia je vôbec možná, a ak áno, za akých (najmä finančných) podmienok. Preto si musíme hneď na úvod položiť viacero otázok:

- je možné realizovať dodatočnú vonkajšiu tepelnú izoláciu obvodového plášťa budovy bez rizika znehodnotenia fasády (napr. pri pamiatkovo chránených budovách) a nežiaducej zmeny vzhľadu budovy?
- je možné existujúce okruhy vykurovacieho systému upraviť tak, aby umožnili zónovú reguláciu vykurovania (ak nemáme vetvový ležatý rozvod)?
- je v systéme vetrania dostatok priestoru pre inštaláciu zariadenia pre spätné získavanie tepla?

Popri týchto niekoľkých príkladoch, kde i dobre myslené energeticky úsporné opatrenie nie je možné vzhľadom na konkrétnu reálnu situáciu zrealizovať, existujú aj ďalšie „bariéry“ pri implementácii progresívnych energeticky úsporných riešení, a to ekonomické limity:

- pri realizácii nového zdroja tepla je rozdiel v investícii, ak sa bude kotolňa nachádzať v suteréne, na prízemí alebo na streche (montáž kotlov, napojenie na existujúce rozvody, dĺžka komína)
- pri inštalácii zariadenia na spätné získavanie tepla do vetracieho systému je taktiež rozdiel v cene, ak je v tom istom priestore ako strojovňa VZT, alebo v priestore inom
- pri zateplení strechy môžeme v určitých prípadoch umiestniť tepelno-izolačný materiál priamo na strešnú konštrukciu alebo musíme odstrániť pôvodné vrstvy.

Z uvedených prípadov je zrejmé, že úspora energie bude síce viac-menej rovnaká, avšak potreba investičných prostriedkov bude diametrálne odlišná, takže aj výsledná ekonomická efektívnosť bude rôzna.

Môžu však vzniknúť i reálne situácie, kedy napr. hygienické problémy sú prioritou:

- zatekanie cez strešnú konštrukciu, zvýšená prievzdušnosť v dôsledku netesnosti okien alebo porušenie stykov v konštrukcii obvodového plášťa
- nevyhnutnosť používania núteného vetrania na zabezpečenie optimálneho vnútorného prostredia v interiéri.



Obnova bytových domov

na Tevestrasse vo Frankfurte n. M. znížila ich potrebu tepla na vykurovanie zhruba o 90 %.

(foto H. Pířko)

Prestavba bytových domov v Norimbergu

(Ingolstädter Strasse, architekt B. Schulze Darup) priniesla zníženie MPT zo 174 na 24 kWh/(m²a).

(foto H. Pířko)

Energeticky úsporné opatrenia pre stavebné konštrukcie

Energeticky úsporné opatrenia pre stavebné konštrukcie sa týkajú tak nepriesvitných konštrukcií (obvodová stena, strecha, podlaha) ako i konštrukcií transparentných (okná). V nasledujúcej tabuľke sú prezentované najpodstatnejšie energeticky úsporné opatrenia.

Energeticky úsporné opatrenia a ovplyvnené fyzikálne parametre. (zdroj D. Petráš)

EÚO v stavebných konštrukciách	Ovplyvnené parametre
Dodatočná tepelná izolácia obvodovej steny	Súčiniteľ prechodu tepla / Infiltrácia
Dodatočná tepelná izolácia strechy	Súčiniteľ prechodu tepla
Dodatočná tepelná izolácia podlahy	Súčiniteľ prechodu tepla
Utesnenie stykov a škár vo fasáde	Infiltrácia
Utesnenie konštrukcií dverí	Infiltrácia
Utesnenie okien	Infiltrácia
Nové transparentné konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla / Infiltrácia

Vychádzajúc z uvedeného je zrejmé, že sa jedná buď o zateplenie (obvodový plášť, strecha a podlaha), alebo o výmenu okien.

Zateplenie obvodového plášťa

Zateplenie obvodového plášťa je rozhodujúce pre zníženie tepelných strát budovy. Musia byť dosiahnuté minimálne hodnoty súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540, ktoré však v nadväznosti na energetickú certifikáciu zabezpečia energetickú triedu C. Pre praktické riešenie to znamená použitie tepelnej izolácie (na báze minerálnej vlny alebo polystyrénu) o hrúbkach väčších než 10 cm, pričom vzhľadom na predpokladanú dĺžku investície sa odporúčajú hrúbky okolo 15 cm.

Zateplenie strechy

Zateplenie strechy okrem zníženia tepelnej straty musí zabezpečiť i možné odstránenie hygienických nedostatkov v súvislosti so zatekaním. Musia byť dosiahnuté minimálne hodnoty súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540. Pre praktické riešenie to znamená doplnenie tepelnej izolácie v hrúbke spravidla viac než 10 cm.

Zateplenie podlahy

Zateplenie podlahy súvisí so znížením tepelnej straty a garantovaním povrchovej teploty podlahy. Opäť musia byť dosiahnuté minimálne hodnoty súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540. Pre praktické riešenie to znamená doplnenie tepelnej izolácie nad zeminou či nevykurovanými priestormi v hrúbkach okolo 10 cm.

Výmena okien

Transparentné konštrukcie (okná, dvere, zasklené steny) predstavujú najslabší článok v obalovej konštrukcii. Súčasne ovplyvňujú tak súčiniteľ prechodu tepla, ako i infiltráciu, teda podieľajú sa tak na tepelných stratách prechodom aj vetraním. Musia byť dosiahnuté minimálne hodnoty súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 73 0540-2:2012, moderné okná s tepelnoizolačným dvojsklom (prípadne s trojitým zasklením) sú nevyhnutnou podmienkou pre tzv. nízkoenergetický štandard.

Energeticky úsporné opatrenia pre vykurovací systém

Energeticky úsporné opatrenia pre vykurovací systém sa týkajú celého procesu výroby, distribúcie i odovzdávania tepla, teda tak zdroja tepla a distribučného systému, ako i odovzdávania tepla (konvekčné/sálavé) vrátane automatizačnej techniky. V nasledujúcej tabuľke sú prezentované najpodstatnejšie energeticky úsporné opatrenia v tejto oblasti.

Energeticky úsporné opatrenia
a ovplyvnené fyzikálne parametre.
(zdroj D. Petráš)

EÚO vo vykurovacom systéme	Ovplyvnené parametre
Hydraulické vyregulovanie/vyváženie	Vnútna teplota vzduchu
Inštalácia termostatických ventilov	Vnútna teplota vzduchu
Tepelná izolácia rozvodov/armatúr	Distribučný systém
Odstránenie netesností rozvodov	Distribučný systém
Riadiaci systém budovy	Automatická regulácia
Nastavenie horáka/vyčistenie kotla	Účinnosť zdroja tepla
Nový horák/kotol	Účinnosť zdroja tepla
Manuál prevádzky a údržby	Energetický manažment

Hydraulické vyregulovanie

Hydraulické vyregulovanie vykurovacieho systému je základným predpokladom pre efektívnu prevádzku vykurovania v spojitosti so zateplením obalovej konštrukcie budovy. Predstavuje zabezpečenie hydraulickej stability horizontálnych i vertikálnych rozvodov, Inými slovami, garantuje, že v každom rozvode budú požadované hmotnostné prietoky teplotnej látky, súčasne teplotný rozdiel v interiéroch po výške budovy nebude väčší ako 3 K. Prakticky sa realizuje inštaláciou vysoko-odporových regulačných ventilov s termostatickou hlaviceou na prípojkách k vykurovacím telesám a regulátormi diferencie tlaku na päťach stúpačiek. Zároveň sa musí vykonať ich vzájomné hydraulické „vyváženie“.

Zateplenie rozvodov/armatúr

Distribučný systém, horizontálne i vertikálne rozvody vrátane armatúr, musia byť zaizolované, čím sa minimalizujú tepelnú stratu do okolia. Odporúča sa minimálna hrúbka tepelnej izolácie totožná s DN predmetného rozvodu, čo pri bytových domoch predstavuje pre ležaté potrubia 30 – 50 mm, pre vertikálne cca 20 mm izolácie, najmä na báze elastomérov.

Automatická regulácia

Regulačný systém bytového domu musí zabezpečiť jednak centrálnu dodávku tepla do vykurovacej sústavy, súčasne individuálnu reguláciu na jednotlivých vykurovacích telesách, s možnosťou časového nastavenia procesu. Inými slovami, centrálnu ekvitermickú reguláciu podľa zmeny vonkajšej klímy, následne individuálnu reguláciu nastavením termostatického ventilu s možnosťou časovej voľby (napr. teplotný útlm v noci).

Progresívny zdroj tepla

V prípade domovej kotolne odporúčame zdroje tepla na plyn s účinnosťou spaľovania viac ako 95 %, súčasne s možnosťou využitia spalného tepla odchádzajúcich spalín a so zvýšením stupňa hospodárnosti až na 105 %, čo je možné dosiahnuť kondenzačnou technikou.

Energeticky úsporné opatrenie pri príprave teplej vody

Energeticky úsporné opatrenia pre systém prípravy teplej vody sa analogicky týkajú celého procesu výroby, distribúcie i odovzdávania tepla, teda tak zdroja tepla a distribučného systému, ako i potreby vody vrátane automatizačnej techniky. V nasledujúcej tabuľke sú prezentované najpodstatnejšie energeticky úsporné opatrenia.

EÚO v systéme prípravy teplej vody	Ovplyvnené parametre
Úsporné sprchové hlavice	Potreba vody
Časové riadenie dodávky vody	Potreba vody
Termostatický zmiešavač	Potreba vody
Teplná izolácia rozvodov TV	Distribučný systém
Odstránenie netesností rozvodov	Distribučný systém
Termostat teploty TV	Automatická regulácia
Časové riadenie prevádzky čerpadiel	Automatická regulácia
Inštalácia OZE (tep. čerpadlo, sol. panel)	Účinnosť zdroja tepla
Spätné získavanie tepla z odpadovej vody	Účinnosť zdroja tepla
Manuál prevádzky a údržby	Energetický manažment

Energeticky úsporné opatrenia a ovplyvnené fyzikálne parametre.
(zdroj D. Petráš)

Úsporné sprchovacie hlavice

Úsporné sprchovacie hlavice s výtokovými časťami výtokovej armatúry s použitím prevzdušňovača prúdu tzv. perlátora, sú schopné významne znížiť objemový prietok vody a tým i jej spotrebu. Daný prietok však postačuje pri hygienických potrebách človeka.

Termostatický zmiešavač

Termostatický zmiešavač predstavuje zariadenie, ktoré zabezpečuje nastavenie vhodného teplotného pomeru medzi teplou a studenou vodou, súčasne rýchlo nastaví požadovanú teplotu vody zvolenú užívateľom, bez zbytočného „odpúšťania“ vody.

Automatická regulácia

Regulačný systém zohľadňuje schopnosť regulátorov a regulačných orgánov zabezpečiť požadovanú teplotu TV a zamedziť jej plytvaniu.

Progresívny zdroj tepla

Progresívnym riešením je v našich klimatických podmienkach využitie obnoviteľných zdrojov energie, a to energie slnka (slnečné systémy) a energie prostredia (tepelné čerpadlá), ktoré sú schopné počas letnej sezóny monovalentne zabezpečiť prípravu teplej vody.

Verejné budovy a historické stavby

V úvode sme problematiku obnovy budov vzťahli k obnove bytových domov, kde je proces obnovy v súčasnosti najintenzívnejší. V blízkej budúcnosti však budeme stáť pred naliehavou otázkou obnovy verejných budov, kde pred nás smernica 2012/27/EÚ stavia náročné úlohy. Používané opatrenia sú však obdobné ako pri bytových domoch, špecifikom môže byť možnosť výmeny celého obvodového plášťa namiesto púheho doplnenia izolácie, menší dôraz na prípravu teplej vody a vyššie nároky na vetranie (či niekedy aj chladenie).

Na opačnom póle sú rekonštrukcie rodinných domov, ktorých parametre sú často veľmi zlé, no ich obnova je (nielen finančne, ale aj „metodicky“) plne ponechaná na ich užívateľov, ktorí nie sú vždy schopní či ochotní riešiť úpravy svojej stavby v požadovanej kvalite. Bez väčšej zaangažovanosti verejnej správy aj v tejto oblasti nám budú pribúdať nevyhovujúce riešenia, „morálne zastarané“ už v čase svojho vzniku...

Špecifickým prípadom sú rekonštrukcie historických budov. Pri tých pamiatkovo chránených má samozrejme prednosť ochrana ich hmotnej podstaty, pri ostatných hľadáme kompromis medzi zachovaním architektonického výrazu starých budov (a tým aj obrazu mesta či genia loci) na jednej strane a zvýšením energetickej efektívnosti i komfortu bývania na strane druhej. Pri objektoch s historizujúcimi fasádami často siahame po vnútorných izoláciách, parametre zdvojených okien vieme výrazne zlepšiť ich sanáciou s doplnením izolačného zasklenia – ich výmena nie je vždy nutná. Pri rekonštruovaných historických budovách sa sotva dostaneme na štandard takmer nulového domu, no i pomerne nenáročnými prostriedkami dokážeme znížiť ich prevádzkovú náročnosť z dosť zlého pôvodného stavu na štandard bežných novostavieb.

Záver

Energeticky úsporné opatrenia pri komplexnej obnove bytových domov, realizované súčasne v stavebnej i technologickej časti, prezentujú cca 10 - 12 významných riešení, ktoré môžu po kvalitnej realizácii zabezpečiť úspory tepelnej energie na úrovni 40 - 60 % (a niekedy až 90 %). Samozrejme, že je potrebné odlíšiť druh i charakter prevádzky budovy (napr. pamiatkovo chránené objekty), a ku konceptom riešenia treba pristupovať individuálne.

Výraz fasád historických stavieb
môže byť zachovaný aj pri podstatnom
znížení spotreby energie v dome,
príkladom je tento obytný dom
vo Frankfurte nad Mohanom.
(foto H. Pířko)





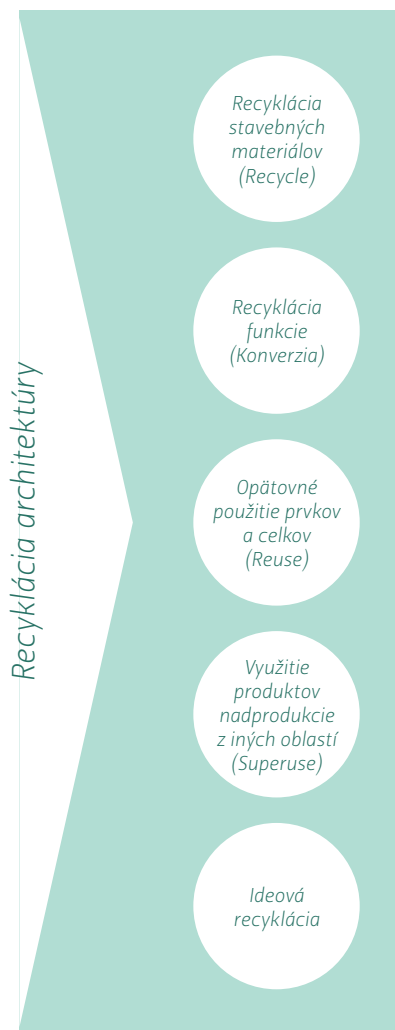
Obnova panelového sídliska

v Brne – Novom Lískovci začala s pomocou rakúskych architektov (Lari, Reinberg a Treberspurg) v spolupráci s českými kolegami (Mandič a Zlámal&Štölek) – pri zvýšenom komforte by spotreba energie mala klesnúť na štvrtinu.

(foto T. Pífková)

Recyklácia

Vo všeobecnosti je termín recyklácia chápaný ako: „proces spracovania použitých objektov alebo materiálov tak, aby mohli byť použité znova“ (Summers, 2006, s.1374). V oblasti architektúry sa tento pojem využíva v oveľa širšom kontexte ako len ekologickom. Prvý obrázok prezentuje oblasti aplikácie pojmu recyklácia a jeho rôznorodé súvislosti, od recyklácie materiálov a stavebných prvkov, až po tzv. ideovú a funkčnú recykláciu.



Kontexty aplikácie metódy recyklácie v oblasti architektúry. (zdroj P. Lovich)

Recyklácia stavebných materiálov

V procese realizácie a následného užívania architektonického diela sa spotrebovávajú veľké množstvo prírodných surovín a energie. Po skončení životnosti je obvykle nefunkčný stavebný objekt asanovaný a vzniká veľké množstvo stavebného odpadu. Istú časť tohto tzv. odpadu je možné recyklovať – spracovať a použiť znova v pôvodnej alebo novej forme. Recyklácia je závislá od čistoty materiálu. Kompozitné alebo zmesové materiály nie sú veľmi vhodné pre recykláciu (Berge, 2009, s.12). Čím je materiál vstupujúci do procesu recyklácie čistejší, tým je tento proces efektívnejší a energeticky úspornejší. Mnohé materiály, ktoré sú označované ako tzv. „zelené“, bývajú často len veľmi ťažko recyklovateľné a obnoviteľné. Pokiaľ sa stáva proces recyklácie stavebného odpadu technologicky a energeticky príliš náročný, nie je možné sa naň ďalej nahliadať ako na ekologický a udržateľný.

Systém otvoreného a uzavretého materiálového cyklu

Dôsledkami tvorby stavebného odpadu a nadmerného plytvania surovinami sa zaoberá myšlienka tzv. „otvoreného“ a „uzavretého“ materiálového cyklu.

V systéme **otvoreného materiálového cyklu** sú stavebné materiály najprv vyťažené ako suroviny, potom spracované s využitím veľkého množstva energie do špecifického produktu, potom transportované na stavenisko pričom sa spaľuje palivo, tam sú následne aplikované s pomocou ľudskej a strojovej sily, až kým sú nakoniec, po tom čo budova skončí svoj životný cyklus, zlikvidované a stane sa z nich odpad.

V systéme **uzatvoreného materiálového cyklu** sa energia investovaná do stavebných prvkov nestratí na konci života budovy, tým že sa z nich stane odpad. Namiesto toho sú budovy buď revitalizované, alebo demontované na jednotlivé prvky, ktoré je možné neskôr recyklovať a opätovne využiť (Bedford, 2001).

V systéme otvoreného cyklu, s ktorým sa stretávame najčastejšie aj na Slovensku, je potrebné „nekonečné“ množstvo energie a prostriedkov, keďže pri novom dopyte po stavebných prvkoch, je nutné spustiť celý výrobný proces od začiatku. Naproti tomu v systéme uzatvoreného cyklu sa využívajú pri výrobe recyklované materiály a tým sa šetria prírodné zdroje surovín. Tento systém môžeme prirovnať k ekologickému systému v prírode, kde „skutočný“ odpad neexistuje, pretože sa všetko opätovne využije. Tak tomu je aj v uzatvorenom cykle, kde je odpad využívaný ako surovina pre nový výrobný cyklus. Keďže nerastné suroviny našej planéty sú obmedzené, systém otvoreného cyklu nie je dlhodobo udržateľný. Preto je nutné zaoberať sa metódami opätovného využitia súčastí existujúcich stavebných objektov.

Cradle to Grave, Cradle to Cradle

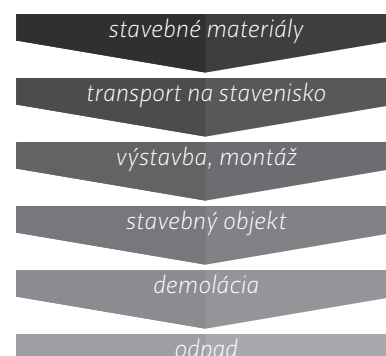
V súvislosti s metódami recyklácie v architektúre je vhodné spomenúť aj snahu o prechod z tzv. Cradle to Grave (od kolísky po hrob) systému na tzv. Cradle to Cradle (skratka C2C). Systém Cradle to Grave predstavuje tradičný životný cyklus produktu - od získavania a ťažby surovín (cradle=kolíska), výroby, používania a užívania, až po fázu skončenia životného cyklu - vznik odpadu (grave=hrob). Reakciou na tento z hľadiska udržateľnosti „nefunkčný“ model je systém Cradle to Cradle (od kolísky po kolísku), ktorý bol definovaný v roku 2002 William McDonoughom a Michaelom Braungartom v ich manifeste *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*:

„Biometrický prístup k dizajnu produktov a systémov, ktorý modeluje ľudský priemysel podľa prírodných procesov a pozerá sa na materiály ako na živiny cirkulujúce v zdravom, bezpečnom metabolizme. Priemysel musí chrániť a obohacovať ekosystémy a prírodný biologický metabolizmus a zároveň udržiavať bezpečný a produktívny technologický metabolizmus pre kvalitné využívanie a cirkuláciu organických a technických živín.“ (Braungart, 2002, s. 45)

Idea C2C systémov je založená na snahe o napodobovanie prírodných ekosystémov, v ktorých nevzniká odpad v tradičnom ponímaní - všetko je totiž opäť využité znova v sústavnom nekonečnom cykle (myšlienka Waste=Food - odpad=potrava pozn. autora). Princípy C2C je možné aplikovať v architektonickej tvorbe pri stavbe nových aj pri rekonštrukcii či konverzii starších objektov.

Opätovné použitie prvkov a celkov (Reuse)

Metóda opätovného použitia stavebných prvkov alebo celkov, nazývaná v anglicky hovoriacich krajinách termínom Reuse, je založená na použití kompletných častí pôvodného architektonického diela a jeho aplikovanie v novom objekte s pôvodnou alebo rozdielnou funkciou. Reuse princípy boli odkiaľživa súčasťou stavebnej praxe. V mnohých prímorských oblastiach zhotovovali v minulosti obyvatelia svoje príbitky z naplavovaného dreva a častí vrakov lodí, ktoré more vyplavilo na breh (Berge, 2009, s. 11). Efektívnosť tejto metódy je oveľa vyššia oproti spomenutej **recyklácii stavebných materiálov**. Pri opätovnom použití hotových celkov a súčastí nie je potrebné tieto rozložiť („rozomlieť“) a opätovne s použitím technologicky a energeticky náročných postupov pretvárať na recyklované stavebné materiály. Vhodné architektonické prvky a celky sa v tomto prípade jednoducho integrujú do nového architektonického konceptu. Odpadá potreba transportu do spracovateľského (recyklačného) závodu a opätovného presunu späť na stavenisko, keďže sa už na mieste nachádzajú. Je nutné ich iba uskladniť a počkať na vhodný moment v technologickom procese, kedy budú opätovne použité. Napriek jednoznačným výhodám spomenutej metódy, vyžaduje táto od autora nového objektu istú mieru pokory a rešpektu voči pôvodnej substancii. Architekt pracujúci s „Reuse“ prvkami musí akceptovať isté obmedzenia, ktoré vyplývajú z ich použitia - či už sú tieto technologického, alebo estetického charakteru.



Otvorený materiálový cyklus



Uzatvorený materiálový cyklus
(zdroj P. Lovich)

Využitie produktov nadprodukcie z iných oblastí (Superuse)

Koncept nazývaný anglicky Superuse v sebe zahŕňa myšlienky spomenutej Reuse metódy, obohaťuje ich však o nové zásadné princípy. Pioniermi tejto metódy je architektonická skupina 2012 Architects, ktorá ju definuje nasledovne: „*Superuse nie je len ďalším slovom pre Reuse. Môže v niektorých prípadoch zahŕňať aplikáciu nových produktov alebo častí, ktoré neboli nikdy použité ale sa jednoducho stali obeťami vrtochov nadprodukcie.*“ (Van Hinte, 2007, s. 5) Superuse využíva nielen existujúce súčasti a komponenty pôvodnej budovy, ale obohacuje ich o lokálne dostupné zdroje využiteľných elementov z iných oblastí ako je stavebný priemysel (využitie automobilových pneumatík, papiera, kobercov, častí automobilov, dokonca aj použitých detských plienok (Van Hinte, 2007, s. 28) a pod...). Diverzita týchto prvkov je tak bohatá, že sa architekt nemusí výrazovo alebo konštrukčne obmedzovať a je vysoko pravdepodobné, že nájde potrebný element, vhodný pre jeho architektonický zámer. Napriek tomu táto metóda opäť vyžaduje otvorenosť autora voči Superuse metóde ako zdôrazňujú aj 2012 Architects. Superuse je cestou tvorby architektúry skrátením toku produktov a elementov na stavenisko v stave maximálnej pridanej hodnoty až do stavu kedy ich hodnota bola buď zabudnutá, napr. ich uložením do skladov alebo na skládku, alebo boli rozložené aby mohli byť opäť znovuzrodené. Dôležitým aspektom, ktorý rozhoduje o efektívnosti Superuse metódy, je lokálna dostupnosť elementov v akceptovateľnej vzdialenosti od staveniska. Základom je skrátenie tokov, architekt preto musí pracovať s produktmi dostupnými v bezprostrednom okolí plánovanej výstavby. 2012 Architect definujú novú pozíciu tzv. scouta, ktorý by pred začatím tvorby konceptu aktívne vyhľadával materiály a prvky využiteľné pre Superuse princípy priamo v konkrétnej oblasti. Výsledkom je tzv. harvest map (doslovne mapa úrody pozn. autora), ktorá by mapovala výskyt a štruktúru dostupných zdrojov v diametri približne 50 km od staveniska (Van Hinte, 2007, s. 17). Súčasná doba je charakteristická nadprodukciou, Superuse preto predstavuje jednu z možností efektívnej recyklácie v architektonickom procese.



Bývalé električkové depo vo Frankfurte premenené na supermarket znovuvyužíva nielen hmotnú podstatu, ale aj architektonický výraz objektu, ktorý formuje obraz bloku.
(foto H. Pifko)

Recyklácia funkcie - konverzia

Metóda recyklácie funkcie architektúry sa využíva v prípadoch, kedy je pôvodná architektonicko-konštrukčná substancia vo veľkej miere využiteľná a hlavným problémom sa stáva neschopnosť pôvodného objektu plniť súčasné funkčné požiadavky. Vtedy nie je potrebné primárne recyklovať hmotovú podstatu architektonického diela, ale pristúpiť k recyklácii funkcie. V zahraničí sa konverzia označuje pojmom adaptive reuse, ktorý je vo všeobecnosti definovaný ako: „*adaptácia budovy na nový účel*“ (Fitch, 2001, s. 46). Na Slovensku sa používa termín konverzia, ktorý má rovnaký význam ako „adaptive reuse“ v anglicky hovoriacich krajinách. Konverzia je v zahraničí definovaná ako podmnožina tzv. „rehabilitácie“ budov, ktorá je definovaná ako: „*škála úprav alebo zmien existujúcej budovy, ktorá jej umožní slúžiť súčasným a moderným funkciám a zároveň zachová jej historické hodnoty.*“ (Cantell, 2005, s. 40) Porovnaním týchto definícií môžeme konštatovať, že samotná konverzia nemusí zachovávať historické hodnoty budovy a nie je potrebné na ňu nahliadať ako na metódu obnovy pamiatok, ale ako metódu obnovy funkcie samotnej budovy. Príčiny konverzie existujúcich objektov súvisia s neschopnosťou plniť funkcie, pre ktoré boli pôvodne vytvorené. Je množstvo príčin, ktoré môžu spôsobiť tento stav. Pred pristúpením k samotnej konverzii je potrebné analyzovať a identifikovať príčiny, ktoré viedli k tomuto stavu a možnosti ich riešenia. Profesor Bev Nutt vo svojej štúdii skúmal východiskové



OostCampus – radnica a komunitné centrum v meste Oostkamp (arch. C. Arroyo) je vlastne recykláciou areálu firmy Coca-Cola. (foto M. de Guzman)

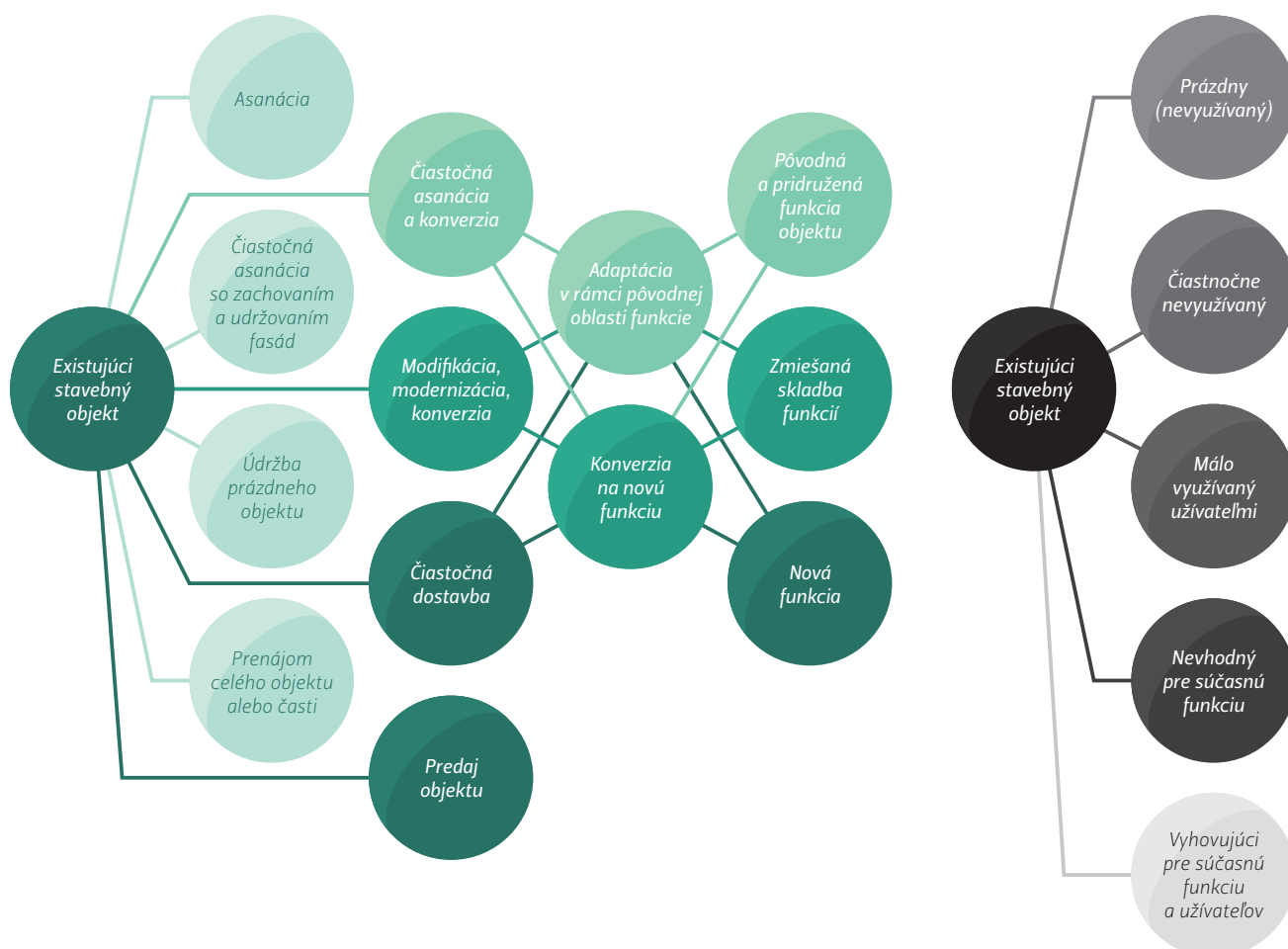
stavy v ktorých sa môže nesprávne fungujúci objekt nachádzať a možné východiská do budúcnosti (viď schému nižšie). Je množstvo východiskových stavov a široké spektrum rôznych riešení. Úplná konverzia na novú funkciu je iba jedným z možných riešení metódy recyklácie funkcie nefunkčnej architektúry. Konverzia poskytuje architektom veľkú voľnosť v tvorbe konceptu, pretože môžu kreatívne narábať s pôvodnou substanciou a využívať ju pre svoj prospech. Ak nie sú limitovaní historickými hodnotami pôvodnej substancie, môžu sa rozhodnúť zachovať iba fragmenty a obaliť pôvodný konštrukčný systém novou štruktúrou, dostavať, nadstavať, vstavať a pod... Výsledkom môže byť kontrastný alebo práve harmonický koncept dialógu pôvodného a nového.

Ideová recyklácia

Poslednou metódou recyklácie v architektúre je metóda, pri ktorej nie je dôležité maximálne zúžitkovanie pôvodných materiálov a konštrukčných prvkov ale recyklovanie samotnej idey pôvodného architektonického konceptu. Ide o aktuálny prístup k tvorbe príznačný pre väčšinu umeleckých foriem súčasnosti – maľbu, film, literatúru a pod... Interpretáciou pôvodného konceptu a jeho konfrontovaním so súčasnosťou vzniká ďalšia z možností nasadenia recyklácie v architektúre.

Systém príčin a možných riešení pri nefunkčných objektoch. (podľa Kincaid, 2002, s. 12)

Diagnóza súčasného stavu
Možnosti budúceho vývoja



Energetická náročnosť budov a jej hodnotenie

DP

Hodnotenie energetickej náročnosti budov sa môže realizovať ako energetický audit budov alebo ako energetická certifikácia budov.

Energetický audit predstavuje významný nástroj na zlepšenie energetickej efektívnosti budov. Je zakotvený v zákone č. 476/2008 Z. z. a definuje sa ako systematický postup na získanie dostatočných informácií o súčasnom stave technických zariadení a budov určených na používanie energie, na identifikáciu a návrh nákladovo efektívnych možností úspor energie. Energetický audit je teda vhodným nástrojom na návrh energeticky úsporných opatrení najmä pre staršie budovy a okrem energetických výpočtov obsahuje i hodnotenie ekonomickej výhodnosti úsporných opatrení pri zvolenom systéme financovania.

Energetický certifikát slúži na overenie zhody s minimálnymi požiadavkami na energetickú hospodárnosť a mal by byť trhovým nástrojom, umožňujúcim premietnuť energetickú hospodárnosť budovy do jej ceny. Povinnosť energetickej certifikácie vychádza zo smernice 2002/91/EC (dnes už smernica 2010/31/EU) o energetickej hospodárnosti budov. Táto smernica bola na Slovensku implementovaná prostredníctvom zákona č. 555/2005 Z. z., v súčasnosti už podľa novelizovaného zákona č. 300/2012 Z. z. Zákon sa dopĺňa Vyhláškou č. 364/2012 Z. z., Energetický certifikát je v Slovenskej republike zo zákona potrebný pri kolaudácii novej alebo významne obnovovanej budovy, ako i pri predaji a prenájme budovy.

Energetický audit budov

Podľa Dahlsveena a kol. (2008) energetickému auditu predchádza identifikácia projektu, pri ktorej sa zozbierajú potrebné informácie o budove, štatistiky spotreby energií, zhodnotia sa možnosti investora a pod. Nasleduje prehliadka objektu a výpočet potenciálu úspor. Ak sa vlastník budovy rozhodne pokračovať v procese, nasleduje samotný energetický audit, ktorý obsahuje detailnejšie ekonomické výpočty pre každé opatrenie a opatrenia sa môžu zoradiť v závislosti od ziskovosti. Popri ekonomickom hľadisku je však potrebné zohľadniť aj všeobecnú renováciu celej budovy a zlepšenie vnútornej klímy.

V správe z energetického auditu by mali byť uvedené odporúčania pre vykonanie energeticky úsporných opatrení, zoradených podľa určitých, najčastejšie ekonomických kritérií a graf finančných tokov – cashflow. Medzi najtypickejšie ekonomické ukazovatele patria hrubá návratnosť či čistá súčasná hodnota a koeficient čistej súčasnej hodnoty. Zatiaľ čo hrubá návratnosť (vypočítaná ako pomer investičných nákladov k ročnej úspore) je len približný ukazovateľ, čistá súčasná hodnota a koeficient čistej súčasnej hodnoty už zahŕňajú aj parametre ako nominálna úroková miera, inflácia či ekonomická životnosť. Čistá súčasná hodnota (NPV) predstavuje dnešnú hodnotu všetkých budúcich peňažných úspor počas ekonomickej životnosti, očistenú od počiatočných investícií.

Energetická certifikácia budov

Smernica 2012/31/EC o energetickej hospodárnosti budov bola na Slovensku implementovaná zákonom č. 300/2012 Z. z. Zákon sa až do 1. októbra 2009 vykonával vyhláškou 625/2006, kedy vstúpila do platnosti Vyhláška 311/2009, a v súčasnosti je platná Vyhláška 364/2012 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

Požiadavky na nové a obnovované budovy

Podľa predmetnej legislatívy, hraničná hodnota minimálnej požiadavky, ktorú majú spĺňať nové budovy v Slovenskej republike, je referenčná hodnota R_r , ktorá predstavuje hornú hranicu energetickej triedy B. Pre významne obnovované budovy je referenčná hodnota R_r minimálnou požiadavkou, ak je to technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné. Budovy sa zatrieďujú podľa štyroch miest spotreby, ktoré tvoria vykurovanie, príprava teplej vody, nútené vetranie a chladenie a osvetlenie. Výnimku tvoria obytné budovy, ktoré sa zatrieďujú len pre vykurovanie a prípravu teplej vody. Súčtom hodnôt dodanej energie pre jednotlivé miesta spotreby je celková dodaná energia. Celková dodaná energia sa vyjadruje globálnym ukazovateľom, ktorý je vyjadrením energetickej hospodárnosti budovy v kWh na m² celkovej podlahovej plochy budovy za jeden rok.

Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti

Zákon definuje tri spôsoby hodnotenia - projektové, normalizované a prevádzkové hodnotenie. Vstupné údaje a účel týchto hodnotení sú uvedené v tabuľke (Krajčík a Petráš, 2012).

Hodnotenie	Názov	Vstupné údaje			Účel
		Užívanie	Klíma	Konštrukcie	
výpočtové	návrhové	normali- zované	normali- zovaná *	projektované hodnoty	návrh a projektovanie novej budovy, významná obnova
výpočtové	normali- zované	normali- zované	normali- zovaná	skutkový stav	energetický certifikát - výstavba, predaj, prenájom
merané	prevádz- kové	skutočné	skutočná	skutkový stav	energetický certifikát

Obsah energetického certifikátu

Podľa platnej legislatívy sa vyžaduje vyhotovenie správy k energetickému certifikátu budovy. Pre výpočtové hodnotenie by správa mala obsahovať identifikačné údaje o budove, účel energetického hodnotenia, opis budovy, odkazy na normy, vstupné údaje energetického hodnotenia a potrebu energie pre normalizované hodnotenie podľa energetických nosičov. Obsah energetického certifikátu je ilustrovaný na obrázkoch na konci kapitoly.

Spôsoby hodnotenia energetickej hospodárnosti (zdroj Krajčík, 2012)

- * výpočtové systémy pre navrhovanie pasívnych domov používajú čo najpresnejšie miestne klimatické dáta

Kategorie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy							
	A0	A1	B	C	D	E	F	G
Rodinné domy	≤ 54	55-108	109-216	217-324	325-432	433-540	541-648	> 648
Bytové domy	≤ 32	33-63	64-126	127-189	190-252	253-315	316-378	> 378
Administratívne budovy	≤ 60	61-120	121-240	241-360	361-480	481-600	601-720	> 720
Budovy škôl a školských zariadení	≤ 34	35-68	69-136	137-204	205-272	273-340	341-408	> 408
Budovy nemocníc	≤ 96	97-192	193-384	385-576	577-769	770-961	962-1153	> 1153
Budovy hotelov a reštaurácií	≤ 82	83-164	165-328	329-492	493-656	657-820	821-984	> 984
Športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 38	39-76	77-152	153-258	259-304	305-380	381-456	> 456
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤ 85	86-170	171-340	341-510	511-680	681-850	851-1020	> 1020

Škála energetickej tried podľa globálneho ukazovateľa – primárna energia v kWh/(m²a).
(zdroj Vyhláška 364/2012 Z. z.)

Záver

V Slovenskej republike sa v nadväznosti na európsku legislatívu a smernice 2010/31/EU, resp. 2006/32/EC, definovali dva spôsoby energetickej hodnotenia, a to energetickej certifikácia (zo zákona povinná pri kolaudácii, predaji a prenájme budov) a energetickej audit (odporúčaný pri komplexnom technicko-ekonomickom hodnotení budov). Výhodou energetickej certifikácie je to, že umožňuje pomerne rýchly, finančne nenáročný výpočet potreby energie a zatriedenie budovy do energetickej kategórie.

Hoci energetickej audit predstavuje komplexnejší proces, postup pri energetickej výpočtoch obvykle zodpovedá postupu pri energetickej certifikácii, pričom poskytuje i viaceré ekonomické ukazovatele súvisiace s investíciami, prevádzkou a návratnosťou prostriedkov. Rozdiel je väčšinou len vo vstupných údajoch, ktoré by pri energetickej audite mali čo najviac zodpovedať reálnym podmienkam.

Nevýhodou energetickej auditu a certifikácie je skutočnosť, že vo svojom výpočte nezahŕňajú „zabudovanú“ energiu, t. z. energiu, ktorá sa spotrebuje na výrobu a dopravu materiálov potrebných na výstavbu budovy, ani vplyv výroby a dopravy na životné prostredie, čím sa rozsah energetickej hodnotenia obmedzuje len na prevádzku budovy.

Energetickej certifikát
(zdroj Vyhláška 364/2012 Z. z.)

(a) predná strana, (1) foto, (2) globálny ukazovateľ, (3) hodnotenie miest spotreby, (4) emisie CO₂

(b) miesta spotreby, (1) vykurovanie, (2) príprava teplej vody, (3) chladenie / vetranie, (4) osvetlenie, (5) celková potreba energie, (6) primárna energia

(c) (1) popis aktuálneho stavu, (2) popis navrhovaných úprav na zlepšenie energetickej hospodárnosti

(d) (1) možná úspora energie, (2) celková potreba energie, (3) emisie CO₂, (4) globálny ukazovateľ po realizácii navrhovaných opatrení

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

Súčasn^é strat^égie udržateľnosti

C

Budúcnosť má v každom čase dve línie vizionársku a programatickú. Vízie sa rodia spontánne, často ako subjektívne predstavy. Niekedy sa sformulujú do programov, noriem a predpisov. Režazec vízia, utópia, charta, ...manifest, program, inovácia, norma v architektúre funguje. Súčasné strat^égie na úrovni 20-20-20 boli pred zopár rokmi víziami, roadmap 2050 nepochybne stále víziou je.

Vývoj založený na stretoch tradícií a inovácií je do istej miery prediktabilný, často však prekvapí.

Inovácie majú rôznu motiváciu:

- ako dôsledok tvorivého nepokoja
- ako snaha získať komparatívnu výhodu na trhu
- ako východisko z krízy (pokiaľ východiskom nie je vojnový konflikt)
- ako „*the desire of superiority*“ – túžba predbehnúť druhých, byť najlepší

Je možné, že napr. vákuové sklo zúčtuje s dokonalým izolačným trojsklom podobne ako kedysi CD prehrávač s dokonalým gramofónom, CD-čko s vinylovou platňou.

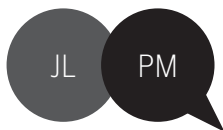
Pôvodne sci-fi materiály vyvinuté pre vesmírny výskum sa dostávajú na stavebný trh v podobe aerogélových izolácií a pod. Rodia sa však najmä vízie v podobe nových konceptov. Vizionársky Apple prišiel s víziou svojho Cupertino campusu (Foster&partners), ktorý sa možno stane novým etalónom, podobne ako celá i-technológia, pretože tu sa vízia stretáva s realitou.



Vákuové izolačné dvojsklo
sa vďaka malej hrúbke uplatní aj pri rekonštrukciách, bodky „dištančníkov“ si sotva všimneme. (zdroj archív R. Špačka)

Apple Campus v Kalifornii
(zdroj Foster&partners)





Stratégia Európa 2020

Tvorbou architektúry vytvárame komplexné mnohvrstvé trvácne umelecké diela. Tieto však – okrem vzbudzovania zmyslových vnemov – esenciálne bazujú rovnako na svojej funkčnosti, adaptabilnosti, či schopnosti poskytnúť subjektívne i objektívne bezpečie. Pre architekta tieto myšlienky zaiste neprinášajú nový poznatok ani dôvod na podstúpenie zmien vo svojej umeleckej tvorbe. Ak sa pokúsime zamyslieť nad úlohou architektúry z opačného (externého) hľadiska, isto dospejeme k názoru, že architektúra má byť pozitívom aj pre svoje bezprostredné i vzdialené okolie – určite by nemal byť vedľajším výsledkom architektonickej tvorby negatívny dopad na životné prostredie. Pokiaľ je stavba akokoľvek úžasná a prospešná pre svojho užívateľa, no navonok poškodzuje životné prostredie, je zdrojom emisií a spotrebúva neudržateľné množstvo energie, vzdialene to pripomína podpílenie si konára, na ktorom spočíva naša existencia. Bohužiaľ, *budovy zodpovedajú za 40 % celkovej spotreby energie* (Smernica 2010/31/EÚ), a nesú tak výrazný podiel na ekologických problémoch s globálnym dopadom a mnohoročným presahom do budúcnosti.

Cieľ s názvom **20/20/20** je jedným z piatich cieľov Európskej únie, definovaných v stratégii Európa 2020 (Európska komisia, 2010). Splnenie týchto cieľov, týkajúcich sa zamestnanosti, vzdelávania, výskumu a inovácie, sociálneho začlenenia a chudoby a oblasti klímy a energetiky, je viazané na rok 2020 a má nasmerovať Európsku úniu na cestu inteligentného, udržateľného a inkluzívneho rastu.

Európska komisia (2010) stanovila v rámci *cieľa 20/20/20* (známeho aj ako: *Zmena klímy a energetická udržateľnosť*) tri body:

- znížiť emisie skleníkových plynov o minimálne 20 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990 alebo o 30 % v prípade priaznivých podmienok
- zvýšiť podiel obnoviteľných zdrojov energie na konečnej spotrebe energie na 20 %
- zvýšiť energetickú účinnosť o 20 %

Na implementáciu potrebných opatrení a potvrdenie záväznosti vytýčeného zámeru vydala Európska Únia v priebehu posledných rokov viaceré smernice, rozhodnutia a podporné dokumenty (2002/91/ES, 2010/31/EÚ, 2009/28/ES, 406/2009/ES a iné) o energetikej udržateľnosti, o využívaní a potenciáloch obnoviteľných zdrojov energie i záväzné emisné limity pre jednotlivé štáty. Zníženie spotreby energie a využívanie energie z obnoviteľných zdrojov v sektore budov predstavujú dôležité opatrenia potrebné na zníženie energetickej závislosti EÚ a emisií skleníkových plynov. (Smernica 2010/31/EÚ s. 153/13) Na globálnej úrovni je cieľom tejto stratégie splnenie Kjótskeho protokolu k Rámcovému dohovoru Organizácie Spojených národov o zmene klímy (UNFCCC). Konceptuálne smerovanie Európskeho spoločenstva

Tabuľka cieľov vytýčených Slovenskom do roku 2020 v porovnaní s celoeurópskymi cieľmi / odhadmi (Ciele..., 2013)

Ciele Európskej únie / členských štátov	Miera zamestnanosti	Výskum a vývoj v % HDP	Ciele zníženia emisií CO ₂	Obnoviteľné zdroje energie
Hlavný cieľ EÚ	75 %	3 %	-20 % ²	20 %
Odhadovaný cieľ EÚ (súčet cieľov)	73,7 - 74 %	2,65 - 2,72 %	-20 % ²	20 %
Slovensko	72 %	1 %	-13 % ³	14 %

C.1

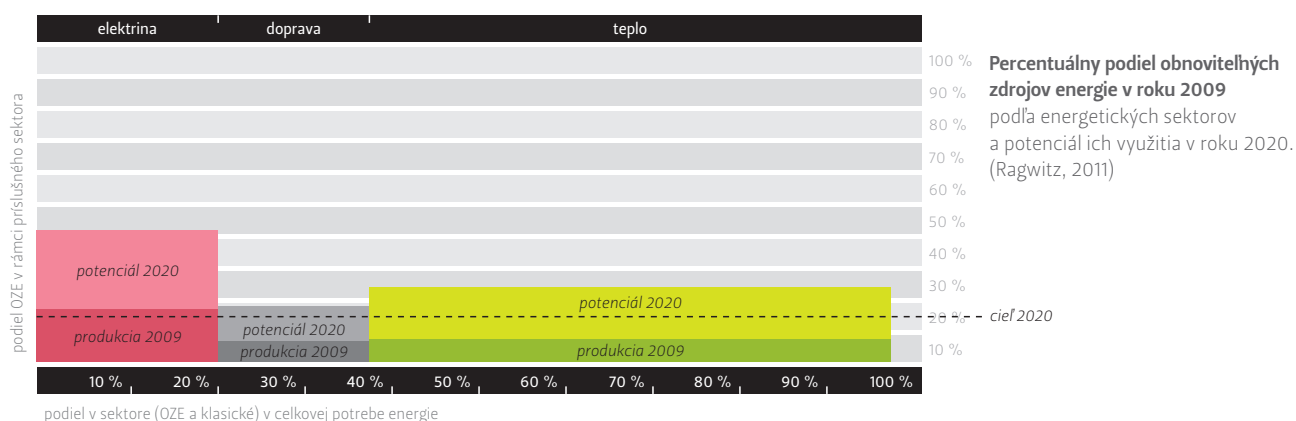
k hospodárstvu efektívne využívajúcemu zdroje s nízkou uhlíkovou stopou a minimálnou mierou závislosti na fosílnych palivách by sa malo v budúcnosti odraziť na jeho konkurencieschopnosti a poprednom postavení na celosvetovom trhu 21. storočia. *Zámerom je oddeliť hospodársky rast Únie od spotreby energie a materiálov a zabezpečiť vyššiu mieru energetickej bezpečnosti.* Je potrebné posilniť odolnosť európskeho hospodárstva voči klimatickým zmenám a zamerať sa na možnosti predchádzať prírodným katastrofám a reagovať na ne. Z hľadiska finančnej realizovateľnosti stanovených cieľov predpokladá EÚ podiel verejných a súkromných financií na výskume a pri hľadaní riešení pre ekologickú osobnú i nákladnú dopravu, rovnako ako aj pri budovaní celoeurópskej inteligentnej infraštruktúrnej siete so zapojením obnoviteľných zdrojov energie.

V apríli 2011 boli členskými štátmi stanovené národné ciele v rámci celoeurópskej stratégie *Európa 2020*. Slovenská republika sa zaviazala zabezpečiť do roku 2020:

- zníženie emisií CO₂ o 13 % v porovnaní s rokom 1990
- 14 %-ný podiel obnoviteľných zdrojov na celkovej energetickej produkcii
- zníženie energetickej spotreby o 1,65 Mtoe = redukcia 11 % (Vláda SR, 2012)

Oproti roku 1990 sa Slovensku už podarilo znížiť celkové emisie skleníkových plynov o približne 41 % a emisnú náročnosť na polovicu. Z tohto hľadiska sa štatisticky radí k najlepším krajinám v Európe. Uvedené zníženie bolo dosiahnuté najmä prirodzenou zmenou štruktúry hospodárstva a zmenami v palivovom mixe (Vláda SR, 2012, s. 19).

Potenciál a aktuálny stav využívania obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku vyplýva zo štúdie *Renewable Energy Policy: Country Profiles*:



Energetická účinnosť zníženie spotreby energie Mtoe ⁴	Predčasné ukončenie školskej dochádzky	Vysokoškolské vzdelanie	Zníženie počtu obyvateľov ohrozených chudobou alebo vylúčením zo spoločnosti v počte osôb
368 Mtoe	10 %	40 %	20 000 000
206,9 Mtoe	10,3 - 10,5 %	37,5 - 38 %	- ¹
1,65 Mtoe	6 %	40 %	170 000

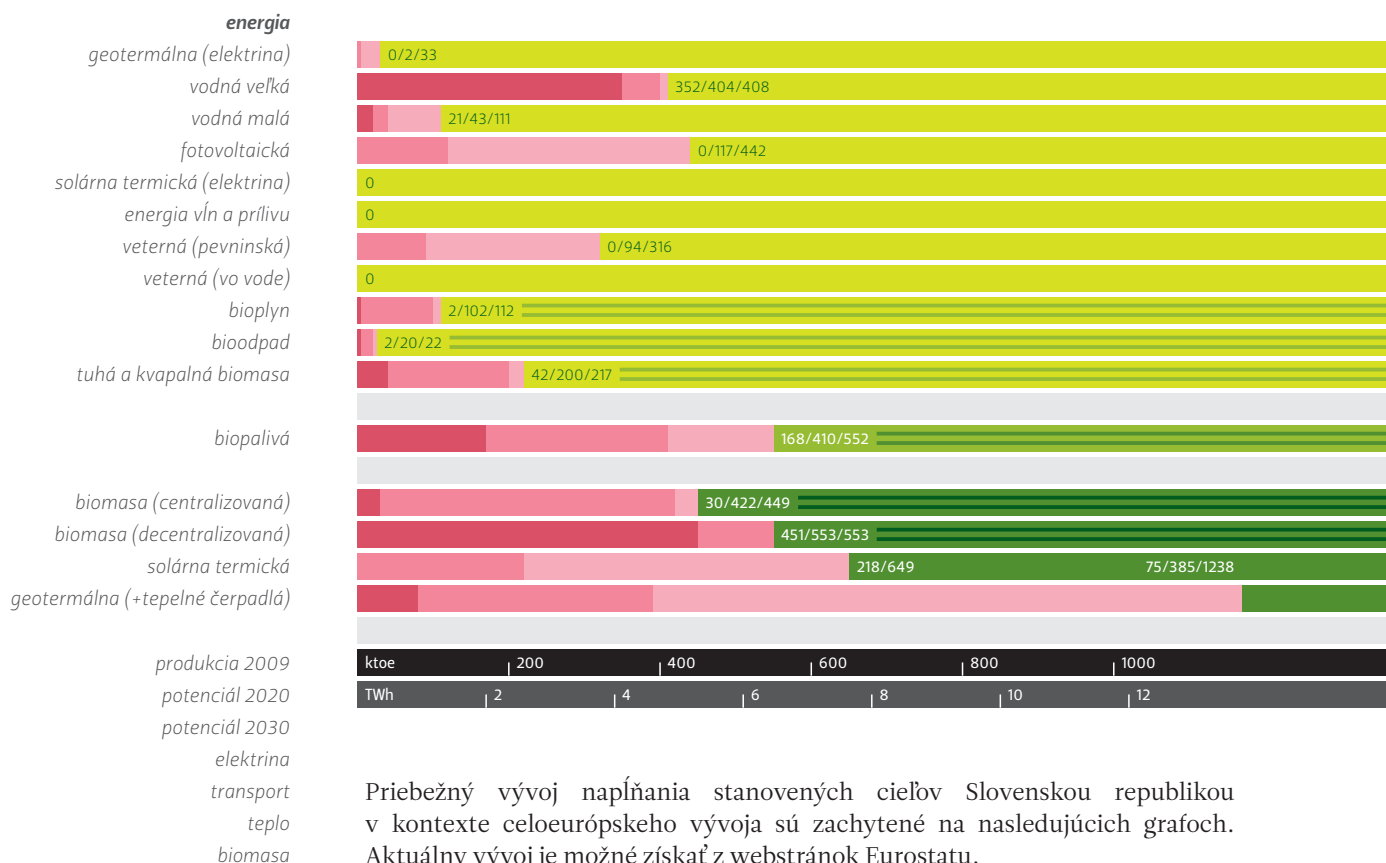
¹ výsledok sa nedá vypočítať z dôvodu rozdielov vo vnútroštátnych metódach

² v porovnaní s úrovňami z roku 1990

³ v porovnaní s rokom 2005

⁴ Mtoe: Million Tonnes of Oil Equivalent

Najväčšie množstvo energie získavané z obnoviteľných zdrojov pripadá do sektora tepelnej energie. Najvyšší percentuálny podiel pri porovnaní jednotlivých sektorov má elektrická energia z obnoviteľných zdrojov energie.



Energetický profil Slovenska
z hľadiska využívania a potenciálov jednotlivých typov obnoviteľných zdrojov energie.
(Ragwitz, 2011)

Priebežný vývoj naplňania stanovených cieľov Slovenskou republikou v kontexte celoeurópskeho vývoja sú zachytené na nasledujúcich grafoch. Aktuálny vývoj je možné získať z webových stránok Eurostatu.

Úloha architektúry pri naplňaní stratégie *Európa 2020* (cieľov 20/20/20) spočíva predovšetkým v znižovaní prevádzkových nákladov budov prostredníctvom pasívnych a aktívnych energetických ziskov, kvalitným a zodpovedne zrealizovaným energetickým konceptom budovy a inteligentným systémom riadenia v spolupráci s užívateľom. Zabudovanú energiu a uhlíkovú stopu budovy je možné redukovať využívaním materiálov s nízkou energetickou náročnosťou pri ich výrobe, recyklovanými/recyklovateľnými materiálmi a materiálmi, viažucimi CO₂ (prírodné materiály, drevo). V súvislosti s navrhovaním udržateľnej architektúry je potrebné uvedomiť si nový kontext architektonickej profesie, ktorá musí byť intenzívnejšie konfrontovaná s ostatnými profesiami a pripravená na hľadanie inovatívnych, špecifických riešení konkrétnych projektov.

Európska únia stanovuje zásadné požiadavky na energetickú hospodárnosť nových a obnovovaných budov, pričom *požaduje, aby od 31. decembra 2020 všetky nové budovy boli budovami s takmer nulovou spotrebou energie* a po 31. decembri 2018 boli nové budovy, v ktorých sídlia a ktoré vlastní verejné orgány, budovami s takmer nulovou spotrebou energie (Smernica 2010/31/EÚ, s. 153/21). V ponímaní smernice *budova s takmer nulovou spotrebou energie znamená budovu s veľmi vysokou energetickou hospodárnosťou. Požadované takmer nulové alebo veľmi malé množstvo energie by sa malo vo významnej miere*

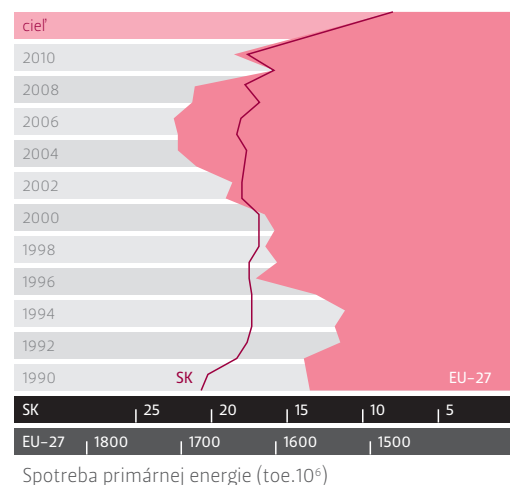
pokryť energiou z obnoviteľných zdrojov vrátane energie z obnoviteľných zdrojov vyrobenej priamo na mieste alebo v blízkosti. Metodika na výpočet energetickej hospodárnosti budov sa stanovuje na vnútroštátnej resp. regionálnej úrovni na základe spoločného všeobecného rámca.

Na posilnenie nastaveného smerovania Európskej únie k splneniu cieľov stratégie Európa 2020 bolo koncom roka 2012 navrhnuté Rozhodnutie o všeobecnom environmentálnom akčnom programe Únie do roku 2020 s názvom *Dobry život v rámci možností našej planéty* (Európska komisia, 2012). Dokument zdôrazňuje sledovanie stanovených cieľov v kontexte dlhodobej vízie do roku 2050 (Roadmap 2050) a medzinárodných procesov (samit Rio+20). V rámci akčného programu je na obdobie do 31. decembra 2020 stanovených 9 prioritných cieľov:

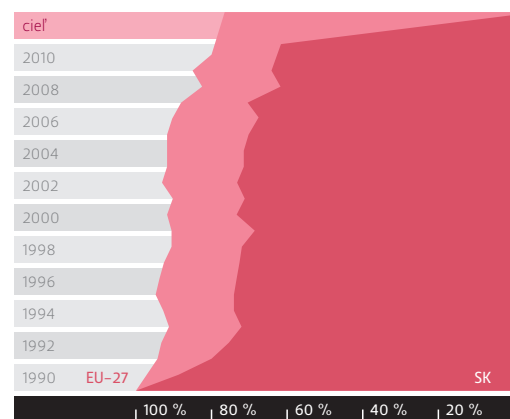
- chrániť, zachovávať a zveľaďovať prírodný kapitál Únie
- prejsť v Únii na nízkouhlíkové ekologické a konkurencieschopné hospodárstvo efektívne využívajúce zdroje
- chrániť občanov Únie pred environmentálnymi tlakmi a rizikami ohrozujúcimi ich zdravie a blahobyť
- maximalizovať prínosy právnych predpisov Únie v oblasti životného prostredia
- zdokonaľiť vedomostnú základňu pre politiku v oblasti životného prostredia
- zabezpečiť investície do politiky v oblasti ochrany životného prostredia a klímy a správne stanoviť ceny
- zlepšiť začlenenie problematiky životného prostredia a súdržnosť politík
- posilniť udržateľnosť miest v Únii
- zvýšiť účinnosť Únie pri riešení regionálnych a celosvetových environmentálnych problémov

V oblasti architektúry sa postupne stretávame s paralelnou reakciou na nastolené celoeurópske trendy. V poslednom čase aj na Slovensku pribúdajú novostavby s certifikátom udržateľnosti. Na trhu s nehnuteľnosťami je preto možné predpokladať nárast záujmu najmä o budovy s certifikátom, vytvorenie tlaku na znižovanie cien nekvalitných/necertifikovaných objektov a pri narastajúcich cenách energií ich eventuálny marketingový kolaps z dôvodu neudržateľnosti ich prevádzky. Ako architekti musíme byť nevyhnutne pripravení reagovať na konkrétne požiadavky investorov a štátu (predpisy a normy), týkajúce sa energetickej efektívnosti budov. Mali by sme však byť o krok vpred, aby sme investičný zámer vedeli usmerniť a zabezpečiť rovnováhu medzi architektonickou kvalitou, konceptom energeticky efektívneho fungovania a komplexnou udržateľnosťou od návrhu až po realizáciu architektonického diela. Je našou profesnou zodpovednosťou zabezpečiť popri energetickej aj kultúrnu udržateľnosť slovenského stavebníctva a stať sa určitým katalyzátorom pri formovaní názorov i ekologického povedomia verejnosti. Je to investícia, ktorá sa nám nepochybne vráti v podobe uvedomelých investorov a možnosti tvoriť kvalitnú a udržateľnú architektúru, ktorej prioritou už nebudú iba čo najnižšie investičné náklady, ale komplexný pohľad na udržateľnosť budovy počas jej celého „životného cyklu“ (viď Posúdenie životného cyklu budovy).

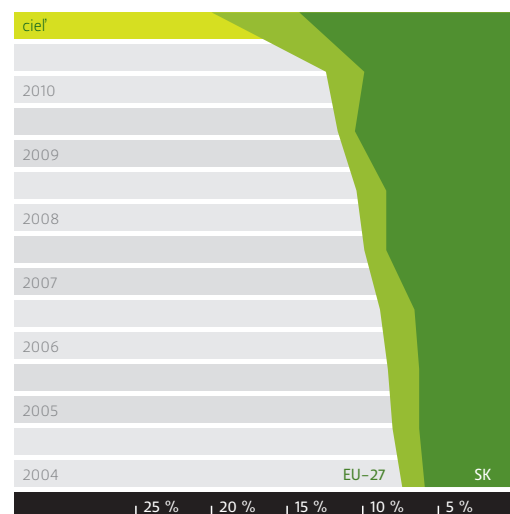
Grafy priebežného naplňania
vytýčených cieľov stratégie Európa 2020
Slovensko v kontexte EU-27
(Eurostat 2013)



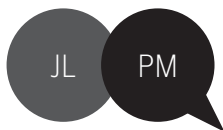
Spotreba primárnej energie (toe.10⁶)



Redukcia emisií skleníkových plynov



Podiel obnoviteľnej energie v celkovej energetickej spotrebe



Energy Roadmap 2050

Na súčasný stav v oblasti energetických zdrojov a ochrany životného prostredia reaguje Európska únia (ďalej len EÚ), ktorej je Slovenská republika plnohodnotným členom. Na konci roku 2011 vydáva Európska komisia dokument s názvom **Energy Roadmap 2050 - Plán postupu v energetike do roku 2050** (Oznámenie..., 2013), ktorý predostiera plány EÚ redukovať emisie skleníkových plynov do roku 2050 (v porovnaní s rokom 1990) o 80 - 95 %. Zároveň, z dlhodobého hľadiska, by mal tento model predstavovať finančne menej náročný model, ako sú súčasné energetické politiky. Predpokladané náklady na transformáciu energetického systému EÚ by mohli v roku 2050 predstavovať cca. 14,6 % európskeho HDP. Konkurencieschopnosť EÚ, životná úroveň obyvateľstva, ale aj fungovanie celej spoločnosti závisí od bezpečnej, udržateľnej a cenovo dostupnej energie. Vzhľadom na dovoz 70 % fosílnych palív (Slovensko: 90 %) EÚ dnes stojí pred veľkou energetickou výzvou (Energetická politika, 2013).

Energetická nezávislosť, ekonomická stabilita, boj proti zmene klímy a ochrana životného prostredia znamenajú, že EÚ musí zrýchliť svoj prechod na tzv. „nízkouhlíkovú“ (lowcarbon) ekonomiku. Európsky hospodársky a sociálny výbor zdôrazňuje, že prechodom technologického skoku, ktorý umožní tento prechod, je energetická efektívnosť, ktorá je zároveň kľúčovým prvkom energetickej politiky EÚ. Jedná sa napríklad o princípy „Faktor 4“ či „Faktor 10“, teda o zvyšovanie „produktivity“ zdrojov: minimalizovanie vstupov z prírodných zdrojov v súčinnosti s rozvojom ekonomiky a životnej úrovne („Faktor 4“: dvojnásobný úžitok pri polovičnej spotrebe zdrojov; „Faktor 10“: päťnásobné náklady – bližšie viď Weiszacker 1996). **Do budúcnosti by sa mali stať normou budovy s takmer nulovou spotrebou energie.** Tie by mohli produkovať viac energie než spotrebúvajú. Kľúčovými v tejto oblasti sú renovácie súčasných budov, ktoré predstavujú obrovský potenciál úspor energie, a preto je potrebné podstatne zvýšiť mieru a kvalitu ich renovácií. Značný potenciál ďalej predstavuje vykurovanie a chladenie objektov. Toto odvetvie dnes predstavuje približne 45 % konečnej spotreby energie v Európe. Významnú energetickú efektívnosť je možné dosiahnuť aj recykláciou, efektívnymi výrobnými postupmi a predĺžovaním životnosti produktov. Do budúcnosti sa plánuje s efektívnymi vozidlami, inteligentnými systémami v domácnostiach, či zmenou správania sa užívateľov, ktorá je taktiež veľmi dôležitá. Úloha miestnych organizácií, miest a definovanie „energetických“ noriem bude v energetických systémoch budúcnosti oveľa dôležitejšia. Aby sa dosiahli výrazné úspory energie, je nutné prerušiť väzbu medzi hospodárskym rastom a jej spotrebou.

Prechod na obnoviteľné zdroje energie (ďalej len OZE), ako jeden z hlavných spôsobov znižovania emisií uhlíka sa značne problematizuje, nakoľko nie je možné predvídať 1: dosiahnutie vrcholu produkcie ropy (nové objavy ložísk); 2: do akej miery sa osvedčí v Európe využívanie bridlicového plynu; 3: kedy sa zachytávanie a uskladňovanie oxidu uhličitého (*Carbon Capture & Storage - CCS*) stane predmetom obchodovania; 4: o akú mieru využívania jadrovej energie sa budú snažiť členské štáty; 5: aké opatrenia v oblasti klímy sa budú uplatňovať v krajinách na celom svete. Značný vplyv na uplatnenie tejto energetickej stratégie má aj rôzne tempo hospodárskeho rastu krajín, rozsah celosvetových úsilí zameraných na zmiernenie zmien klímy, geopolitický vývoj, úroveň svetových cien energie, dynamika trhov, vývoj budúcich technológií, dostupnosť prírodných zdrojov, sociálne zmeny a vnímanie problematiky

C.2

verejnou. V budúcnosti európske spoločnosti možno budú musieť prehodnotiť aj spôsob, akým sa spotrebúva energia, napríklad aj zmenou mestského plánovania.

Do popredia sa dnes dostáva investovanie do nových technológií OZE, ako je energia oceánov, koncentrovaná solárna energia a biopalivá 2. a 3. generácie, či zdokonaľovanie dnešných technológií prostredníctvom výskumu (napr. zvyšovanie účinnosti fotovoltaických panelov). Uplatnenie obnoviteľných zdrojov je žiaduce hlavne v oblasti vykurovania a chladenia. **Kritické zostávajú predovšetkým technológie uskladnenia energie.** Uskladnenie je často drahšie ako ďalšia kapacita prenosu a kapacita výroby záložného plynu, či konvenčné ukládanie založené na vodnej energii, ktoré je značne obmedzené (napr. prepojenie s Nórskom otvára prístup k významným možnostiam skladovania elektriny v nórskech vodných elektrárňach). Z dôvodu distribúcie energie, je potrebné zlepšenie infraštruktúry v rámci celej EÚ, čím by sa mohla znížiť potreba jej uskladňovania. Príkladom je veterná energia zo Severných morí a úmoria Atlantického oceána. Prioritou je rýchle dokončenie infraštruktúry „supersietí“ EÚ spájajúcej sever, juh, východ a západ, aby sa čo najlepšie využili relatívne výhody každého členského štátu, ako aj využitie plného potenciálu decentralizovanej výroby a mikrovýroby energie a inteligentných energetických infraštruktúr vo všetkých členských štátoch (cieľom je diverzifikácia dodávateľských trás a zvýšenie energetickej bezpečnosti Únie, projektmi ako je napr. ropovod Nabucco). Energy Roadmap 2050 uvádza príklady krajín, z ktorých by sa mohla v budúcnosti dovážať elektrická energia. Grécko so svojimi rozsiahlymi solárnymi projektmi, veterná a solárna energia zo stredozemských krajín, prepojenie s Nórskom (veterná a vodná energia) a Švajčiarskom (vodná energia) budú v budúcnosti pre EÚ veľmi kľúčové. Veľký potenciál OZE (najmä biomasy) majú krajiny ako Rusko a Ukrajina. V doprave budú pravdepodobne, ako náhrada ropy, hlavnou alternatívou biopalivá, založené na odpadoch z rastlinných potravinárskych výrobkov, riasach a lesných zvyškoch, ktoré si nevyžadujú zvýšený dopyt po pôde potrebnej pre produkciu potravín. Elektrická energia bude musieť zohrávať oveľa väčšiu úlohu, ako v súčasnosti - jej podiel na konečnej spotrebe energie sa v roku 2050 zdvojnásobí na 36 - 39 %. Jej uplatnenie pri znižovaní emisií uhlíka sa predpokladá najmä v oblasti dopravy a pri vykurovaní/chladení objektov. Predpokladá sa, že elektrická energia by mohla zaistiť 65 % spotreby energie pre osobné a ľahké úžitkové vozidlá.

Problematika energetiky a ochrany životného prostredia je predovšetkým otázkou politickej vôle jednotlivých členských krajín. Medzinárodná energetická agentúra (IEA) v dokumente *World Energy Outlook* (2011) poukázala na rozhodujúcu úlohu vlád v riešení danej problematiky. Plán postupu v energetike do roku 2050 by mal nahradiť vnútroštátne, regionálne a miestne úsilie zamerané na modernizáciu dodávok energie, no súčasne sa snaží vypracovať **dlhodobý technologicky neutrálny európsky rámec**, v ktorom budú tieto individuálne politiky efektívnejšie uplatniteľné v praxi.

Dokument upozorňuje, že **najväčší podiel** emisií skleníkových plynov spôsobených ľudskou činnosťou sa **produkuje v odvetví energetiky**. Cielené zníženie týchto plynov o viac ako 80 % do roku 2050 vyvinie mimoriadny tlak na energetické systémy, ktorý by mali zmierniť nasledujúce scenáre eliminácie emisií uhlíka.



„SmartGrids“

kladú dôraz na lokálnu úroveň, na opačnom póle sú SuperSmartGrids prepájajúce obnoviteľné zdroje energie medzi kontinentmi.

(zdroj *Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation*, WMC 2013)

- ▲ geotermálne
- ◆ veterné
- ▲ fotovoltaické
- solárne
- vodné
- biomasa

- **Vysoká energetická efektívnosť** zahŕňa prísnejšie minimálne požiadavky na prístroje a nové budovy; vysoké nároky na renovácie existujúcich budov; ustanovenie povinných úspor energie pre energetické podniky. Cieľom je zníženie dopytu po energii do roku 2050 o 41 % v porovnaní s najvyšším dopytom v období rokov 2005–2006.
- **Technológie diverzifikovaných dodávok** energie bez preferencie konkrétnych technológií. Rozvíjanie energetických zdrojov, ktoré sú najúčinnejšie z hľadiska plnenia európskych cieľov do roku 2050, ako je slnečná energia na juhu a veterná energia na severe. (Určenie vlastného energetického mixu, je v kompetencii každého členského štátu, v tomto mixe by sa mal zvyšovať podiel OZE).
- **Vysoké obnoviteľné zdroje energie;** v roku 2050 dosiahne podľa prognóz podiel OZE v hrubej spotrebe energie min. 55 % (dnes je to 10 %), s čím súvisí aj decentralizácia energetického systému a výroby tepla a prepojenie s centralizovanými rozsiahlymi systémami (jadrové elektrárne, elektrárne na zemný plyn, ...), s cieľom kompenzácie kolísavých dodávok energie z OZE v čase nízkeho dopytu.
- **Oneskorený scenár zachytávania a ukladania oxidu uhličitého (CCS systémy),** v ktorom sa predpokladá, že zachytávanie a ukladanie oxidu uhličitého sa oneskorí, čo povedie k vyššiemu podielu jadrovej energie s elimináciou emisií uhlíka motivovanou skôr cenami uhlíka, než stimulmi v oblasti technológií. Do popredia sa dostávajú nekonvenčné zdroje plynu, akými sú bridlicový plyn zo Severnej Ameriky, či skvapalnený zemný plyn (LNG), ktorý je nezávislý od prepravy pomocou plynovodov. Pri aplikovaní CCS systému sa môže plyn, ale aj uhlie, stať nízkouhlíkovou technológiou. Zemný plyn bude zohrávať z krátkodobého až strednodobého hľadiska dôležitú úlohu pri transformácii energetickej sústavy, pretože predstavuje relatívne rýchly a nákladovo efektívny spôsob, ako znížiť závislosť od ďalších, ovzdušie viac znečisťujúcich fosílnych palív, a zároveň môže byť využívaný ako flexibilná rezerva na vyrovnávanie kolísavých dodávok obnoviteľnej energie popri skladovaní elektriny.
- **Nízky podiel jadrovej energie** predpokladá, že sa nebudú stavať žiadne nové jadrové elektrárne (okrem reaktorov, ktoré sú v súčasnosti vo výstavbe), čo bude mať za následok vyšší podiel zachytávania a ukladania oxidu uhličitého (približne 32 % pri výrobe energie). Jadrová energia dnes zabezpečuje väčšinu nízkouhlíkovej elektrickej energie spotrebúvanej v EÚ. Problémom zostávajú riziká súvisiace s jadrovou energiou (Fukušima, 2011), ktoré niektoré krajiny považujú za neprijateľné. Náklady na bezpečnosť a náklady na vyradovanie existujúcich elektrární z prevádzky a na likvidáciu odpadu sa pravdepodobne zvýšia. Tieto problémy môžu vyriešiť nové technológie výroby jadrovej energie ako aj zvýšené opatrenia kontrolované záťažovými testami.

V spojení s nárastom počtu obyvateľstva a prechodom na obnoviteľné zdroje energie bude potrebné do roku 2020 zvýšiť kapacitu spojovacích energetických vedení o 40 % (zaužívaným termínom je celoeurópsky systém „elektrických diaľnic“). Cieľom je rozvoj novej a flexibilnej infraštruktúry odolnej voči vplyvom počasia bez negatívnych dôsledkov (tzv. „no-regrets“

options). Cieľom je úplné eliminovanie „energetických ostrovov“ a dosiahnutie synchronizovaného spojenia medzi kontinentálnou Európou a pobaltským regiónom. Plánuje sa s vybudovaním CO₂ infraštruktúry, ktorá v súčasnej dobe absentuje.

Plán postupu v energetike do roku 2050 má aj sociálny rozmer. Prechod ovplyvní zamestnanosť a bude si vyžadovať vzdelávanie verejnosti, odbornú prípravu a dynamickejší sociálny dialóg. Zraniteľných spotrebiteľov, najmä pred nedostupnosťou energie (energia a teplo by mali byť dostupné pre všetkých), ako jedného z hlavných prameňov chudoby v EÚ („energetická chudoba“), by mala ochraňovať spoločná energetická politika členských štátov. Najúčinnnejším opatrením v tejto oblasti je energetická efektívnosť a optimalizácia výroby a spotreby energie.

V oblasti prechodu energetiky EÚ na tzv. nízkouhlíkovú je potrebné rozvíjať viaceré medzinárodné partnerstvá. Spomínaný prechod bude dôležité zvládnuť v úzkom spojení s energo-partnermi, akými sú Nórsko, Ruská federácia, Ukrajina, Azerbajdžan a Turkmenistan, či krajinami Perského zálivu v súčinnosti s tvorbou nových energetických partnerstiev (Uznesenie..., 2013).

Spornou otázkou stále zostáva „obchodovanie“ s emisiami, ktoré je charakteristické aj pre územie Európy. Sektor, ktorý sa nevzťahuje na Systém obchodovania s emisiami – ETS, vytvára približne 55 % emisií skleníkových plynov v EÚ. (Uznesenie..., 2013). Jednotným prístupom k problematike sa môžu značne znížiť náklady a proces prechodu na nízkouhlíkovú ekonomiku sa môže výrazne urýchliť.



Vývoj cien ropy

(zdroj dát PlainsAllAmerican.com, bls.com, InflationData.com (T. McMahon) – mesačné priemery 1946–2013) dokazuje, že energeticky efektívna výstavba je poisťkou proti vplyvu nárastu cien energií, popritom je však aj príspevkom k udržateľnosti (šetrením neobnoviteľných zdrojov) a zmenšeniu hrozby vydierania zo strany dodávateľov ropy a plynu.
(schéma H. Pířko)

prognóza

trend

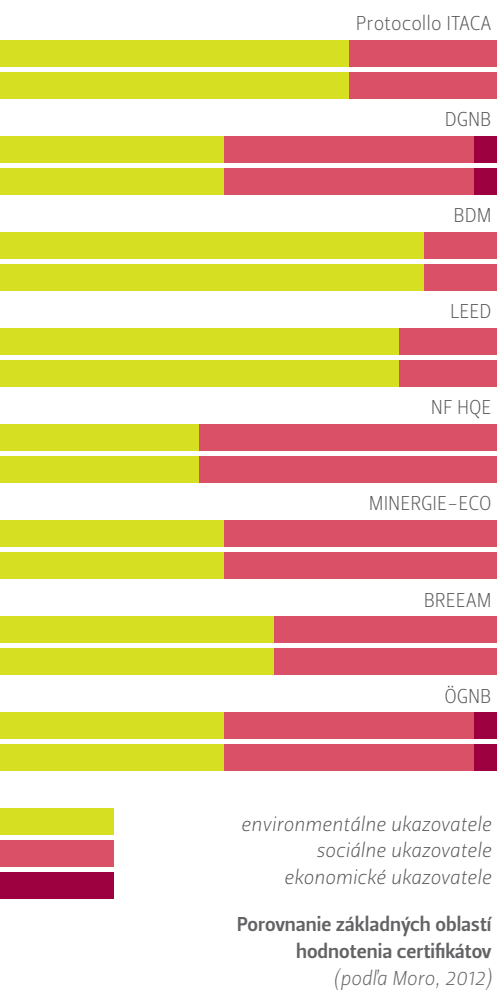
cena so zohľadnením inflácie

nominálna cena

Charakteristika a posudzovanie „zelených“ budov



V súčasnosti existuje množstvo certifikačných systémov a štandardov, ktoré hodnotia udržateľnosť budov. Niektoré zdroje uvádzajú, že len v Európe je ich vyše 60 (Essig, 2012). Impulzom pre ich vznik bola snaha o hodnotenie vplyvu budovy na životné prostredie. Každá budova má iný pomer rozloženia miest spotreby, preto bolo potrebné vytvorenie hodnotiacich systémov na vyčíslenie jednotlivých vplyvov na prostredie a možné vzájomné porovnávanie. Budovy, ktoré získali certifikát niektorej hodnotiacej schémy, sa začali označovať ako zelené budovy. V Európe prevládajú štyri hlavné certifikačné systémy BREEAM (GB), DGNB certifikát (D), LEED (USA) a SBTool s rôznymi variáciami, porí nich je tu množstvo národných certifikačných systémov.



Na začiatku deväťdesiatych rokov, keď vznikali tieto systémy, boli súčasťou certifikačných systémov hlavne hodnotenie energetickej efektívnosti a environmentálne vplyvy budovy. Tieto certifikačné systémy boli označované ako certifikáty prvej generácie, tzv. „zelené budovy“. Takto sa formoval BREEAM (1990) a LEED (1998). Postupne sa hodnotenia rozšírili na celý životný cyklus budovy a k okruhom sa pridávali aj technické, ekonomické, sociálne a procesné okruhy. Tieto certifikačné systémy boli označované ako certifikáty druhej generácie, tzv. „udržateľné budovy“. Do tejto skupiny patrí veľká väčšina súčasných certifikačných systémov.

Samozrejme ekologické riešenia sú spojené s vyššími investičnými nákladmi, no nízke prevádzkové náklady prinášajú pre developerov výhody vo forme väčšej konkurencieschopnosti na trhu s nehnuteľnosťami a väčšie zisky z prenájmu budovy. V prípade neprenajatia plochy predstavujú nižšie režijné náklady. Tieto výhody postupne spôsobili vyššiu hodnotu „zelených budov“ na trhu s nehnuteľnosťami. Na to začal reagovať aj trh, ktorý videl v takýchto budovách výhodnejšiu investíciu.

Certifikované budovy dneška majú ambíciu dosiahnuť vyššiu kvalitu vnútorného prostredia, čo sa prejavuje v nižšej chorobnosti zamestnancov a lepšej koncentrácii na prácu. To je jeden z hlavných benefitov, pre ktoré mnohé firmy uprednostňujú nájom v takejto budove.

Problematická je vzájomná porovnateľnosť certifikátov. Rozloženie kategórií hodnotenia a jednotlivých parametrov, ako aj množstvo parametrov je v každom systéme iné, čo je prirodzené, keďže každý vznikol v inom prostredí a v inej stavebnej kultúre. Ten istý parameter je posudzovaný v inom certifikačnom systéme v inej kategórii. To ešte sťažuje proces porovnávania. Najčastejšie hodnotené kategórie sú:

- Energia
- Vnútorné prostredie
- Voda
- Materiály
- Odpad
- Lokalita
- Proces výstavby
- Doprava
- Ekonómia
- Inovácie...

Súčasnú požiadavku na udržateľnosť budov a ich minimálny vplyv na prostredie sa v súvislosti s klimatickými podmienkami menia. Zmysluplné by bolo mať jeden certifikačný systém v rovnakom klimatickom a kultúrnom prostredí, aby bolo možné budovy navzájom porovnávať. To si kládie za cieľ Európsky projekt CESBA, vytvorenie jednotného jadra certifikačných systémov pre Európsku úniu.

C.3

V neprospech certifikačných systémov hovorí fakt, že v niektorých prípadoch sú málo ambiciózne. Na získanie najnižšieho hodnotenia mnohokrát postačuje splnenie našich noriem a prihlásenie objektu do schémy. To znamená, že naše normy sú pomerne dobre nastavené a pozitívnym faktorom je aj tesná interakcia s nemecky hovoriacim prostredím, ale otázne zostáva, či sú súčasné požiadavky dostatočné, keď chceme hovoriť o skutočne udržateľných a inovatívnych riešeniach s minimálnym vplyvom na životné prostredie? Rozumne na tento problém reaguje certifikačný systém DGNB, ktorý požaduje získanie minimálneho počtu bodov v každej hodnotenej kategórii. Aj napriek nedostatkom certifikácia budov vytvára na trhu tlak na skvalitňovanie budov a posun ich realizácie k ekologickým riešeniam.

Certifikačný systém	BREEAM	LEED	DGNB
Energia	17 %	32 %	5 %
Energetická hospodárnosť	×	×	×
Potreba energie	×	×	–
Zdroj energie	×	×	–
Vnútorne prostredie	13 %	14 %	14 %
Kvalita vzduchu	×	×	×
Tepelný komfort	×	×	×
Denné svetlo	×	×	×
Umelé osvetlenie	×	×	×
Akustika	×	–	×
Voda	6 %	9 %	1 %
Využitie	×	×	×
Kvalita	×	–	–
Recyklácia	×	×	–
Dažďová voda	×	×	–
Materiály	11 %	13 %	1 %
Recyklácia	×	×	×
Environmentálne aspekty	×	×	×
Pôvod	×	×	–
Odpad	7 %	prerekvizita	4 %
Hospodárenie s odpadom	×	×	×
Lokalita	13 %	13 %	10 %
Charakter miesta	×	×	×
Svetelný smog	×	×	–
Hluk	×	–	×
Ekológia	×	×	–
Teplotný ostrov	–	×	–
Proces výstavby	4 %	prerekvizita	1 %
Vplyvy na stavenisku	×	×	×
Doprava	7 %	11 %	2 %
Dostupnosť	×	×	×
Peší a cyklistický prístup	×	–	×
Ekonomia	2 %	pri jedn. param.	20 %
LCC	×	×	×
Inovácie	9 %	5 %	–
Nové technológie	×	×	–
Iné	10 %	~5 %	~42 %
Riadenie a projektová príprava	Bezpečnosť Emisie Obstarávanie	– Emisie Obstarávanie	GHP Bezpečnosť Estetika

Kritériá hodnotenia v najrozšírenejších certifikačných schémach
Porovnávací tabuľka kategórií a parametrov troch certifikačných systémov.
(Heinecke, 2012)

Certifikačné systémy budov zaznamenali prudký nárast dopytu, hlavne v posledných rokoch aj v súvislosti s ekonomickou krízou. Developeri v nich našli možný marketingový nástroj na odlíšenie a zviditeľnenie svojich projektov. Vysoká náročnosť a prácnosť certifikácie ale predurčuje ich použitie hlavne pre veľké projekty.

Certifikačný systém	BREEAM	LEED	DGNB	SBToolCZ
Krajina vzniku	Spojené kráľovstvo	USA	Nemecko	Česká republika
Rok vzniku	1990	1998	2007	2010
Úrovne	Pass Good Very good Excellent Outstanding	LEED Certifikované LEED Silver LEED Gold LEED Platinum	Bronze Silver Gold	Certifikované Bronzový Strieborný Zlatý

BREEAM

www.breeam.org

Prvý holistický certifikačný systém vznikol v roku 1990 v Spojenom kráľovstve s názvom **BREEAM – BRE Environmental Assessment Method** v spoločnosti BRE (Building Research Establishment). Je vyvinutý ako pomôcka pre architektov a projektantov pre zmiernenie vplyvu ich projektov na životné prostredie.

V súčasnosti sú k dispozícii verzie certifikátu pre administratívne budovy, priemysel, školy, budovy štátnej správy a súdnicstva, väzenia, polyfunkčné budovy, nemocnice, bytové domy. Obe verzie certifikácie sa zameriavajú na nasledovné kategórie hodnotenia s rôznou váhou:

Hodnotenie	Body
Certified (Pass)	30 – 44 bodov
Good	45 – 54 bodov
Very good	55 – 69 bodov
Excellent	70 – 84 bodov
Outstanding	> 85 bodov

- Manažment projektu 12 %
- Zdravie a komfort 15 %
- Energia 19 %
- Doprava 8 %
- Voda 6 %
- Materiál 12,5 %
- Odpad 7,5 %
- Znečistenie 12 %
- Záber pôdy 10 %

Do roku 2013 bolo týmto systémom ohodnotených približne 250 000 budov v Spojenom kráľovstve hlavne vďaka povinnej certifikácii od mája 2008. Mimo Spojeného kráľovstva je certifikovaných približne 200 budov. Na Slovensku bolo do marca 2013 certifikovaných 6 projektov (greenbooklive, 2013).

LEED

www.gbci.org

Druhým asi najviac rozšíreným systémom je **LEED – Leadership in Energy & Environmental design**. Je to hodnotiaci systém vytvorený asociáciou Green Building Council v USA, založenou v roku 1993. GBC US združuje vyše 20 000 členov, medzi ktorými sú akademici, architekti, projektanti, realizačné firmy, výrobcovia materiálov a komponentov, developerské spoločnosti. Ich cieľom je transformovať spôsob, akým sú navrhované, stavané a prevádzkované budovy a mestá, tak vytvárať zdravšie a príjemnejšie prostredie a súčasne zvýšiť kvalitu života. LEED je dobrovoľný certifikačný systém, ktorým je vo svete certifikovaných vyše 173 000 projektov. Na Slovensku je v súčasnosti certifikovaný 1 projekt (stav marec 2013, pozri: www.gbci.org – LEED Project directory).

Komplex Central v Bratislave --
(arch. Ivan Kubík) je jeden z prvých
LEED-certifikovaných objektov na Slovensku.
(zdroj archív Eurostav)



V súčasnosti sú k dispozícii nasledovné verzie certifikátu:

- LEED for New Construction: novopostavené administratívne, občianske a obytné budovy
- LEED for Schools: školy
- LEED for Core & Shell: čiastkové riešenia v budove, napr. laboratória
- LEED for Retail: obchody
- LEED for Commercial Interiors: prenajímané komerčné priestory
- LEED for Existing Buildings: Operations & Maintenance: existujúce budovy, prevádzka a údržba
- LEED for Neighborhood Development: rozvoj mesta

Kategórie a váhy hodnotenia:

Hodnotenie	Body
LEED Certified	40 – 49 bodov
LEED Silver	50 – 59 bodov
LEED Gold	60 – 79 bodov
LEED Platinum	> 80 bodov

• Ekológia miesta	26 %
• Voda	10 %
• Energetická efektívnosť a obnoviteľné zdroje	35 %
• Šetrenie materiálov a zdrojov	14 %
• Kvalita vnútorného prostredia	15 %
• Inovatívnosť návrhu	6 %

DGNB Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

www.dgnb.de

V súčasnosti najkomplexnejším hodnotiacim systémom je DGNB. Nehodnotí len jednotlivé kritéria, ale systém budovy ako celok, environmentálne hľadisko udržateľnosti, sociálne hľadisko udržateľnosti, ekonomické hľadisko udržateľnosti. Preto je nazývaný certifikačným systémom tretej generácie – **Blue buildings – modré budovy**. (Napríklad nová flotila automobilky Volkswagen, ktorá je charakteristická úspornosťou, sa nazýva Bluemotion.)

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen vznikla v roku 2007 v spolupráci s nemeckým ministerstvom pre dopravu, výstavbu a územný rozvoj. Ich cieľom bolo vytvoriť prostredie, ktoré je ekologicky prijateľné, šetrné k zdrojom za ekonomicky prijateľných podmienok a vytvára zdravú a komfortnú mikroklímu pre užívateľov.

Nemecký certifikačný systém vychádza vo všetkých oblastiach so zreteľom na normy, zákony a smernice Európskej únie. (Ebert, 2010)

Kategórie a váhy hodnotenia:

Hodnotenie	Body
Bronze	50 – 64 % bodov
Silver	65 – 79 % bodov
Gold	> 80 % bodov

• Ekologická kvalita	22,5 %
• Ekonomická kvalita	22,5 %
• Sociálna a kultúrna kvalita	22,5 %
• Technická kvalita	22,5 %
• Kvalita menežmentu	10 %
• Kvalita lokality	–

Vzľadom k tomu, že sa jedná o relatívne nový certifikačný systém, do roku 2013 bolo certifikovaných len 726 budov a na Slovensku bol jeden projekt, ktorý splnil požiadavky precertifikácie (DGNB, 2013).

SBToolCz Sustainable Building Tool

Našim podmienkam je najbližší systém SBToolCz. Pôvodný názov systému bol GreenBuilding-Tool – GBTool. SBTool zohľadňuje sociálne, ekonomické, mestotvorné hľadiská aj oblasti projekčnej prípravy, vznikol zo zámeru vytvorenia jednotného globálneho hodnotiaceho systému s národnými úpravami na miestne normy a klimatické danosti. Do jeho tvorby sa zapojili univerzity, občianske združenia, výskumné ústavy, zástupcovia stavebného priemyslu atď. V súčasnosti ma systém rôzne mutácie v Rakúsku – TQB (2010), Španielsku – VERDE, Taliansku – Protocollo Itaca, Portugalsku – SBToolPT, Českej republike – SBToolCZ (2010). Kategórie hodnotenia:

www.sbtool.cz

Ekonomika a manažment

- Redukcia nákladov životného cyklu
- Facility manažment
- Odpadové hospodárstvo...

Lokalita

- Kvalita lokality
- Dostupnosť služieb
- Doprava...

Hodnotenie

budova certifikovaná	< 40 % bodov
bronzový certifikát kvality	40 – 59 % bodov
strieborný certifikát kvality	60 – 79 % bodov
zlatý certifikát kvality	> 80 % bodov

Body

Environmentálne kritéria

- Ochrana ŽP
- Energia
- Emisie
- Materiály
- Pôda
- Voda...

Sociálne kritéria

- Pohoda v interiéri
- Vnútna klíma
- Uživateľský komfort
- Zdravotná nezávadnosť...

Pre celoplošné rozšírenie by bolo vhodné vytvoriť jednoduchší nástroj než vyššie spomínané certifikačné systémy – nástroj, ktorý by bol ľahko aplikovateľný na celé spektrum budov. Vzorom môže byť rakúsky program „klíma:aktiv haus“ (2013) rakúskeho ministerstva ŽP, ktorý je priamo prepojený na dotačný systém. Týmto spôsobom sa súčasne prezentujú najlepšie projekty aj ovplyvňuje trh. To je pre nás ale asi vzdialená budúcnosť, zatiaľ nám tu nefungujú ani jednoduchšie podporné schémy pre energetickú hospodárnosť budov, ani podpora inovácií ako obdoba rakúskeho programu „Haus der Zukunft“ (2013). Verme, že nás k takémuto nástroju priblíži CESBA (2013) – európska iniciatíva „Common European Sustainable Building Assessment“, ktorá by mala z jestvujúcich certifikačných schém prevziať to najlepšie a vytvoriť pomerne nenáročný systém posudzovania udržateľnosti budov...



Komplex Central v Bratislave
(zdroj archív Eurostav)



Objekt a kontext

Doteraz sme za tu zaoberali udržateľnou architektúrou, udržateľnými (efektívnymi, zelenými) budovami. Spomínali sme tiež udržateľnosť všeobecne, môžeme hovoriť o udržateľnosti života – skúsme teda tú udržateľnú architektúru zasadiť do širšieho kontextu ako priestorovo, tak aj významovo.

Zelená architektúra začínala skôr romantickými predstavami „domčeka pod jablňami“, no dnes sa udržateľnosť stala súčasťou politických programov, dopyt po ekologických, energeticky úsporných či vôbec udržateľných riešeniach problémov vo všetkých spoločenských sférach narastá – spolu s hrozbou konjunkturálneho uspokojovania tejto objednávky čiastkovými a nedomyšlenými riešeniami namiesto účelných dlhodobých stratégií. Toto sa v neposlednom rade týka energetickej úspornosti – všimnime si ju v súvislosti s výstavbou ako reprezentatívnu a dobre kvantifikovateľnú súčasť širšieho problému udržateľnosti s paralelami aj v iných oblastiach nášho života.

Na trhu sa popri bežných domoch čoraz viac presadzujú nízkoenergetické budovy, pasívne domy sú v niektorých krajinách vcelku bežným riešením a európska legislatíva smeruje sektor výstavby k budovám s takmer nulovou spotrebou energie. Zaujímavou paralelou je doprava s preferovaním automobilov s malou spotrebou a čoraz prísnejšími legislatívnymi limitmi. Nájde tu mnoho spoločného pri posudzovaní reálnej efektívnosti konkrétnych riešení a uvidíme, že globálne „ekologické“ zlepšenie je možné len ako súčasť vyššieho princípu spôsobu života...

3-litrový dom
100 m ² 30 kWh/m ² spotreba 300 l vykurovacieho oleja
pasívny dom
100 m ² 15 kWh/m ² spotreba 150 l vykurovacieho oleja
úspora (v priemere na dopravu)
úspora pri spotrebe 5 l/100 km je 150 l = 3000 km ←→ 15 km = 100 dní * ←→ 50 km = 30 dní *

Porovnanie energetickej náročnosti
prevádzky domu a auta.
(schéma R. Špaček, L. Šíp)

každodenný pohyb tam a späť *

Veľmi si ako príklad slušný nízkoenergetický rodinný dom (spotreba energie na vykurovanie 30 kWh/m² za rok – pri 100 m² podlažnej plochy ročne 3 000 kWh alebo (pre jednoduchšie porovnanie neskôr) 300 litrov vykurovacieho oleja. Ak uprednostníme štandard pasívneho domu (s trochu vyššími investičnými nákladmi), ročne ušetríme na kúrení zhruba 150 litrov. Ak jazdíme autom so spotrebou 5 l/100 km, zodpovedá to najazdeniu 3 000 km (dovoľme si pre zjednodušenie dať rovnítko medzi litrom vykurovacieho oleja a nafty či benzínu). Ak najazdíme autom denne do práce 15 km, spotrebujeme túto úsporu za 100 pracovných dní – ani nie za pol roka. Pri dennej dochádzke do päťdesiatkilometrovej vzdialenosti minime celoročnú úsporu za 30 dní. Ročné vykurovanie malého veľmi úsporného domu (100 m² plochy) a ročná spotreba malého veľmi úsporného auta (pri 10 000 najjazdených kilometroch) sú približne ekvivalentné (Špaček, 2010)...

Samozrejme ak porovnáваме dnešnú bežnú stavbu s takmer nulovým domom a ak zarátame nielen vykurovanie, ale celú spotrebu energie, dostaneme sa k oveľa výraznejším úsporám, a naopak pri „naťahovaní sa“ o pár kWh/(m²a) pri veľmi úsporných domoch je úspora takmer zanedbateľná. Oboje si treba uvedomovať pri úvahách o reálnej udržateľnosti spolu s ďalšími súvislosťami – nepomôžeme si, ak postavíme niekde v „sídelskej kaši“ pasívny dom a potom denne autom dochádzame desiatky kilometrov do práce. Ale ak uvažujeme nad skutočnou efektívnosťou, musíme vziať do úvahy aj ďalšie faktory. Napríklad to, že pre bývanie štvorčlennej rodiny môže slúžiť neobnovený panelákový byt aj veľmi úsporná vila – a v prepočte spotreby energie na bývanie jednej osoby je výsledok (napriek priepastne odlišnej úspornosti týchto stavieb) takmer rovnaký. Ak manželia dochádzajú do práce len v rámci mesta, no každý svojím autom, minú podobné množstvo energie ako manželia dochádzajúci vlakom pár desiatok kilometrov. Ale nezabúdajme: bývať možno aj v meste v byte v takmer nulovom dome a do práce možno dochádzať aj pešo či na bicykli

– chceli sme tu len poukázať na širšie súvislosti „úspornosti“, ktorú niekedy vnímame trochu zjednodušene. Stále však platí, že ak rodina býva v „céčkovej“ vile namiesto malého pasívneho domu, „prekúri“ zhruba pätnásťkrát viac energie – a možno aj pri porovnateľnom komforte bývania, ktorý závisí viac od architektonického konceptu než od metrov štvorcových. Alebo opäť z iného pohľadu – rozdiel medzi domácou tepelnou pohodou v tričku namiesto v svetri znamená o polovicu vyššiu spotrebu energie na vykurovanie. Tým sa dostávame k životnému štýlu: „nepohodlie“ svetra či hromadnej dopravy nemusí byť na úkor kvality života, ale môže byť podstatným príspevkom k jeho udržateľnosti. Príspevkom podstatnejším než mnohé „technické“ riešenia...

„Naši nenarodení potenciálni nástupcovia nemôžu hájiť svoje záujmy. Ich obhajobu musíme vzniesť sami, lebo my a jedine my z tých všetkých, ktorí odišli a ktorí ešte majú prísť, teraz žijeme a teda teraz nesieme zodpovednosť za udelené správcovstvo živočíšneho druhu, ktorého sme momentálnymi predstaviteľmi.“ (Arnold Toynbee, vid' Velké..., 1999, s. 616)

Vráťme sa od udržateľného životného štýlu k priestorovým kontextom architektúry. Pre globálnu situáciu (či zlepšenie na úrovni štátu, mesta) nie sú rozhodujúce „ostrovky pozitívnej deviácie“, ale podiel udržateľných (teda v prvom rade energeticky veľmi úsporných) budov na celom stavebnom fonde. Pár pasívnych rodinných domov jar neurobí, aj keď k jej nástupu môže pomôcť príkladom a ovplyvnením verejnej mienky. Musíme zmeniť charakter mesta, udržateľnosť posúvať na úroveň štvrte, sídla, regiónu. Inšpiráciou nám môže byť Freiburg, Solarcity Linz či štvrť Kronsberg v Hannoveri (vid' Základné obrysy udržateľného mesta). Efektívna architektúra je tu samozrejmosťou, rovnako ako dôraz na kvalitu prostredia a podmienky pre hromadnú či nemotorizovanú dopravu („mesto bez áut“ sa v západnej Európe nepovažuje za nerealistickú víziu), princípy udržateľnosti sa sledujú aj v materiálových tokoch od zásobovania po nakladanie s odpadmi. V rámci sídelnej štruktúry sa do popredia dostáva efektívnosť dopravných tokov a pri rozhodovaní o rozvoji či útlme sídiel nerozhoduje, ktoré polia vlastní starostov kamarát, ale dostupnosť komfortnej hromadnej dopravy k centráram služieb a zamestnanosti (samozrejme v súvisi so snahou o uspokojovanie základných potrieb na miestnej úrovni, o decentralizáciu a diverzifikáciu).

„Kruh udržateľnosti“ pre Melbourne

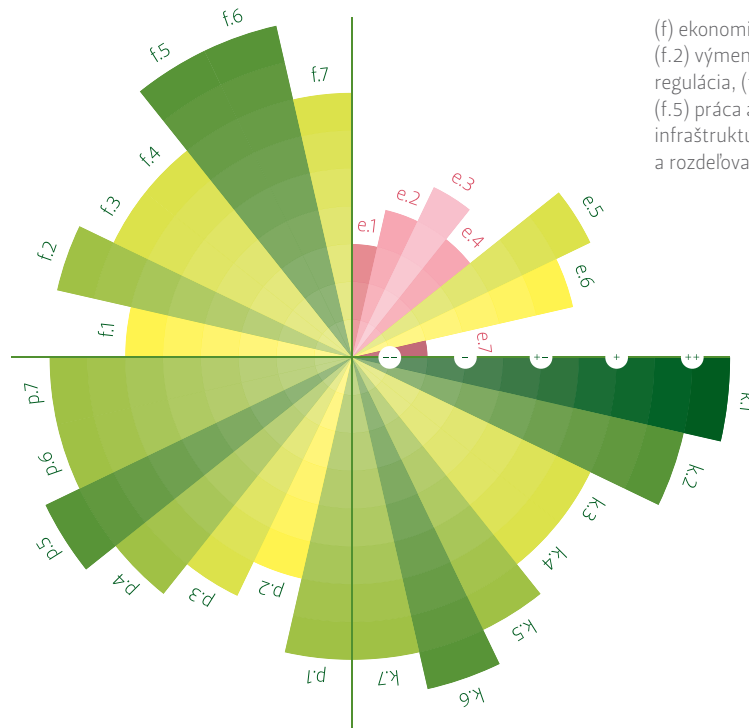
spracovaný v rámci programu OSN „Global compact cities“
(zdroj SaintGeorgeIV, WMC 2013)

(e) ekológia, (e.1) materiály a energie, (e.2) voda a vzduchflóra, (e.3) fauna, (e.4) bývanie, potrava, (e.5) miesto a priestor, (e.6) výstavba, sídla, (e.7) emisie a odpady

(k) kultúra, (k.1) zapojenie, identita, (k.2) rekreácia, tvorivosť, (k.3) pamäť a premietanie, (k.4) viera a význam, (k.5) rod, generácie, (k.6) skúmanie, vzdelávanie, (k.7) zdravie, kvalita života

(p) politika, (p.1) organizácia a riadenie, (p.2) právo a spravodlivosť, (p.3) komunikácia, hnutia, (p.4) zastupovanie, vyjednávanie, (p.5) bezpečnosť a súlad, (p.6) dialóg a urovnávanie, (p.7) etika a zodpovednosť

(f) ekonomika, (f.1) produkcia, zdroje, (f.2) výmena a prenos, (f.3) účtovanie, regulácia, (f.4) spotreba a využitie, (f.5) práca a prosperita, (f.6) technológia, infraštruktúra, (f.7) bohatstvo a rozdeľovanie



Základné obrysy udržateľného mesta



C.4

Pri úvahách nad udržateľnosťou architektúry by prvou otázkou malo byť umiestnenie stavby v systéme osídlenia. Ako sme už spomenuli (viď Objekt a kontext), je absurdné stavať niekde v „sídelnej kaši“ predmestí nízkoenergetické domy a potom minúť viac energie pri každodenných cestách autom do mesta než na celú prevádzku domu (o kvalite života tráveného v dopravných zápchach ani nehovoriac). Konkrétna lokalita sa do fungovania domu premietne svojou klímou, mikroklimatickými podmienkami ovplyvnenými terénom, okolím stavby, okolitou vegetáciou a zástavbou (zatienie, ochrana pred vetrom), možnou orientáciou presklených fasád domu a limitmi architektonického riešenia. Klímu si spravidla nemôžeme vybrať (mierna a v zime slnečná je ideálom), geomorfológia a ochrana pred vetrom sú pri tesných a dobre izolovaných objektoch menej dôležité. Pre bezprostredné okolie domu uprednostňujeme možnosť pasívneho využitia slnečnej energie (orientácia hlavnej fasády na juh, minimálne tienenie okolitými objektmi či prírodnými prvkami) a mikroklimu pozitívne ovplyvnenú zeleňou – to sú už „okrajové podmienky“, ktoré určujeme urbanistickým riešením sami.

Pokiaľ ide o formu bývania, samostatne stojaci rodinný dom je pre mnohých ideál, intimita bývania a blízky kontakt s prírodou sú v kontraste s hustou anonymnou zástavbou „starých“ miest a ich znečisteným prostredím. Jeho naplnenie, ktoré vedie k dezurbanizácii a budovaniu rozľahlých predmestí rodinných domov, nie je riešením problému – na okraji miest nám namiesto ich rekreačného a poľnohospodárskeho zázemia vznikajú amorfné „paneláky naležato“, ranné kolóny okolo miest sú samozrejmosťou, no bežné každodenné potreby ako nákupy či cesta detí do školy sú na rozľahlých predmestiach bez auta ťažko zvládnuteľné a my sa stávame závislými od toho najneefektívnejšieho spôsobu dopravy.

Zelený urbanizmus zatiaľ reprezentujú len jednotlivé štvrte, ale napríklad Kodaň si kladie za cieľ stať sa do roku 2025 CO₂-neutrálnym mestom...

Čo je riešením? V prvom rade treba zatriktívniť prostredie miest, aby sme z nich nemuseli utekať. Doplniť zeleň, bývanie v bytových domoch kvalitatívne priblížiť individuálnej výstavbe, ponúknuť aj bývanie v rodinných domoch v kompaktnej štruktúre, humanizovať prostredie tlmením dopravy, ponúknuť sociálne kvality: bezpečie, kontakty, identitu. Pre tých, ktorí aj tak dajú prednosť predmestiam či vidieku, treba ponúknuť efektívnejšie formy zástavby, skompaktne sidiel pre zachovanie pešej dostupnosti, pravidelne potrebné služby v dosahu a dostupnú komfortnú hromadnú dopravu k centráram osídlenia. Kompaktná zástavba je aj tu efektívnejšia z hľadiska dostupnosti miestnych centier a hromadnej dopravy, šetrenia územím, skrátenia komunikácií a inžinierskych sietí – hovoríme o „decentralizovanej koncentrácii“. Ďalším riešením pre zefektívnenie sústavy osídlenia je ponuka alternatívy ku každodennej dochádzke do práce – „teleworking“ či „homeworking“ znamená dopravovanie informácií (či malého množstva materiálu) miesto pracovníkov. Udržateľné bývanie v meste sa komfortom približuje bývaniu vo „vidieckych“ rodinných domoch, udržateľné bývanie na vidieku sa približuje „mestským“ intenzitám využitia územia (Pifko, 2008).

Princípy udržateľného mesta
ako ich naformuloval projekt EcoCity.
(zdroj EcoCity, 2005)

mesto integrované do globálnej komunikácie mesto s rovnováhou centralizácie a decentralizácie
mesto s vhodne koncentrovaným rozvojom mesto ako sieť mestských štvrtí mesto vyváženej polyfunkčnosti
mesto s minimálnym záberom pôdy mesto ľudskej mierky a urbanity mesto pre chodcov, cyklistov a verejnú dopravu
mesto zdravia, bezpečnosti a kvality života mesto krátkych vzdialeností mesto s minimalizovanou spotrebou energie
mesto redukujúce a recyklujúce odpad mesto prispievajúce k uzavretému vodnému cyklu mesto integrované do regiónu
mesto ako elektrárňou obnoviteľných energií mesto udržateľného životného štýlu mesto pre silnú miestnu ekonomiku
mesto primeraných hustôt mesto stavané a riadené s obyvateľmi mesto kultúrnej identity a sociálnej diverzity

Vízia udržateľného mesta

Syntéza týchto prístupov nás privádza k predstave úsporného, obytného, zdravého a spravodlivého mesta (či všeobecne sídla). Cieľom udržateľného rozvoja miest je zlepšenie kvality života ich obyvateľov (jednotlivcov, rodín, spoločenstiev, znevýhodnených ľudí, budúcich generácií obyvateľov) pri čo najskromnejšom čerpaní zdrojov (surovín, energie, ale aj územia mesta a ľudských zdrojov jeho zázemia) a čo najmenšom poškodzovaní prostredia (emisiami, odpadmi, zásahmi do prírody) – inšpiráciou je cyklické fungovanie stabilných prírodných ekosystémov v kontraste k lineárnemu fungovaniu dnešnej „technickej civilizácie“ Západu (Elkin, 1999).

Úsporné mesto efektívne využíva svoje zdroje (najmä energiu a krajinu), recykluje svoje odpady. Jeho kompaktná forma šetrí energiu na dopravu a kúrenie, ochrana stavebného fondu šetrí suroviny, recyklácia okrem toho vytvára nové pracovné príležitosti a ušetrená energia je sama zdrojom ďalších úspor (netreba budovať nové zdroje).

Obývatel'né mesto je mesto s vysokou kvalitou života, bohaté na sociálne kontakty, s rôznorodými, kvalitnými a dostupnými službami a vybavenosťou, so psychologickou identitou miesta, s množstvom zelene, bezpečné a menej závislé na automobilovej doprave (prednosť majú chodci, cyklisti a MHD). Treba zobytníť ulice, skludnením dopravy na nich vytvoriť priestor pre hry detí i sociálne kontakty dospelých, podporou sociálnej kontroly zvýšiť bezpečnosť. Výhodou kompaktnosti je pešia dostupnosť každodenných aktivít dostatočnej kvality (lacný nákup, bezpečná rekreácia). Funkčné zónovanie narušilo vitalitu miest a vzťah obyvateľov k ich prostrediu, obytnosť je spojenie bývania, obchodov, práce a hier. Potrebu prírody naplňajú tradičné i ekologické parky, mestské farmy, záhrady, miestne „divočiny“ – zeleň je srdcom obytnosti. Udržateľný rozvoj znamená aj stavanie na minulosti (identita, kontinuita), urbánnu estetiku, zachovanie ľudskej mierky výstavby a ochranu starého stavebného fondu.

Zdravé mesto je mesto so zdravým prostredím, spoločnosťou, ekonomikou – to všetko vplýva na zdravie ľudí. Treba zmenšiť znečistenie ovzdušia a vody, kontamináciu pôdy, nepriaznivé vplyvy dopravy (nielen smog a hluk, ale aj nehody a stres). Dobrý vzhľad prostredia prispieva k psychickej pohode rovnako ako dobré zamestnanie, možnosť spoluúčasti na riadení miestnych záležitostí a bezpečná sociálna klíma.

Spravodlivé mesto je mesto kompenzujúce znevýhodnenie niektorých skupín svojich obyvateľov. Rovnosť v kontexte udržateľného rozvoja znamená rovnakú dostupnosť (napríklad v meste dostupnosť služieb a pracovísk aj pre tých, ktorí nevlastnia osobný automobil, v zásobovaní cenovú prístupnosť zdravých potravín), zo zlepšovania podmienok bývania by mali mať prospech predovšetkým miestni obyvatelia.

Tieto princípy sme tu formulovali pre mesto, no obdobne sa musíme postaviť k celému sídelnému systému, predmestiam, vidieckemu osídleniu. Inšpiráciu môžeme hľadať aj v aktuálnych dokumentoch o udržateľnosti sídelného rozvoja (Istanbulská deklarácia, výstupy Európskych konferencií o udržateľných mestách, Princípy z Ahwahnee, Melbournská charta, Shenzenská deklarácia... (viď aj Pifko, 2007), v úvahách projektu EcoCity (EcoCity, 2005), víziách „mesta bez áut“ alebo v iniciatívach „Urban Village“ (Pifko, 1995).



V meste sa treba zaoberať aj kultúrno-historickou udržateľnosťou, obrazom mesta, pamäťou miesta – príkladom môže byť námestie v bývalej priemyselnej štvrti Tallinu či okrsok v „starom“ Frankfurtu. (foto H. Pifko)

Príklady udržateľných sídiel



Prístupy k tvorbe „zelených“ miest sa rôznia, ak však ostaneme v Európe a sústredíme sa na architektonickú rovinu riešení (nepúšťajúc zo zreteľa ostatné hľadiská – vid' najmä Aarlborskú chartu s následnými dokumentami a iniciatívy týkajúce sa indikátorov udržateľnosti sídelného rozvoja – Hudeková, 2003), v orientácii nám najlepšie pomôže pár príkladov udržateľných sídelných celkov (Pifko, 2008).

SolarCity Linz



Obytný súbor pre 12 000 obyvateľov v Linzi v štvrti Pichling je koncipovaný v zmysle požiadaviek udržateľného rozvoja: základom je realizácia všetkých budov v štandarde nízkoenergetického či pasívneho domu, uprednostnenie hromadnej dopravy a racionálne hospodárenie s vodou. Stredom obytnej zóny vedie trať rýchlej električky, ktorá spája štvrť s centrom mesta. Od hlavnej zastávky v lokálnom centre sa odvíja zástavba koncipovaná v siedmich radoch – tvorí ju zmes štvorpodlažných bytových domov a radových domov s mezonetovými bytmi, podporujúca (spolu s rôznymi vlastníckymi formami bytov) sociálnu pestrosť obyvateľstva.



Názov štvrte naznačuje, že využitie energie Slnka je hlavným motívom formovania štvrte – predpoklady pre pasívne využívanie slnečnej energie boli vytvorené už pri koncepcii regulačného plánu zóny. Vhodnou orientáciou zástavby (bez zatienu) môžeme znížiť energetickú náročnosť sídla až o 25 %, pri nízkoenergetických a pasívnych budovách aj viac (v pasívnych domoch môže pokryť pasívny solárny zisk až 30 % potreby tepla na vykurovanie). Takisto aktívne formy využívania solárnej energie na ohrev teplej úžitkovej vody slnečnými kolektormi a výrobu elektrickej energie fotovoltaičnými panelmi majú nezanedbateľný vplyv na celkovú energetickú bilanciu sídla.

Koncept štvrte vytvoril architekt Roland Reiner a na výstavbe sa zúčastnili aj svetoznáme architektonické kancelárie architektov sira Normana Fostera, Richarda Rogersa a Tomasa Herzoga. Vytvorili spolu koncepciu záhradného mesta s kompaktnou a prevažne južne orientovanou zástavbou dobre izolovaných domov – ich priemerná potreba tepla na vykurovanie je 44 kWh/(m²a) (teda úroveň slušného nízkoenergetického domu). Kvalitná vybavenosť a rekreačné zázemie (jazero, športoviská, dunajské luhy) znižujú „vynútenú mobilitu“, komunikácie v obytnom prostredí sú len pre chodcov a cyklistov. Dažďové vody vsakujú na mieste, alternatívne prístupy sa uplatnili aj v riešení kanalizácie a energiu pre štvrť dodáva (popri solárnych paneloch) spaľovanie biomasy – SolarCity je príkladom komplexného prístupu k udržateľnosti sídelného rozvoja (Pifko, 2010).

Štvrť SolarCity v Linzi

s potlačenou automobilovou dopravou ponúka rôzne orientácie budov.

(foto ©2013 TerraMetrics,
údaje máp ©2013 Google)

Domy v SolarCity sa obracajú k slnku

a formujú atraktívne mestské priestory bez rušivých vplyvov automobilovej dopravy.

(foto H. Pifko)

Centrum štvrte ponúka atraktívne priestory v exteriéri

„vymalovanom slnkom“ aj v svetlých interiéroch verejných priestoroch.

(foto H. Pifko)

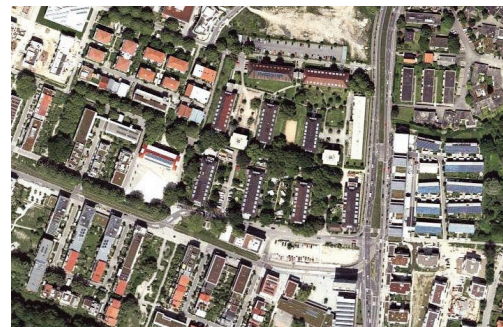


Freiburg – Vauban

V areáli bývalých „francúzskych“ kasární Vauban, kúsok od centra Freiburgu, vznikla nová obytná štvrť (urbanizmus: Kohlhoff und Kohlhoff). Môžeme tu hovoriť o „recyklovaní“ územia i budov: časť barakov je zrekonštruovaná a slúži ako internát, na ostatnom území vzniklo vyše dvetisíc bytov a šesťsto pracovných miest. Osou súboru je električková trať, ktorá spája nové obytné územie s centrom. Východiskom projektu bolo premiešanie práce s bývaním, ktoré umožňuje časti obyvateľov zamestnať sa blízko domova, preferencia MHD a pešej alebo cyklistickej dopravy (individuálna automobilová doprava je obmedzená, parkovanie obyvateľov je umožnené iba na okraji súboru v parkovacích domoch a s poplatkami tak, aby to ľudí odrádzalo od vlastníctva auta).

So „zelenými“ prístupmi súvisel aj spôsob projektovania súboru. V rámci navrhovania štvrte sa formovali stavebné skupiny pozostávajúce z 5 - 15 rodín, kooperatívne plánovanie medzi architektom a budúcim investorom viedlo k rozmanitosti riešení „šitých na mieru“ budúcim užívateľom aj v bytových domoch. Viaceré skupiny implementovali ekologické riešenia ako solárne systémy či zachytávanie dažďovej vody, účasť na návrhu a výstavbe viedla k vzniku pozitívneho vzťahu obyvateľov k sídlu. Vyrástol tu jeden z prvých pasívnych bytových domov v Nemecku (wohen&arbeiten) s uplatnením všetkých typov solárnych systémov, malou kogeneračnou jednotkou, vákuovými toaletami, bioplynovou stanicou a v neposlednom rade s bytmi individuálne projektovanými v spolupráci s budúcimi užívateľmi (každé podlažie je iné a časť bytov zahŕňa „domáce pracovisko“).

Najznámejším okrskom štvrte je Schmieberg: 58 „plusových“ domov vyprodukuje vďaka fotovoltickým modulom (tvoriacim všetky strechy) za rok viac elektrickej energie, než ročne spotrebujú všetky domy okrsku – prebytok je predávaný do verejnej siete. K udržateľnému riešeniu prispieva aj výber „ekologických“ stavebných materiálov, napríklad dreva dostupného v regióne či prírodne odbúrateľných materiálov. Samozrejmosťou je dosiahnutie štandardu pasívneho domu, jednotlivé radové rodinné či málopodlažné bytové domy sú spravidla orientované na juh, na vykurovanie potrebujú len 11 až 14 kWh/(m²a). Tento okrsek štvrte Vauban demonštruje realizovateľnosť sídla s pozitívnou energetickou bilanciou a naznačuje smer, ktorým sa bude stavebníctvo uberať v blízkej budúcnosti: dobre izolované efektívne domy sú kombinované so získavaním energie z obnoviteľných zdrojov priamo na mieste stavby. (Vauban, 2013)



Časť štvrte Freiburg – Vauban

s pestrou štruktúrou rôznych typov bývania.
(foto ©2013 TerraMetrics,
údaje máp ©2013 Google)

Pohľad na Schmieberg zhora

ukazuje, že väčšinu jeho strešných
plôch tvoria fotovoltické panely.
(foto ©2013 TerraMetrics,
údaje máp ©2013 Google)

• Okrsek Schmieberg

vyzerá z horizontu chodca „civilne“,
no je to výkonná solárna elektráreň.
(foto Claire7373, WMC, 2013)

• Útulné pešie uličky

vytvárajú vo Vaubane atraktívne prostredie.
(foto Claire7373, WMC, 2013)



Hannover - Kronsberg



Táto štvrť vznikla pri príležitosti svetovej výstavy EXPO 2000 (ideový projekt: Hendrik Welp), stala sa vlastne výstavným exponátom a pri jej plánovaní boli využité najnovšie postupy ekologickej optimalizácie výstavby a bývania, vrátane sociálnych a urbanistických hľadísk. Výsledkom je energeticky nenáročný súbor s nadpriemernou kvalitou bývania, s dobrou dostupnosťou, s prírodou blízkou koncepciou zelene a verejných plôch, ktorý sa stále rozvíja – dnes v ňom býva vyše 15 000 obyvateľov. Jeho princípy vychádzajú z Agendy 21: udržateľný územný rozvoj zameraný na hospodárne využívanie územia, efektívne systémy zásobovania energiou, podpora nemotorizovanej a hromadnej dopravy, výstavba ohľaduplná k prostrediu, šetrenie zdrojmi, podpora verejného povedomia obyvateľov. Ambicióznym cieľom bolo zníženie emisii CO₂ zo súboru o viac než polovicu oproti nemeckému priemeru.

Energetická (ne)náročnosť súboru bola v mnohom ovplyvnená formou, charakterom a intenzitou zástavby – rozumný koncept šetrí prevádzkové náklady bez investícií „navyš“. Pravidelný štvorcový raster štvrte vytvára rámec pre málopodlažné bytové domy a radové rodinné domy v hustej zástavbe, ktorá zdôrazňuje mestský charakter územia. Lokálne centrum so zdravotným strediskom, kostolom a službami umožní uspokojovanie každodenných potrieb na miestnej úrovni a ponuka pracovných miest v bezprostrednej blízkosti minimalizuje dochádzku do zamestnania. Rôzne formy bývania a typy bytov vytvorili predpoklady na prirodzenú a rôznorodú sociálnu skladbu.



Racionálna štruktúra štvrte Hannover – Kronsberg sa stále rozvíja a dopĺňa.
(foto ©2013 TerraMetrics, údaje máp ©2013 Google)

Pasívne domy v okrsku Lummerlund sú investične nenáročným riešením.
(foto H. Pířko)

Zelené polosúkromné priestory ... medzi málopodlažnými bytovými domami formujú príjemné prostredie.
(foto H. Pířko)



K udržateľnosti riešenia prispieva aj dopravný koncept súboru, ktorého základ tvorí moderná električková trať do centra Hannoveru, vybudovaná zároveň s obytným súborom. Zástavky sú umiestnené v pešej dochádzkovej vzdialenosti pre všetkých obyvateľov, ulice v súbore sú navrhnuté so skludnenou dopravou a vzhľadom na programové uprednostňovanie hromadnej, pešej a cyklistickej dopravy je tu o pätinu menej parkovacích miest než bytov.

V hodnotení tejto výstavby počas cyklu jej životnosti je dôležitý aj fakt, že sa podarilo minimalizovať vznik stavebného odpadu organizačnými opatreniami a využitím recyklovateľných či v prírode rozložiteľných materiálov. Pôda z výkopov sa využila na mieste na terénne úpravy. Samozrejmosťou je separovaný zber komunálneho odpadu a spracovanie biologicky odstrániteľného odpadu na mieste, zachytávanie dažďovej vody v území bráni narušeniu hydrologických pomerov a zlepšuje mikroklímu. Úsporné armatúry napomáhajú šetreniu pitnej vody v domácnostiach. Štvrť Kronsberg je v prevádzke už vyše desaťročia a preukazuje efektívnosť, dostupnosť i atraktivnosť komplexného prístupu k urbanistickému a architektonickému riešeniu v zmysle požiadaviek udržateľného rozvoja. (Kronsberg, 2013)

Každý okrsok štvrte má inú architektúru,
domy sú nízkoenergetické alebo pasívne.
(foto H. Pifko)



Decentralizácia infraštruktúry

PM

Vízia integrálneho energetického fungovania urbánnych fragmentov miest možno nie je až tak vzdialená dnešnej realite. Urbanistické zóny, či mestské štvrte, v ktorých je rozhodujúcou komplexná energetická efektívnosť celku, sa postupne dostávajú nielen do programu mnohých medzinárodných konferencií, ale aj do strategických dokumentov Európskej únie. Energeticky kooperujúce mestské štvrte predstavujú jednu z možných odpovedí na udržateľné fungovanie mesta – nové alebo obnovené časti miest s vyšším potenciálom získavania energie z obnoviteľných zdrojov môžu energeticky dotovať staršie (pamiatkovo chránené) historické zóny.

Technológia získavania energie z obnoviteľných zdrojov stále intenzívnejšie preniká do súčasnej architektonickej reality. Fotovoltiku a termálne solárne kolektory na trhu už bežne ponúkajú obchodníci so strešnou krytinou. Čoraz častejšie individuálne, ojedinele i kolektívne, využívanie solárnej energie na pokrytie energetickej potreby budov, môžeme považovať prinajmenšom za vzdialený prejav európskych snáh a stratégií o udržateľnosť (viď Stratégia Európa 2020).

C.1

Väčšie mestá s inteligentnou urbanistickou víziou majú vypracované verejne dostupné solárne katastre. Takéto on-line dokumenty zobrazujú solárny fotovoltaický a/alebo termický potenciál určitých území mesta, či priamo konkrétnych budov (striech) – príklad je na obrázku. Poskytujú tak obyvateľom, developerom a investorom orientačný odhad možných solárnych ziskov, čím ešte viac podnecujú k využívaniu obnoviteľných energetických zdrojov.

Z technického hľadiska je v súčasnosti za najslabší článok systému označované ukladanie získanej energie (najmä elektrickej). Teoretické i praktické možnosti bojujú s nízkou mierou efektívnosti a rýchlou degradáciou uskladňovanej energie. Dosiaľ najrozšírenejší model uskladňovania elektrickej energie je založený na odvádzaní získaných energetických prebytkov do jestvujúcej elektrickej siete, kde ostávajú akoby uložené. Keď energetický dopyt v danom objekte prekročí aktuálne možnosti získania elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov (napr. noc, zamračený deň), odoberá ju z verejnej elektrickej siete (väčšinou ide o predaj a nákup elektriny cez obojsmerný elektromer; často je vplyvom dotácií značný rozdiel v cene). Takýto systém síce z hľadiska jedného objektu môže pôsobiť logicky a najmä efektívne, pretože do siete uložená energia napohľad nedegraduje, nie je to však celkom tak. Energia z fotovoltiky, vložená do siete, je pochopiteľne nárazová a pri väčšom množstve spôsobuje výkyvy, na ktoré musí potom reagovať prevádzkovateľ siete skratovaním nadbytkov. Takto sa síce obnoviteľná energia dostane do siete, má však za následok degradáciu už z iného zdroja vyprodukovanej elektriny.

Smart Grid – inteligentná sieť

Memorandum, ktoré vzišlo z berlínskej konferencie Städtische Energien – Zukunftsaufgaben der Städte (BMVBS, 2012), prináša komplexný a rozhodný názor na udržateľnosť miest. Okrem mnohých ďalších aspektov, na ktoré vyzýva zamerať sa, vyzdvihuje ako jednu zo štyroch veľkých úloh miest v budúcnosti technologickú obnovu technickej infraštruktúry miest. Žiada vytvorenie kooperatívne fungujúcich inteligentných energetických sietí – Smart Grid / Smart Infrastructure.



On-line kataster solárneho potenciálu
(Viedeň) s informatívnymi údajmi
potenciálu jednotlivých budov.
(Umweltgut, 2013)

C.6

Zásobovanie vodou a odvodnenie, zásobovanie energiou a teplom, doprava a mobilita sa postupne musia stať decentralizovane spravovanými, ale zároveň prepojenými (zosieťovanými) systémami. Tak umožnia viacnásobné využívanie získanej energie a sú závažnejšími aj pre obyvateľov. Prebytky energie jedného užívateľa sa stávajú energetickými zdrojmi pre iného. (BMVBS, 2012)

Konceptuálne plánovanie miest musí zahŕňať okrem sociálnych a ekonomických aspektov predovšetkým energetické a klimatické hľadiská, musí definovať potenciály efektívnosti a podporovať produkciu energie priamo v mestských štruktúrach a hľadať možnosti jej ukladania. (BMVBS, 2012)

Budovy sa musia zmeniť zo spotrebiteľa na producenta energie, pričom rozhodujúcim faktorom nebude energetická úspornosť jednotlivých objektov, ale sumárna energetická efektívnosť mestských štvrtí (resp. jednotlivých urbánnych fragmentov).

Vybudovanie lokálnych obnoviteľných zdrojov energie s rôznou mierou granulácie v danom území zabezpečí rozmanitosť energetických zdrojov a ich stabilnejšiu konfiguráciu. Moderné technológie umožňujú optimalizáciu tokov a prepojenie (zosieťovanie) jednotlivých energetických systémov. Inteligentné riadiace systémy môžu rozhodovať o aktuálnom využívaní získavanej energie a prioritizovať procesy podľa ich energetickej náročnosti a priebežných energetických ziskov. Koncepty nabíjania batérií elektromobilov počas dňa a spätné využívanie energie z nich v noci pre napájanie domov sa postupne dostávajú ako bežný produkt na svetové trhy. Cieľom je narábať so získanou energiou v reálnom čase a s čo najvyššou mierou efektívnosti.

Stratégia Európa 2020 definuje sedem hlavných iniciatív pre napĺňanie stanovených európskych cieľov. Hlavná iniciatíva – *Európa efektívne využívajúca zdroje* – je zameraná na modernizáciu európskych sietí a podporuje vytvorenie inteligentných sietí prepájajúcich zdroje obnoviteľnej energie do európskej *supersiete* (Európska komisia, 2010). Lokálne relatívne nezávislé energeticko-informačné siete by v tomto kontexte mali predstavovať základné kompozičné jednotky, ktoré zabezpečujú *využívanie lokálnych energetických zdrojov priamo v mieste spotreby*. Možnosť koordinovať medzisieťové energetické toky v širšom kontexte by zabezpečilo potrebnú stabilitu a pružnosť systému.

Zameranie sa na získavanie energie z obnoviteľných zdrojov priamo v mieste spotreby alebo v blízkom okolí a transformácia budov zo spotrebiteľov energie na producentov, so sebou prinesie zmeny vo výraze mesta a azda i novú estetickú paradigmu. Je potrebné sa na tieto zmeny z architektonického hľadiska pripraviť. Je však nevyhnutné paralelne sa zamerať na kultúrnu udržateľnosť a identitu miest. Kultúra stavieb je dôležitým kvalitatívnym faktorom lokality. (Európska komisia, 2010) Z hľadiska nájdania správnej rovnováhy medzi hustotou, otvorenosťou a funkčnou náplňou, ale rovnako i medzi mestom a jeho okolím, je potrebné skúmať možnosti územného plánovania a definovať účinné nástroje na rozvoj urbánnych celkov vo vedomí, že pre komplexnú efektívnosť a udržateľnosť miest nie sú rozhodujúce jednotlivé stavby, ale urbanistické celky, ktoré sú nimi tvorené.



Elektrický roadster Tesla
„tankuje“ v kalifornskej garáži.
(foto S. Jurvetson, WMC, 2013)

Integrované plánovanie/projektovanie



Integrované environmentálne navrhovanie (Integrated Environmental Design, IED) je spôsob navrhovania stavieb, pri ktorom návrhový tím pristupuje k procesu tvorby budovy s ohľadom na celý jej životný cyklus.

Proces dizajn / tvorba / návrh je vnímaný ako proces, ktorý sa rieši opakujúcimi sa kreatívnymi - kritickými - analytickými prístupmi k riešeniu. Cieľom multidisciplinárneho tímu je vyvinúť taký návrh budovy, ktorý splní vysoké požiadavky na trvalú udržateľnosť stavby. Doterajšie procesy navrhovania sú viac lineárne. Pri IED je proces cyklický a preto pracujú rôzne profesie už v počiatočnej fáze na návrhu spoločne v integrovaných návrhových tímoch. IED môže byť posudzovaný ako systém riadenia kvality, ktorý podporuje rozhodovací proces s ohľadom na ciele projektu.

Koncept IED sa týka taktiež technických riešení, ktoré sú prednostne integrované do tvaru a štruktúry budovy – to sa týka najmä pasívnych princípov využívania slnečného žiarenia. Kvalita vnútorného vzduchu, vizuálny/svetelný komfort a potreba energie na vykurovanie / chladenie sú vo významnej miere ovplyvnené pasívnymi princípmi návrhu budovy, vrátane geometrie a vlastností materiálov, pasívnych slnečných ziskov, izolácie obálky budovy, tepelnej a vlhkostnej kapacity, a pod.

Technické zariadenia budovy dopĺňajú kvalitu pasívnych princípov budovy a predstavujú aktívne princípy, keďže závisia na vonkajších dodávkach energie. **V integrovanom environmentálnom navrhovaní je návrhový proces zameraný v prvom rade na dosiahnutie vysokého komfortu a nízkej spotreby energie najmä integráciou pasívnych princípov, čím sa dosahuje vysoká energetická efektívnosť stavby, a následne je doplnený čo najjednoduchším a najefektívnejším technickým systémom.** Čím viac bude architektonický návrh zohľadňovať a využívať slnečnú energiu pri návrhu tvaru, fasády, osvetlenia, ďalej prirodzený spôsob vetrania, použité materiály, o to menej energie bude potrebné dodávať na prevádzku budovy.

IED je založený na spolupráci medzi zúčastnenými stranami (klient, architekt a ostatní špecialisti a konzultanti, realizátor až užívateľa) od počiatku procesu návrhu až po realizáciu s cieľom dosiahnuť vysoké energetické, ekonomické a environmentálne ambície. Pri dosahovaní týchto ambícií sú uprednostňované integrované riešenia a pasívne princípy, pred aktívnymi systémami.

Nutnosť vysporiadať sa s aktuálnou požiadavkou stavať budovy s takmer nulovou spotrebou energie (NZEB) vyvoláva dokonca silnejšiu potrebu integrovaného environmentálneho navrhovania, pričom by bolo vhodné zahrnúť ešte širšie spektrum environmentálnych tém. Vzhľadom na to, že požiadavka EÚ na NZEB (nearly zero energy building) v roku 2020 je založená aj na snahe zmierňovať klimatické zmeny, je potrebné rámec rozšíriť zo znižovania spotreby energie v budovách na znižovaní všetkých vplyvov, ktoré spôsobujú emisie skleníkových plynov.

Kvalita vnútorného vzduchu a znižovanie škodlivých látok, zodpovedné využívanie prírodných zdrojov, biodiverzita a ekologická doprava sú príklady ukazovateľov sledované aj v environmentálnych schémach zelených budov.

Tieto schémy môžu pomôcť definovať environmentálne ciele a predkladať opatrenia na zníženie emisií skleníkových plynov do jasných a merateľných

cieľov pre projektovanie stavieb. Zložitosť týchto cieľov však vyžaduje integrované navrhovanie s dôrazom na vyššiu potrebu interdisciplinárneho prístupu.

IED proces je založený na posune v prístupe vo veľmi skorých štádiách navrhovania a na overenom prístupe, že zmeny a zlepšenia dizajnu sú pomerne jednoduché na začiatku procesu návrhu, ale stávajú sa stále zložitejšími a rušivejšími v ďalšom procese. Zmeny alebo vylepšenia pri návrhu, kedy sú už základy hotové, alebo je stavba dokonca už v procese realizácie, budú pravdepodobne veľmi nákladné a veľmi narušia proces výstavby. Neskoré pokusy zlepšenia pravdepodobne prinesú len mierne zlepšenie výsledku.

Projektovanie na základe dobrých odborných vedomostí umožňuje dosiahnuť v budove veľmi nízku spotrebu energie a zníženie prevádzkových nákladov pri veľmi nízkych dodatočných investičných nákladoch. Vzhľadom na celý životný cyklus budovy sú prevádzkové náklady vyššie ako konštrukčné a rekonštrukčné náklady.

Skúsenosti z projektov stavieb s využitím IED ukazujú, že investičné náklady môžu byť cca o 5 % vyššie, ale ročné prevádzkové náklady budú znížené o 40 - 90 %. IED teda podporuje, že náročnosť budov by mala byť hodnotená v perspektíve životného cyklu, a to pokiaľ ide o náklady (LCC) ako aj vplyve na životné prostredie (LCA).

Hlavné výhody

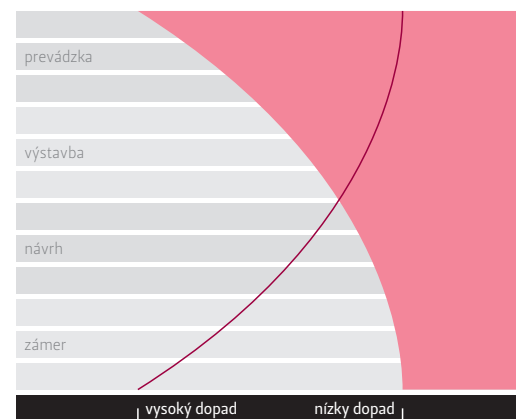
- Väčšia spokojnosť užívateľov a vyššia produktivita zamestnancov
- Optimalizované vnútorné prostredie
- Vyššia energetická hospodárnosť budovy
- Nižšie prevádzkové náklady
- Znížené množstvo zabudovaného uhlíka
- Menej konštrukčných chýb
- Väčšia zainteresovanosť užívateľa
- Vyššia hodnota budovy

Hlavné prekážky

- Konvenčné myslenie (a nedostatok pochopenia toho, čo integrované environmentálne navrhovanie zahŕňa – stavebný sektor je pomalý v prijímaní nových spôsobov práce a IED požaduje rozhodovacie procesy a projektové metódy, ktoré menia zaužívané zvyklosti a vyžadujú vysokú schopnosť spolupráce)
- Zdanlivo vysoké náklady na proces prípravy stavby
- Časové obmedzenia v počiatočnej fáze návrhu
- Nedostatok znalostí o procesoch integrovaného návrhu
- Neschopnosť komunikácie a hľadania kompromisov medzi členmi tímu

Holistické navrhovanie

Holistický (čiže „celostný“) návrh býval kedysi synonymom integrovaného projektovania, dnes sa však ten termín posúva skôr do roviny „tmavozelených“ prístupov k architektonickej tvorbe a do roviny skôr duchovnej než technickej...



Rané fázy návrhu

poskytujú príležitosť významne ovplyvniť výsledný štandard budovy. (zdroj MaTriD)

klesajúci vplyv na efektívnosť
nárast nákladov

Text vznikol v rámci realizácie projektu MaTriD, ktorý sa uskutočňuje s podporou programu Inteligentná energia – Európa. (spolupráca L. Šimkovicová)

Udržateľnosť – technické a právne predpisy

AO

Súčasnú chápanie pojmu udržateľného rozvoja a jeho globálneho etablovania sa začalo prijatím správy Naša spoločná budúcnosť (Our Common Future) Valným zhromaždením OSN v roku 1987 (WCED, 1987), pričom táto správa obsahuje aj definíciu, ktorá je najčastejšie používaná a hovorí, že „udržateľný rozvoj je taký rozvoj, ktorý umožňuje uspokojovanie potreby súčasných generácií bez ohrozenia možnosti budúcich generácií zabezpečiť ich vlastné potreby“ a „proces, v ktorom využívanie zdrojov, smerovanie investícií, orientácia technologického rozvoja a inštitucionálne zmeny sú všetky vo vzájomnej harmónii a podporujú tak súčasný ako aj budúci potenciál naplňovať ľudské potreby a nároky“ (Národná stratégia..., 2000).

Ku koncu deväťdesiatych rokov dvadsiateho storočia sa z terminológie udržateľného rozvoja spoločnosti začínajú odvodzovať požiadavky na výstavbu a objavujú sa pojmy udržateľnej výstavby. Pri Slovenskom ústave technickej normalizácie existuje už niekoľko rokov technická komisia TK 112 Trvalá udržateľnosť výstavby (Sustainability of construction Works). Jej pôsobnosť je vymedzená na normalizáciu v oblasti posudzovania aspektov udržateľnosti nových a existujúcich stavieb aj z pohľadu udržateľnosti celého procesu výstavby. Činnosť odzrkadľuje aktivity CEN/TC 350 Sustainability of construction works, ktorá spracúva normalizované metódy na posudzovanie aspektov udržateľnosti nových a existujúcich stavieb, ako aj normy na environmentálne deklarácie stavebných výrobkov. Zahŕnuté sú aj aspekty týkajúce sa zdravia a komfortu, ako aj nákladov životného cyklu budov.

Základné požiadavky na stavby, ktoré sú definované a v súčasnosti zavedené do právneho systému zákonom č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon), sa prijatím Nariadenia EP a Rady (EÚ) č. 305/2011 z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS, rozširujú o novú požiadavku udržateľného využívania prírodných zdrojov. Každá stavba musí od 1. júla 2013 v súlade s uvedeným nariadením spĺňať základné požiadavky na stavby podľa Prílohy I, ktorými sú:

- mechanická odolnosť a stabilita
- bezpečnosť v prípade požiaru
- hygiena, zdravie a životné prostredie
- bezpečnosť a prístupnosť pri používaní
- ochrana proti hluku
- energetická hospodárnosť a udržiavanie tepla
- udržateľné využívanie prírodných zdrojov.

Siedma požiadavka na stavby, udržateľné využívanie prírodných zdrojov, bude podporená súborom noriem, ktoré má pripraviť CEN a ktoré sa následne zavedú aj do našej sústavy technických noriem.

Stavby musia byť podľa tejto základnej požiadavky navrhované a zdemolované tak, aby bolo využívanie prírodných zdrojov udržateľné a aby sa zabezpečilo najmä:

- opakované použitie alebo recyklovateľnosť stavieb, ich materiálov a častí po demoláciách
- trvanlivosť stavieb
- používanie ekologických surovín a druhotných materiálov v stavbách.

Udržateľná výstavba by mala byť predovšetkým ohľaduplná k životnému prostrediu a šetriť prírodné zdroje. Pri jej realizácii by sa mali používať ekologické stavebné materiály, ktorých výroba bola energeticky úsporná a úsporná by mala byť aj spotreba surovín. Takto postavené budovy by mali mať nízke náklady na energiu a prevádzku ale zároveň musia byť pohodlné a zdravé pre užívateľa.

Ďalším kritériom je ich optimálne zasadenie do sociálno-kultúrneho prostredia (výber pozemku, zaťaženie životného prostredia, kvalita vnútorného prostredia, sociálne aspekty atď.). Pri ich posudzovaní sa používa niekoľko hodnotiacich metód (napr. BREEAM, LEED) založených na technických normách pričom sa hodnotí niekoľko kategórií, oblastí alebo ukazovateľov. Na Slovensku nemáme veľa budov, ktoré by sa mohli pochváliť takýmto prívlastkom. Takže ide skôr o výzvu, aby sa takéto stavby stali súčasnými trendmi vo výstavbe.

Šiestou zo základných požiadaviek na stavby je energetická hospodárnosť, nesporne tiež súvisiaca s udržateľnosťou (viď napr. Sternová, 2012, Ohradzanská, 2013). V slovenských právnych predpisoch sa jej týkajú Smernica č. 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov, Zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a Zákon č. 300/2012 Z. z. , Vyhláška MVRR SR č. 364/2012 Z. z. (311/2009 Z. z.) , Zákon č. 314/2012 o pravidelnej kontrole vykurovacích sústav a klimatizačných systémov (17/2007 Z. z.), Zákon č. 476/2008 Z. z. o energetickej efektívnosti a v neposlednom rade Smernica č. 2012/27/EÚ. Spomenúť treba ešte Nariadenie č. 305/2011, ktoré stanovuje podmienky uvádzania stavebných výrobkov (SV) na trh stanovením harmonizovaných pravidiel týkajúcich sa spôsobu vyjadrenia parametrov podstatných vlastností SV a používania označenia CE (v prílohách sú základné požiadavky na stavby, postup na prijatie európskeho hodnotiaceho dokumentu (európske technické posúdenie TO), vyhlásenie o parametroch, výrobkové oblasti (35) a požiadavky na orgány technického posudzovania a posudzovanie a overovanie nemennosti parametrov).

V minulosti sa téma energetickej hospodárnosti budov týkala najmä energetických certifikácií (príprava odborne spôsobilých osôb pre jednotlivé miesta spotreby energie v budove na energetickú certifikáciu (celkom cca 360), od roku 2008 je vykonávaná povinná energetická certifikácia nových budov, budov po významnej obnove, pri predaji a prenájme budov, bola prijatá Konceptia energetickej hospodárnosti budov do roku 2010 s výhľadom do roku 2020 a od roku 2010 sú evidované energetické certifikáty v IS INFOREG – každý rok cca 10 – 11 tisíc).

Smernica č. 2010/31/EÚ prináša nové požiadavky:

- Spoločný rámec pre metodiku výpočtu energetickej hospodárnosti budov (EHB)
- Minimálne požiadavky na EH nových
- Minimálne požiadavky na EH - existujúcich budov, jednotiek budov a prvkov významne obnovovaných budov,
- prvkov budov, ktoré sú súčasťou obalových konštrukcií budov po obnove/náhrade,
- technických systémov budov vždy, keď sa zabudujú alebo nahrádzajú alebo modernizujú

- Národný plán na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou spotrebou energie
- Energetická certifikácia budov alebo jednotiek budov
- Pravidelná kontrola vykurovacích a klimatizačných systémov v budovách
- Nezávislé systémy kontroly EC a správ z kontroly

Energetická hospodárnosť je „množstvo energie potrebnej na splnenie všetkých energetických potrieb súvisiacich s normalizovaným užívaním budovy“. Hodnotenie sa uskutočňuje pre každé miesto spotreby energie v budove a každý energetický nosič, energiu treba na vykurovanie a prípravu teplej vody, na chladenie a vetranie a na osvetlenie. Určuje sa výpočtom alebo výpočtom s použitím nameranej spotreby a vyjadruje sa v číselných ukazovateľoch potreby energie v budove a primárnej energie.

Kategória budov	Nízkoenergetické	Ultranízkoenergetické	Takmer nulové
Rodinné domy	81,4	40,7	20,4
Bytové domy	50,0	25,0	12,5
Administratíva	53,5	26,8	13,4
Budovy škôl	53,2	26,6	13,3
Budovy nemocníc	66,3	33,2	16,6
Budovy hotelov	67,4	33,7	16,9
Športové haly	63,0	31,5	15,8

Energetická hospodárnosť budov:
normalizované, odporúčané a cieľové odporúčané hodnoty mernej potreby tepla na vykurovanie zodpovedajú nízkoenergetickým, ultranízkoenergetickým a takmer nulovým domom. (podľa STN 73 0540-2:2012)

Pokiaľ ide o klimatické a vnútorné podmienky, na hodnotenie potreby energie sa použijú údaje o polohe, orientácii a vplyve vonkajších klimatických podmienok na vnútorné prostredie budovy. Projektové hodnotenie sa robí podľa STN 73 0540-2:2012, prevádzkové hodnotenie využíva údaje získane v mieste spotreby. Obnoviteľné zdroje pri tamer nulových budovách majú byť využívané vo vnútorných priestoroch ohraničených hranicami budovy, na hranici budovy (ak sú pevne spojené so stavbou) alebo mimo hranice budovy v nevykurovaných priestoroch, no na pozemku užívanom s budovou.

Energetická certifikácia (§ 5 zákona) je povinná pri predaji či prenájme a pre budovy s viac ako 500 m² celkovej podlahovej plochy, ktorú užíva orgán verejnej moci a verejnosť ju často navštevuje (od júna 2015: viac ako 250 m²), robí sa po dokončení novej budovy alebo významnej obnovy existujúcej budovy (viď Energetická náročnosť budov a jej hodnotenie). Nová vyhláška priniesla viacero zmien:

B.9

- hodnotenie a preukázanie splnenia požiadaviek sa týka budov, ale aj prvkov tvoriacich časti budov
- globálny ukazovateľ celková dodaná energia sa mení na primárnu energiu
- hodnotí sa vplyv obnoviteľných zdrojov energie na celkovú dodanú energiu do budovy
- menili sa niektoré faktory primárnej energie
- mení sa vzor energetického certifikátu
- spresňuje sa obsah správy k energetickému certifikátu.

Budovy s takmer nulovou potrebou energie sú azda najviac diskutovanou témou. Mali by nimi byť všetky nové budovy, v ktorých sídlia a ktoré vlastní orgány verejnej moci (po 31. decembri 2018) a od 31. decembra 2020 všetky nové budovy. Napomôcť tomu má Národný plán na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou potrebou energie, ktorého prvý návrh bol publikovaný začiatkom roka 2013. Určuje priebežné ciele na rok 2015, informácie o politikách a opatreniach, vrátane podrobností o národných požiadavkách využívania energie z obnoviteľných zdrojov v budovách a podporu transformácie obnovovaných budov na budovy s takmer nulovou potrebou energie. Priebežné ciele sú už jasné:

- nízkoenergetická úroveň výstavby pre nové aj obnovované budovy od 2013 – horná hranica triedy B
- ultranízkoenergetická úroveň výstavby pre všetky nové budovy po 2015 – horná hranica triedy A1
- energetická úroveň budov s takmer nulovou potrebou energie pre nové budovy po 2020 (pre nové budovy, ktoré užívajú a vlastní orgány verejnej moci po 2018) – horná hranica triedy A0

Sprísňovanie požiadaviek na tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií sa už dostalo do aktualizovanej normy, pripravuje sa nezávislý systém kontroly EC (odborne spôsobilých osôb aj vlastníkov) – kontrolovať sa bude významné % ročne vydávaných EC niekoľkými spôsobmi – aj úplnou kontrolou vstupných údajov o budove, úplným overením výsledkov vrátane poskytnutého odporúčania a kontrolou na mieste.

Na záver spomeňme ešte požiadavky smernice č. 2012/27/EÚ:

- Dlhodobá stratégia investícií do obnovy fondu budov
- prehľad fondu budov
- nákladovo efektívne opatrenia
- podpora nákladovo efektívnej obnovy
- usmerňovanie investičných rozhodnutí
- odhad očakávaných úspor

- Vzorová úloha „verejných budov“:
- obnova 3 % celkovej podlahovej plochy budov nad 500 m² (od polovice roku 2015 nad 250 m²), ktoré nespĺňajú minimálne požiadavky na EHB – nevzťahuje sa to na budovy historicky chránené, ozbrojených síl, určené na bohoslužby...)
- zoznam budov (podlahová plocha, údaje EHB)
- alternatívny prístup (opatrenia na zmenu správania užívateľov)

Udržateľnosť a energetická hospodárnosť budov sú oblasti, ktoré sa dynamicky vyvíjajú – o pár mesiacov tu určite budú nové právne predpisy, ktoré budú do tejto oblasti zasahovať. Aktuálne predpisy o tejto problematike však vždy nájdete na stránkach Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky.

Trvalá udržateľnosť stavieb v technických normách



Technická normalizácia je jedným z dôležitých činiteľov, ktoré určujú všeobecnú technickú a kultúrnu úroveň spoločnosti. V oblasti výstavby sa týka všetkých procesov od návrhu konštrukcie, posúdenia navrhnutých stavieb, cez stavebné práce, posudzovanie vhodnosti výrobkov na použitie, posudzovanie existujúcich konštrukcií, návrh obnovy konštrukcií až po použitie materiálov po demolácii a recyklácii.

Normy ako dobrovolné technické špecifikácie dostupné verejnosti, spracované na základe konsenzu zainteresovaných skupín a schválené uznaným orgánom, ponúkajú výhody, ktoré možno zhrnúť do nasledujúcich bodov:

- zabezpečiť vhodnosť pre daný účel,
- vytvoriť / kodifikovať najlepšiu prax,
- znížiť rôznorodosť a eliminovať straty,
- vytvoriť kompatibilitu a vzájomnú zameniteľnosť,
- vytvoriť samoreguláciu trhom,
- chrániť bezpečnosť a zdravie obyvateľstva,
- chrániť životné prostredie.

Vzhľadom na fakt, že budovy, zastavané prostredie a súvisiaca infraštruktúra spotrebúvajú odhadom 50 % materiálov pochádzajúcich zo zemskej kôry a predstavujú sektor, ktorý spotrebuje takmer polovicu využívanej primárnej energie, generuje okolo 40 % emisií skleníkových plynov a odpad pochádzajúci zo stavebných materiálov tvorí asi 25 % celkového vyprodukovaného odpadu, je veľmi dôležité analyzovať vlastnosti stavieb z pohľadu udržateľnosti a všetky aspekty objektívne posudzovať.

Aby sa posúdila budova/stavba integrovaným spôsobom je potrebné posudzovať ju ako celok s požadovanými funkciami a charakteristikami. Počas svojho životného cyklu (počítajúc aj ťažbu suroviny na výrobky) má budova vplyv environmentálny i ekonomický a tiež má dopad na zdravie a pohodlie používateľov. Tieto dopady musia byť analyzované a budova posúdená ako objekt hodnotenia z pohľadu týchto parametrov. Budovy sú súčasťou urbánneho prostredia, ale aj na jeho hodnotenie ako celku je potrebné posúdenie individuálnych stavieb. Environmentálne, ekonomické a sociálne aspekty je potrebné posudzovať paralelne a systematickým spôsobom.

Európsky výbor pre normalizáciu CEN združuje členské organizácie – národné normalizačné orgány a na základe vnútorných predpisov a jednotných postupov spracúva európske normy, ktoré sú všetky členské organizácie povinné preberať. Na Slovensku je za tvorbu, schvaľovanie a vydávanie technických noriem zodpovedný Slovenský ústav technickej normalizácie (SÚTN), ktorý je aj členom všetkých európskych a medzinárodných organizácií pre normalizáciu (okrem CEN na európskej úrovni je členom CENELEC pre oblasť elektrotechniky, v oblasti telekomunikácii je členom ETSI, na celosvetovej úrovni je členom Medzinárodnej organizácie pre normalizáciu ISO, v oblasti elektrotechniky organizácie IEC). Európska komisia v zmysle schválených stratégií EÚ podporuje tvorbu európskych noriem (EN) vydávaním mandátov – poverení, ktoré udelí CENu na spracovanie noriem v jednotlivých oblastiach záujmu. V oblasti udržateľnosti stavieb dostal CEN mandát EK M/350 na spracovanie súboru noriem týkajúcich sa aspektov udržateľnosti budov a stavebných výrobkov. Samostatnú oblasť tvoria normy, ktoré súvisia a energetickou hospodárnosťou budov a ich hodnotením z pohľadu úspor

energie a produkcie skleníkových plynov. V Európskej únii tvorí legislatívny rámec smernica 2010/31/ES o energetickej hospodárnosti budov a na ňu nadväzuje súbor súvisiacich noriem, ktoré uvádzajú jednotnú metodiku hodnotenia. V súčasnosti sa pripravuje nový súbor, 2. generácia noriem.

Tvorba európskych noriem prebieha v technických grémiách – technických komisiách a pracovných skupinách, ktoré združujú skupiny odborníkov z danej oblasti a spracúvajú normalizačné dokumenty. Každý spracovaný dokument sa sprístupňuje do všetkých členských organizácií na verejné prerokovanie, zabezpečí sa zverejnenie oznámení o začiatku prerokovania s termínom zasielania pripomienok.

Technická komisia CEN/TC 350 Trvalá udržateľnosť stavieb pracuje od roku 2005, pôvodne v štyroch, teraz v šiestich pracovných skupinách (WG 1 Environmental performance of buildings – Environmentálne vlastnosti budov, WG 2 Building life cycle description – Opis životného cyklu budov, WG 3 Product level – Úroveň výrobkov, v roku 2008 sa založili WG 4 Economic performance assessment of buildings – Posudzovanie budov z pohľadu ekonomických aspektov, WG 5 Social performance assessment of building – Posudzovanie sociálnych aspektov budov, WG 6 Civil engineering works – Inžinierske stavby). Počas siedmich rokov existencie táto komisia spracovala a spracúva 17 dokumentov, z toho je vydaných 7 EN a 1 technická správa. V roku 2007 vznikla pri SÚTN národná „zrkadlová“ technická komisia TK 112 Trvalá udržateľnosť výstavby, v rámci ktorej sa pripomienkovali návrhy európskych noriem, a v ktorej boli navrhnutí spracovatelia prekladov vydaných EN.

Prekladom boli prevzaté tieto európske normy:

**Trvalá udržateľnosť výstavby. Posudzovanie udržateľnosti budov.
Časť 1: Všeobecný rámec**

STN EN 15643-1 (73 0901)
Dátum vydania: 1. marec 2011

Predmet normy: Táto európska norma poskytuje všeobecné princípy a požiadavky prostredníctvom súboru noriem na posudzovanie budov z hľadiska environmentálnych, sociálnych a ekonomických vlastností so zohľadnením technických charakteristík a funkčnosti budovy. Posudzovanie kvantifikuje príspevok posudzovaných stavieb k udržateľnej výstavbe a k udržateľnému rozvoju.

**Trvalá udržateľnosť výstavby. Posudzovanie udržateľnosti budov.
Časť 2: Rámec na posudzovanie environmentálnych vlastností**

STN EN 15643-2 (73 0901)
Dátum vydania: 1. september 2011

Predmet normy: Táto európska norma tvorí časť súboru európskych noriem a poskytuje špecifické princípy a požiadavky na posudzovanie environmentálnych vlastností budov so zohľadnením technických charakteristík a funkčnosti budovy. Posudzovanie environmentálnych vlastností je jeden aspekt posudzovania udržateľnosti budov podľa všeobecného rámca EN 15643-1.

**Trvalá udržateľnosť výstavby. Posudzovanie budov.
Časť 3: Rámec na posudzovanie sociálnych vlastností**

STN EN 15643-3 (73 0901)
Dátum vydania: 1. október 2012

Predmet normy: Táto európska norma tvorí časť súboru európskych noriem a poskytuje špecifické princípy a požiadavky na posudzovanie sociálnych

STN EN 15643-4 (73 0901)
Dátum vydania: 1. október 2012

vlastností budov so zohľadnením technických charakteristík a funkčnosti budovy. Posudzovanie sociálnych vlastností je jeden aspekt posudzovania udržateľnosti budov podľa všeobecného rámca EN 15643-1.

Trvalá udržateľnosť výstavby. Posudzovanie budov.
Časť 4: Rámec na posudzovanie ekonomických vlastností

Predmet normy: Táto európska norma tvorí časť súboru európskych noriem na posudzovanie budov a poskytuje špecifické princípy a požiadavky na posudzovanie ekonomických vlastností budov so zohľadnením technických charakteristík a funkčnosti budovy. Posudzovanie ekonomických vlastností je jeden aspekt posudzovania udržateľnosti budov podľa všeobecného rámca EN 15643-1. Normy súboru EN 15643 majú rovnakú štruktúru a uvádzajú koncept posudzovania udržateľnosti ako znázorňuje schéma.

STN EN 15978 (73 0902)
Dátum vydania: 1. august 2012

Trvalá udržateľnosť výstavby.
Posudzovanie environmentálnych vlastností budov. Výpočtové metódy

Predmet normy: Táto európska norma špecifikuje výpočtovú metódu založenú na posudzovaní životného cyklu LCA (Life Cycle Assessment) a ďalších kvantifikovaných environmentálnych informácií s cieľom posúdiť environmentálne vlastnosti budov a poskytuje prostriedky na podanie správy a interpretáciu výsledkov z posudzovania. Norma je použiteľná pre nové a existujúce budovy a projekty renovácie. Norma poskytuje:

- opis predmetu posudzovania;
- hranicu systému, ktorá sa používa na úrovni budovy;
- postup použiteľný na inventarizačnú analýzu;
- zoznam ukazovateľov a postupov na výpočet týchto ukazovateľov;
- požiadavky na prezentáciu výsledkov v správe z posudzovania a ich interpretáciu;
- požiadavky na údaje potrebné na výpočet.

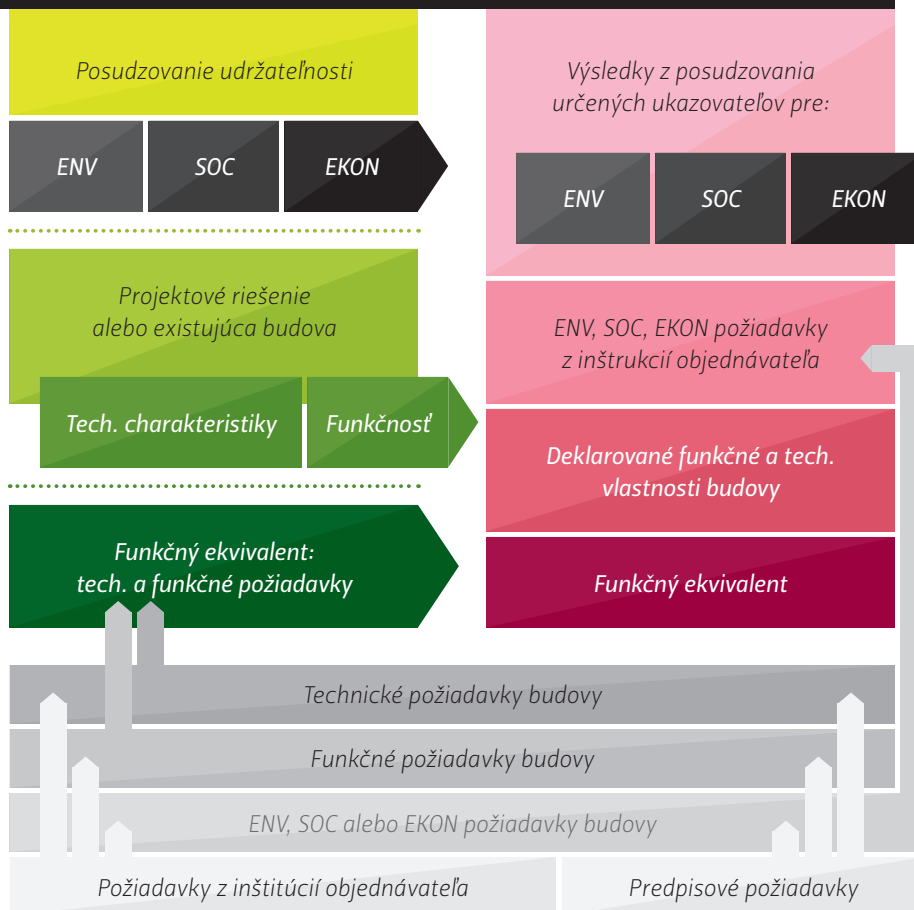
Prístup k posudzovaniu pokrýva všetky fázy životného cyklu budovy a je založený na údajoch získaných z environmentálneho vyhlásenia o produktoch (EPD – Environmental Product Declaration), z ich „informačných modulov“ (EN 15804) a z ďalších informácií nevyhnutných a relevantných na uskutočnenie posudzovania.

STN EN 15804 (73 0912)
Dátum vydania: 1. august 2012

Trvalá udržateľnosť výstavby. Environmentálne vyhlásenia o produktoch.
Základné pravidlá skupiny stavebných produktov

Predmet normy: Táto európska norma poskytuje základné pravidlá pre skupinu produktov (PCR) v procese environmentálneho označovania typu III pre stavebné výrobky a služby. Posudzovanie sociálnych a ekonomických vlastností na úrovni produktov nie je zahrnuté v tejto norme. Základné pravidlá pre skupinu produktov (PCR):

- definujú deklarované parametre a spôsob ich zberu a vykazovania,
- definujú fázy životného cyklu produktu, ktoré sú zohľadnené v EPD, a procesy zahrnuté v jednotlivých fázach životného cyklu,
- definujú pravidlá jednotlivých scenárov,



Koncept posudzovania udržateľnosti budov

Hodnotiace metódy, úrovne, triedy jednotlivých aspektov si môže určiť objednávateľ, národné stavebné predpisy, národné aplikačné normy, prípadne certifikačné schémy. (schéma H. Tölgessyová)

Interpretácia

- obsahujú pravidlá výpočtu inventarizačnej analýzy životného cyklu a posudzovania vplyvov životného cyklu, ktoré sú základom pre EPD, zahŕňajúc špecifikáciu kvality použitých údajov,
- obsahujú pravidlá poskytovania informácií o predurčených environmentálnych a zdravotných záležitostiach, ktoré nie sú zahrnuté v hodnotení životného cyklu produktu, stavebného procesu alebo služby, ak je to potrebné.

Oznámením na priame používanie boli vydané:

Trvalá udržateľnosť výstavby. Environmentálne vyhlásenia o výrobkoch. Metodika na výber a použitie generických údajov

TNI CEN/TR 15941 (73 0910)
Dátum vydania: 1. august 2010

Trvalá udržateľnosť výstavby. Environmentálne vyhlásenia o produktoch. Komunikačné formáty v podnikateľskom prostredí

STN EN 15942 (73 0911)
Dátum vydania: 1. apríl 2012

V súčasnosti sa v rámci CEN/TC 350 pripravuje technická správa na posudzovanie aspektov udržateľnosti inžinierskych stavieb.

Na rozšírenie oblasti pôsobenia a tvorby noriem od výrobkov a budov až po mestá a „komunity“/sídelné útvary sa na podnet francúzskeho normalizačného inštitútu AFNOR zakladá nová technická komisia Smart and sustainable cities and communities – Rozumné a udržateľné mestá a komunity. Výsledky normalizačnej práce tejto komisie pomôžu mestám vyvíjať integrované schémy, ktoré sú aj udržateľné aj „chytřej“, ideovo sa práca spája s cieľmi Energia 2020 – stratégia pre konkurencieschopnú, udržateľnú a bezpečnú energiu. Podrobný plán práce tejto technickej komisie sa práve vytvára a bude využívať a dopĺňať prácu technickej komisie ISO/TC 268 Sustainable development in communities.

Proces tvorby noriem, či už na celosvetovej alebo európskej úrovni treba chápať aj v súvislostiach momentálneho stavu rozvoja vedy. Normy sú technickým nástrojom aj pre udržateľnú výstavbu a mali by byť neustále vylepšované na základe nového poznania a skúseností z ich používania.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Začiatok budúcnosti

Táto kniha je príbeh z otvoreným koncom. Mnohé z toho, čo nás čaká v nasledujúcich rokoch, je (a ešte bude premietnuté) do všeobecne záväzných predpisov. Tu sa budeme správať, ako sa voči predpisom patrí a musí. Časť tejto budúcnosti však má charakter prognóz. V zásade vieme, čo máme očakávať, ale nie vždy vieme odhadnúť, ktorý scenár budúcnosti nastane. Základom ostáva snaha robiť veci dobre v aktuálnom čase, aj s ohľadom na perspektívu. Ideálom, ktorý stojí za námahu, je „sustainable happiness“ (O'Brien, 2013).

Objektívna udržateľnosť sformovaná do obligátnych troch pilierov, sa mieša s kantovskou morálkou postavenou na kvalite individua. Chceme udržať kvalitu života, ktorá nám sprostredkuje radosť zo života. My architekti musíme tak trochu prekročiť svoj tieň.

Inovácie budú mať nie vždy prediktabilné smery, ťažko sa budeme rozhodovať. Optimálny variant bude výsledkom obsiahlejšieho výberu. Zvýši sa tlak výrobných firiem, reklama bude pôsobiť najmä na klientov, ktorí budú prvoplánovo dobre informovaní. Architektúra bude ešte komplexnejšia, architekt bude ešte viac humanista.



Vesmírna stanica MIR
(foto NASA, WMC, 2013)



Použitá literatúra

A

ACE. 1999. A Green Vitruvius – Principles and Practice of Sustainable architectural Design. London : James&James Science Publishers. 145 s. ISBN 978-1-873936-94-8

ACE. 2009. Architecture and Sustainability: Declaration and Policy of the Architects' Council of Europe. Architects' Council of Europe. 20 s. ISBN 2-930164-03-4

ACE. 2013. Architects' Council of Europe – ACE. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.ace-cae.eu/public/contents/index/language/en

Active House. 2013. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.activehouse.info

Aktivní dům. 2013. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.aktivni-dum.cz/vize

ANSTEY, T., GRILLNER, K., HUGHES, R. (ed.). 2007. Architecture and Authorship. London : Black Dog Publishing. 205 s. ISBN 978-19-0477-274-3

BAUER M. a i. 2010. Green Buildings – Guidebook for Sustainable Architecture. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag. strán 208 s. ISBN 978-3-642-00634-0

BEDFORD, CH., MORHAIM, S. 2001. The Next Industrial Revolution. Bullfrog Films.

BERGE, B. 2009. The Ecology of Building Materials. 2nd ed. Amsterdam : Elsevier/Architectural Press. 448 s. ISBN 978-185-6175-371

BIELEK, B., HÍREŠ, J., LUKÁŠIK, D., BIELEK, M. 2012. Vývoj techniky v architektúre pre udržateľnú spoločnosť. Bratislava : Nakladateľstvo STU. 94 s. ISBN 978-80-227-3838-5

BIG. 2007. Building Intelligence Group. [online], [cit. 9. 12. 2007]. Dostupné z: www.buildingintelligencegroup.com

BMVBS. 2012. Städtische Energien – Zukunftsaufgaben der Städte. [Memorandum]. Berlin : Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

BRAUNGART, M., McDONOUGH, W. 2002. Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. New York : North Point Press. 208 s. ISBN 978-086-5475-878

BREEAM. 2013. Building Research Establishment Environmental Assessment Method. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.breeam.org

C

CANTELL, S. F. 2005. The Adaptive Reuse of Historic Industrial Buildings: Regulation Barriers, Best Practices and Case Studies. [Absolventská práca]. Blacksburg, Virginia : Virginia Polytechnic Institute and State University. 40 s. Podľa: Bookout, Lloyd W. Residential Development Handbook: Second Edition. Washington D.C. : Urban Land Institute, U.S.

CEN/TC 350. 2012. Business plan of CEN/TC 350 Sustainability of construction works, September 2012.

CESBA. 2013. Common European Sustainable Building Assessment. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.cesba.eu

CLEMENTS – CROOME, D. 2004. Intelligent buildings – Design, Management and Operation. New York : Thomas Telford. 408 s. ISBN 072-77-3266-8

COGGAN, D. A. 2007. Intelligent building: How can building be intelligent. London.

COLEMAN, C. I. 2004. Integrating Tall Building Systems and the Surrounding Environment. North Carolina : North Carolina A&T State University.

CR 1752. 1998. Ventilation for buildings: Design criteria for the indoor environment. Brussels : CEN.

D

ČEJKA, J. 1991. Tendence současné architektury. Praha : ČVUT. 73 s. ISBN 978-80-010-0640-5

DAHLSVEEN, T., PETRÁŠ, D. a i. 2008. Energetický audit a certifikácia budov. Bratislava : JAGA, 2008. 166 s. ISBN 978-80-8076-063-2

DELFI, H., GEORG-LAUER, J., HACKENESCH, CH, LEMCKE, M. 1993. Lexikón filozofie. Bratislava : Obzor. ISBN 80-215-0263-0

DEREK, T., CLEMENTS-CROOME, J. 1997. What do we mean by intelligent buildings?. In: Automation in construction, vol. 6, no. 5 - 6, pp. 395 - 400. ISSN 91-540-2012-3

DGNB. 2013. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.dgnb.de

DGNB-System. 2013. DGNB-System. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.dgnb-system.de

E

DULLA, M. 2012. Hlavný a iné prúdy. In Arch, vol. 17, no. 7 - 8, pp. 42 - 45. ISSN 1335 - 3268.

EBERT, T., ESSIG, N., HAUSER, G. 2010. Zertifizierungssysteme für Gebäude. München : Institut für internationale Architektur-Dokumentation. ISBN 978-3-920034-46-1

ECOBINE. 2013. Informationsnetz im Ökologischen Bauen. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.ecobine.de/data/imagesprint/02-2-6-3_001_av.gif

Ecocity. 2005. Ecocity Book I: A better place to live (ed.: Gaffron, P., Huismans, G., Skala, F.). Hamburg : HUT, Utrecht: SenterNovem, Wien: VUEBA. ISBN 3-200-00421-5

EHRENREICH, A., BORSC M. 2013. Kategorie: Nízkoenergetický rodinný dóm. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.drevenydum.org/cz/index.php?page=2008/navrhy/nizkoenergeticky-rodiny-dum/prihlasene-navrhy/detail/3-12

EHRENWALD, P. 1999. Súčasnosť a perspektívy realizácie inteligentných budov. In: ATP Journal, vol.6, no.2, pp. 24, ISSN 80-227-1177-2

ELKIN, T., MCLAREN, D., HILLMAN, M. 1991. Reviving the City: Towards Sustainable Urban Development. London : Friends of the Earth and Policy Studies Institute. 278 s.

Energetická politika. 2013. Energetická politika SR. Ministerstvo hospodárstva SR. [online], [cit. 31. 3. 2013]. Dostupné z: www.mhsr.sk/ext_dok-energeticka-politika/133566c

Energy 2020. 2011. Energy 2020: A strategy for competitive, sustainable and secure energy. European union. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011_energy2020_en.pdf

EnviMat. 2013. EnviMat: stavební výrobky a životní prostředí. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.envimat.cz

Európska komisia. 2010. Oznámenie komisie: Európa 2020: Stratégia na zabezpečenie inteligentného, udržateľného a inkluzívneho rastu. Európska komisia. Brusel, 3. 3. 2010. [online], [cit. 8. 2. 2013]. Dostupné z: eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:SK:PDF

Európska komisia. 2011. Európa 2020: Sumár stratégie Európa 2020. Európska komisia. [online], [cit. 27. 03. 2013]. Dostupné z: ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/index_sk.htm

Európska komisia. 2012. Dobrý život v rámci možností našej planéty: Návrh o všeobecnom environmentálnom akčnom programe Únie do roku 2020. Európska komisia. [online], [cit. 27. 03. 2013]. Dostupné z: ec.europa.eu/environment/newprg/pdf/7EAP_Proposal/sk.pdf



Európska komisia. 2013. Ciele podľa stratégie Európa 2020. [online], [cit. 27. 03. 2013]. Dostupné z: ec.europa.eu/europe2020/pdf/targets_sk.pdf

Eurostat. 2013. Eurostat: Your key to European statistics. European Commission. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/Euro_2020/E2020_EN_banner.html

EWING, B. a i. 2010. Ecological Footprint Atlas 2010. Oakland: Global Footprint Network. [online], [cit. 31. 3. 2013]. Dostupné z: www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf

FITCH, J. M. 2001. Historic Preservation: Curatorial Management of the Built World. Richmond : The University Press of Virginia. 433 s. ISBN 978-0813912721

Future Systems. 2002. Praha : Zlatý řez. 208 s. ISBN 80-901562-6-6

GORE, AL. 2007. Nepříjemná pravda. Praha : ARGO. 328 s. ISBN 978-80-7203-868-8

GORETZKI, P. 2013. Solarbüro für energieeffiziente Stadtplanung. [online], [cit. 26. 3. 2013]. Dostupné z: home.arcor.de/gosol/index.htm

GPP. 2008. What is GPP (Green Public Procurement). European Commission. [online], [cit. 11. 2. 2013]. Dostupné z: ec.europa.eu/environment/gpp/what_en.htm

GreenBookLive. 2013. GreenBookLive: Search for approved environmental products and services. [online], [cit. 26. 3. 2013]. Dostupné z: www.greenbooklive.com

HALAHYJA, M., VALÁŠEK, J. a i. 1983. Solárna energia a jej využitie. Bratislava : Alfa. 290 s.

Hand. 2013. M. C. Escher: Hand with Reflecting Sphere. [online], [cit. 26. 3. 2013]. Dostupné z: imageshack.us/photo/my-images/202/mcescherhandwithreflectingsphe.jpg

Haus der Zukunft. 2013. Haus der Zukunft: Nachhaltig Wirtschaften. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT). [online], [cit. 27.3.2013]. Dostupné z: www.hausderzukunft.at

HEINCKE, C., OLSSON, D. 2012. Simply green. Swegon Air Academy. 111 s. ISBN 978-91-977443-5-5

HINTE, E.VAN, PEEREN, C. 2007. Superuse: constructing new architecture by shortcutting material flows. Rotterdam : 010 Publishers. 144 s. ISBN 978-906-4505-928

H.P.design. 2013. H.P.design : Forma a technika. [online], [cit. 27.3.2013]. Dostupné z: www.hpdesign.sk/efektivne-stavby/forma-a-technika.html

HUBA, M., KOZOVÁ, M., MEDERLY, P. 2002. Miestna Agenda 21: Udržateľný rozvoj obcí a mikroregiónov na Slovensku. Bratislava : REC Slovensko. 101 s.

HUDEK, V. (ed.). 2007: Ekologická stopa, klimatické zmeny a mestá. Bratislava : REC Slovensko. 52 s.

HUDEKOVÁ, Z., MEDERLY, P. 2003. Spoločné európske indikátory udržateľného rozvoja miest. Bratislava : REC Slovensko. 98 s.

HUMM, O. 1999. Nízkoenergetické domy. Bratislava : Grada. 353 s. ISBN 80-7169-657-9

CHAN, Y. 2007. Sustainable environments. Gloucester : Rockport Publishers. 192 s. ISBN 978-1-59253-230-8

CHMÚRNY, I. 2003. Tepelná ochrana budov. Bratislava : JAGA. 214 s. ISBN 80-88905-27-3

CHOO, CH. W. 1997. Singapore's Vision of an Intelligent Island. In Droegge, P.: Intelligent Environments. North Holland : Elsevier. s. 62 - 63. ISBN 0-444-82332-8



Intelligent buildings. 2007. Intelligent buildings assessment methodology. [online], [cit. 23.11.2007]. Dostupné z: www.ibuilding.gr/definitions.html

ISO/TS 14067. 2013. Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication (ISO/TS 14067:2013). Geneva : ISO. 52 s.

IUCN. 1980. World Conservation Strategy: living resource conservation for sustainable development (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). [online], [cit. 20. 2. 2011]. Dostupné z: data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/WCS-004.pdf



KAUFMANN, H., NEREDINGER, W. a i. 2011. Bauen mit Holz: Wege in die Zukunft. München-London-NewYork : Prestel Verlag. 224 s. ISBN 978-3-7913-6392-9

KEPPL, J. 2001. Ekologicky viazaná tvorba: Kontexty architektúry a ekológie. Bratislava : Vydavateľstvo STU. 186 s. ISBN 80-227-1532-8

KIERULFOVÁ, Z., PIFKO, H. 2008. Zelená architektúra. Bratislava : Verlag Dashöfer (2008). 60 s.

KIM, J. J. 1996. Intelligent building Technologies: a case of Japanese buildings. In The Journal of Architecture (London: Routledge), vol. 1, no. 2, pp. 119 - 132. ISSN 1360-2365

KINCAID, D. 2002. Adapting Buildings for Changing Uses: Guidelines for change of use refurbishment. New York : Taylor & Francis. 134 s. ISBN 978-0419235705

KLINDA, J. 2000. Terminologický slovník environmentalistiky. Bratislava : MŽP SR - Road. 766 s. ISBN 80-88833-22-1

KNOWLES, R. L. 1974. Energy and Form. Cambridge (MA) : MIT Press. 198 s. ISBN 0-262-11050-4

KNOWLES, R. L. 2006. Ritual House. Washington D.C. : Island Press. 202 s. ISBN 1-59726-050-9

KOČÍ, V. 2009. Posuzování životního cyklu: Life Cycle Assessment - LCA. Chrudim : Ekomonitor. 264 s. ISBN 978-80-86832-42-5

KOČÍ, V. 2010. Příručka základních informací o posuzování životního cyklu. Praha : VŠCHT a ETC. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.lcastudio.cz/dokumenty/LCA_prirucka.pdf

KRAJCSOVICS, L. 2010. Súčasný trendy riešenia nízkoenergetických budov. In Solárne mestá, Bratislava : FA STU, ISBN 978-80-227-3333-5, s. 57 - 68.

KRAJČÍK, M., PETRÁŠ, D. 2011. Energetické hodnotenie budov v Slovenskej republike. In Vytápění, větrání, instalace (Praha : Společnost pro techniku prostředí), vol. 20, no. 1. ISSN 1210-1389

KRAJČÍK, M., PETRÁŠ, D. 2012. Energetický audit a certifikácia budov v Slovenskej republike. In Budovy s téměř nulovou spotřebou energie (zborník konferencie 25.4.2012). Brno : Společnost pro techniku prostředí. 48 s. ISBN 978-80-020-2378-4

KRATOCHVÍL, P. 2008. Jakou barvu má zelená. In Zelená architektura.cz. Praha : Galerie Jaroslava Fragnera. 217 s. ISBN 978-80-254-3160-3

KŘEČEK, D. 2012. Vliv architektonického konceptu na potřebu tepla na vytápění energeticky úsporných budov pro bydlení (dizertačná práca). Brno : FA VUT. 190 s.



LEED. 2013. Leadership in Energy & Environmental Design. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.usgbc.org

LOVELOCK, J. 2008. Gaia vrací úder. Praha : Academia. 200 s. ISBN 978-80-200-1687-4



LUKÁŠIK, D. a i. 2010. Zelená zóna Košíc ako technická symbióza obnoviteľných zdrojov energie a zemného plynu (výskumná správa). Košice : Centrum výskumu ekonomiky obnoviteľných zdrojov energie a distribučných sústav.

MAZRIA, E. 1979. The Passive Solar Energy Book – Expanded Professional Edition. Emmaus : Rodale Press. 687 s. ISBN 0-87857-238-4

MCFARLAND, D., BOSSER, T. 1993. Intelligent behavior in animals and robots: Complex Adaptive Systems. Cambridge (MA) : MIT Press. 322 s. ISBN 0-262-13293-1

MCGREAL, I. P. 1999. Velké postavy západního myšlení. Praha : Prostor. 712 s. ISBN 80-7260-002-8

MEADOWS, D. H., MEADOWS, D. L., RANDERS, J., BEHRENS, W. W. 1972. The Limits to Growth. New York : Universe Books. 205 s. ISBN 0-87663-165-0

MEDERLY, P., HUDEKOVÁ, Z. 2005. Udržitelný rozvoj miest v Slovenskej republike. Bratislava : REC Slovensko. 149 s.

MELKOVÁ, P. 2012. Trvale udržiteľný rozvoj znamená existenci možností. In Zlatý řez 34: Soft Sustainability (ed.: TICHÁ, J.), Praha : Zlatý řez, s. 35.

MORGENSTEIN P., LEGENY J. 2011. Mýtus faktora tvaru. In Eurostav, vol. 17, no. 9, pp. 18-22. ISSN 1335-1249

MORO, A. 2012. Transnational comparison of instruments according to sustainable assessment of buildings assessment of buildings. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.cesba.eu/downloads/presentations-cesba-conference-bussels-10th-october/CESBA%2010.10.2012-%20MORO.pdf



NAGY, E. 2002. Nízkoenergetický ekologický dom. Bratislava : JAGA. 306 s. ISBN 80-88905-70-2

NAISBITT, J., ABURDENE, P. 1990. Megatrends 2000: Ten New Directions for the 1990's. New York : William Morrow and Company. 448 s. ISBN 0-688-07224-0

Nariadenie. 2011. Nariadenie EP a Rady (EÚ) č. 305/2011 z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:088:0005:0043:SK:PDF

Národná stratégia. 2001. Národná stratégia trvalo udržateľného rozvoja SR schválená uznesením vlády SR č. 978/2001. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.rokovania.sk/File.aspx/ViewDocumentHtml/Mater-Dokum-88550?prefixFile=m_

Návrh. 2013. Národný plán zameraný na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou potrebou energie (návrh), 1. 1. 2013. Bratislava : MDVRR. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.telecom.gov.sk/index/open_file.php?file=vystavba/StavebnictvoDokumenty/narodny_plan.pdf

NOVÁČEK, P. 2011. Udržiteľný rozvoj. Olomouc : Univerzita Palackého. 432 s. ISBN 9788024427959



O'BRIEN, C. 2013. Sustainable Happiness: Catherine O'Brien. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.sustainablehappiness.ca

ODUM, E. P. 1977. Základy ekologie. Praha : Academia. 736 s. ISBN 509-21-857

OHRADZANSKÁ, A. 2013: Nové právne a technické predpisy pre energetickú hospodárnosť budov (MDVRR SR). In Konferencia Eurostav 2013 (zborník na CD). Bratislava : Eurostav.

OLGYAY, V. 1963. Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton : Princeton University Press. 200 s. ISBN 978-06-91079-43-1

P

- PALLADIO, A. 1958. Čtyři knihy o architektuře. Praha : SNKLHU. 467 s.
- PETRÁŠ, D. a i. 2013. Dom na 3E. Bratislava : Eurostav. 124 s. ISBN 978-80-89228-36-2
- PETRÁŠ, D., LULKOVIČOVÁ, O., TAKÁCS, J., FŮRI, B. 2009. Obnovitelné zdroje energie pre nízkoenergetické systémy. Bratislava : JAGA. 224 s. ISBN 978-80-8076-075-5
- PHI. 2013. Passivhaus Institut Darmstadt. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.passiv.de
- PHPP. 2012. Passivhaus Projektierungs-Paket. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.iepd.sk/institut/spravy/220-phpp-2012
- PIFKO, H. 1995. Udržateľný rozvoj sídiel (učebná pomôcka). Bratislava : FA STU. 56 s.
- PIFKO, H. 2004. Alternatívne stavebné materiály a technológie. In Životné prostredie: Revue pre teóriu a starostlivosť o životné prostredie (Bratislava : ÚKE SAV), vol. 38, no. 4, pp. 188-193. ISSN 0044-4863
- PIFKO, H. 2009. Výstavba pasívnych domov. In Praktická príručka funkčných a technických požiadaviek na výstavbu. Bratislava : Verlag Dashöfer. Október 2009, kap. 5. ISSN 1335-8634
- PIFKO, H. 2009. Zelený urbanizmus. In Eurostav, vol.15, no. 1 - 2, pp. 12 - 14. ISSN 1335-1249
- PIFKO, H. 2010. Hľadá sa nová tvár našich miest (SolarCity Linz). In Eurostav, vol. 16, no. 9, pp. 18 - 22. ISSN 1335-1249
- PIFKO, H. 2013. Hi-tech vs. low-tech. In Arch: o architektúre a inej kultúre, vol. 18, no. 3, pp. 48 - 51. ISSN 1335-3268
- PIFKO, H., COPLÁK, J.: Teoretická koncepcia Ecocity. In Plánovanie ekologických sídlisk (monografia, ed. COPLÁK, J, RAKŠÁNYI, P.). Bratislava : ROAD (2009), pp. 10 - 24. ISBN 978-80-88999-37-9
- PIFKO, H., ŠPAČEK, R. 2007. Tvorba mesta - ideály, charty, vízie. In Životné prostredie: Revue pre teóriu a starostlivosť o životné prostredie (Bratislava : ÚKE SAV), vol. 41, no. 5, pp. 233 - 239. ISSN 0044-4863
- PIFKO, H., ŠPAČEK, R. a i. 2008. Efektívne bývanie. Bratislava : Eurostav. 182 s. ISBN 978-80-89228-16-4
- Plán. 2011. Plán postupu v energetike do roku 2050: Oznámenie... Európska komisia. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0885:FIN:SK:PDF
- PROCTER, P. (ed.). 1995. Cambridge International Dictionary of English. Cambridge : Cambridge University Press. 1792 s. ISBN 0-521-48468-5
- PwC. 2009. Collection of statistical information on Green Public Procurement in the EU: Report on data collection results (PricewaterhouseCoopers, Significant, EcoFys). [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/statistical_information.pdf
- RAGWITZ, M. (ed.) a i. 2011. Renewable Energy Policy : Country Profiles. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.reshaping-res-policy.eu/downloads/RE-Shaping_CP_final_18JAN2012.pdf
- REMIŠOVÁ, A. (ed.). 2008. Dejiny etického myslenia v Európe a USA. Bratislava : Kalligram. 894 s. ISBN 978-80-8101-103-0
- RUMANOVÁ, N. a i. 2011. Podpora biodiverzity v urbanizovanom prostredí. Bratislava : REC Slovensko. 50 s.

R



SBToolCz. 2013. Sustainable Building Tool (Cz). [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.sbtool.cz

SCHMIDT-BLEEK, F. 2000. Factor 10 Manifesto. Carnoules : Factor 10 Institute. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.factor10-institute.org/pages/factor_10_manifesto_e.html

Smernica 2006/32/ES. 2006. Smernica EP a Rady 2006/32/ES z 5. apríla 2006 o energetickej účinnosti konečného využitia energie a energetických službách, a ktorou sa zrušuje smernica Rady 93/76/EHS. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0064:sk:pdf

Smernica 2010/31/EÚ. 2010. Smernica EP a Rady 2010/31/EÚ z 19. mája 2010 o energetickej hospodárnosti budov (prepracované znenie). [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:SK:PDF

Smernica 2012/27/EÚ. 2012. Smernica EP a Rady 2012/27/EÚ z 25. októbra 2012 o energetickej efektívnosti, ktorou sa menia a dopĺňajú smernice 2009/125/ES a 2010/30/EÚ a ktorou sa zrušujú smernice 2004/8/ES a 2006/32/ES. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:SK:PDF

Solkataster. 2013. Wien Umweltgut: Solarpotenzialkataster. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.wien.gv.at/umweltgut/public/grafik.aspx?ThemePage=9

STANG, A., HAWTHORNE, CH. 2005. The Green House: New Directions in Sustainable Architecture. New York : Princeton Architectural Press. 192 s. ISBN 1-56898-481-2

STEADMAN, P. 1975. Energy, Environment and Building. Cambridge : Cambridge University Press. 298 s. ISBN 978-0521206945

STERNOVÁ, Z. 2012. Hodnotenie energetickej hospodárnosti budov na Slovensku (el. zborník konferencie Energetická efektívnosť budov, 6.11.2012). [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.dsikh.sk/fileadmin/ahk_slowakei/Dokumente/Projekte/EnEff/2012_-_Gebaeuden/02_Sternova_SK.pdf

STN 73 0540-2. 2012. Tepelná ochrana budov: Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov: Časť 2: Funkčné požiadavky (STN 73 0540-2: 2012). Bratislava : SÚTN.

STN EN 12464-1. 2012. Svetlo a osvetlenie. Osvetlenie pracovísk. Časť 1: Vnútorne pracoviská. Bratislava : SÚTN.

STN EN 15251. 2008. Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov - kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika. Bratislava : SÚTN.

STN EN ISO 13790. 2008. Energetická hospodárnosť budov: Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie (ISO 13790: 2008). Bratislava : SÚTN.

STN EN ISO 14006. 2011. Systémy environmentálneho manažérstva. Pokyny na začleňovanie ekodizajnu (ISO 14006: 2011). Bratislava : SÚTN.

STN EN ISO 14025. 2006. Environmentálne značky a vyhlásenia. Environmentálne vyhlásenia typu III. Zásady a postupy (ISO 14025: 2006). Bratislava : SÚTN.

STN EN ISO 14040. 2006. Environmentálne manažérstvo. Posudzovanie životného cyklu. Princípy a štruktúra (ISO 14040: 2006). Bratislava : SÚTN.

STN EN ISO 14044. 2006. Environmentálne manažérstvo. Posudzovanie životného cyklu. Požiadavky a pokyny (ISO 14044: 2006). Bratislava : SÚTN.

- STN EN ISO 14045. 2012. Environmentálne manažérstvo. Posudzovanie ekologickej účinnosti systémov produktov. Zásady, požiadavky a pokyny (ISO 14045: 2012). Bratislava : SÚTN.
- STN EN ISO 15927-4. 2006. Tepelno-vlhkostné vlastnosti budov. Výpočet a uvádzanie klimatických údajov. Časť 4: Hodinové údaje na posúdenie ročnej potreby energie na vykurovanie a chladenie (ISO 15927-4:2005). Bratislava : SÚTN.
- STN EN ISO 15927-5. 2005. Tepelno-vlhkostné vlastnosti budov. Výpočet a uvádzanie klimatických údajov. Časť 5: Údaje na výpočet projektovaného tepelného príkonu na vykurovanie (ISO 15927-5:2004). Bratislava : SÚTN.
- STN EN ISO 7726. 2003. Ergonómia tepelného prostredia. Prístroje na meranie fyzikálnych veličín (ISO 7726:1998). Bratislava : SÚTN.
- Sustainable Construction. 2011. Let's Speak Sustainable Construction: Multilingual Sustainable Construction Glossary. European Economic and Social Committee (EESC). [online], [cit. 31. 3. 2013]. Dostupné z: www.eesc.europa.eu/resources/docs/eesc-2011-01-en-fr-de-es.pdf
- SUDOR, K. 2013. Profesor: Neverím na teórie o hlúpnutí ľudí: Rozhovor s Erichom Mistríkom. In Sme.sk [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.sme.sk/c/6671248/profesor-neverim-na-teorie-o-hlupnuti-ludi.html#ixzz2K0MokT6H
- SUMMERS, D. 2006. Longman dictionary of contemporary English (4th ed.). Essex (England) : Pearson Education. 1374 s. ISBN 978-140-5862-219
- Sunlighthouse. 2013. Activehouse.info: Sunlighthouse, Pressbaum, Wien, Austria. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.activehouse.info/cases/sunlighthouse
- SZALAY, P. 2013. Zelená architektúra a jej iná krása. In .týždeň, vol. 7, no. 5, pp. 58. ISSN 1336-653X
- ŠALING, S., IVANOVÁ-ŠALINGOVÁ, M., MANÍKOVÁ, Z. 2005. Slovník cudzích slov (3.vydanie). Bratislava, Prešov : Vydavateľstvo SAMO. 688 s. ISBN 80-89123-03-1
- ŠMAJS, J. 1995. Ohrozená kultura: Od evoluční ontologie k ekologické politice. 106 s. ISBN 80-21030-38-0
- ŠPAČEK, R., KEPPL, J. 1986. Latentné formotvorné činitele architektonického priestoru. In Architektúra a urbanizmus, vol. 20, no. 4, pp. 248. ISSN 0044-8680
- ŠPAČEK, R., KEPPL, J. 1993. Ekologická architektúra alebo architektúra a ekológia? In Architektúra a urbanizmus, vol. 27, no. 1 - 2, pp. 6. ISSN 0044-8680
- ŠPAČEK, R., KRAJCSOVICS, L., ŠÍP, L. 2010. Od udržateľného životného štýlu po koncept SolarCity. In Solárne mestá, Bratislava : FA STU, ISBN 978-80-227-3333-5, s. 91 - 97
- ŠPAČEK, R., ŠÍP, L. 2009. Životný štýl udržateľnosti, udržateľnosť životného štýlu. In Pasívne domy 2009 (zborník z konferencie). Brno : CPDa iEPD. S. 10 - 16
- ŠPAČEK, R., ŠÍP, L. 2011. Udržateľná architektúra. In Eurostav, vol. 17, no. 3, pp. 8 - 10. ISSN 1335-1249
- ŠTEFFEK, J. (ed.). 1993. Terminologický slovník ekológie a environmentalistiky. Banská Štiavnica, Bratislava : Kabinet evolučnej a aplikovanej krajinej ekológie SAV. 102 s. ISBN 80-07-00522-6
- ŠUBRT, R. a i. 2011. Tepelné mosty: Detaily pro nízkoenergetické a pasivní domy. Praha : Grada Publishing. 192 s. ISBN 978-80-247-4059-1



TACITUS, P. C. 1975. Letopisy. Praha : Svoboda. 555 s. ISBN 25-029-75

Three Spheres. 2002. The Three Spheres of Sustainability (podľa University of Michigan: Sustainability assessment). [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: mcouts2.files.wordpress.com/2013/01/sustainability_spheres3.png



TOFFLER, A., TOFFLER, H. 1996. Utváranie novej civilizácie. Bratislava : Open Windows. ISBN 80-85741-15-6

Uznesenie. 2013. Uznesenie Európskeho parlamentu zo 14. marca 2013 o Pláne postupu v energetike do roku 2050. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P7-TA-2013-0088+0+DOC+XML+V0//SK



Vauban. 2013. Passivhaus „Wohnen & Arbeiten“. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.passivhaus-vauban.de

Vláda SR. 2012. Národný program reforiem Slovenskej republiky 2012 (aktualizácia). [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: ec.europa.eu/europe2020/pdf/nd/nrp2012_slovakia_sk.pdf

Vyhláška 311/2009. 2009. Vyhláška 311/2009 Z. z. MVRR SR z 13. júla 2009, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o výpočte energetickej hospodárnosti budov a obsah energetického certifikátu.

Vyhláška 364/2012. 2012. Vyhláška 364/2012 Z. z. MDVRR SR z 12. novembra 2012, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.



WCED. 1987. Our Common Future (World Commission on Environment and Development). Oxford : Oxford University Press. ISBN 019282080X

WEIZSACKER, E. U., LOVINS, A. B., LOVINS, L. H. 1996. Faktor štyri: dvojnásobný blahobyt - poloviční spotreba prírodných zdrojů: nová zpráva Římského klubu. Praha : MŽP ČR. 331 s. ISBN 80-85368-85-4

WGBC. 2013. World Green Building Council. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.worldGBC.org

WINES, J. 2008. Green architecture. Köln : Taschen Verlag. 240 s. ISBN 978-3-8365-0321-1

WMC. 2013. Wikimedia Commons: a database of freely usable media files. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: commons.wikimedia.org

World Energy Outlook. 2011. International Energy Agency: World Energy Outlook. [online], [cit. 27. 3. 2013]. Dostupné z: www.worldenergyoutlook.org



Zákon 300/2012. 2012. Zákon 300/2012 Z. z. z 18. septembra 2012, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov

Zákon 476/2008. 2008. Zákon 476/2008 Z. z. zo 4. novembra 2008 o efektívnosti pri používaní energie (zákon o energetickej efektívnosti) a o zmene a doplnení zákona č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 17/2007 Z. z.

Zákon 555/2005. 2005. Zákon 555/2005 Z. z. z 8. novembra 2005 o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Autori

Prof. Ing. arch. Julián Keppel, CSc.
Profesor na ÚEEA FA STU v Bratislave

Vedúci (a spoluzakladateľ) ÚEEA, venuje sa vášňam architektúry a prostredia, geometrii slnečného lúča a využitiu solárnej energie v architektúre; jedno z jeho diel má ocenenie „Stavba roka“.

Ing. arch. Lorant Krajcsovics, PhD.
Pedagóg na FA STU, podpredseda iEPD

Venuje sa problematike udržateľnej výstavby, najmä nízkoenergetických a pasívnych budov, a výskumu využívania slnečnej energie v budovách a urbanistických súboroch.

Ing. arch. Ján Legény
Doktorand na FA STU v Bratislave

Zameriava sa na problematiku využívania slnečného žiarenia v architektúre a urbanizme, je spoluzakladateľ architektonického ateliéru TRESarchitects.

Ing. arch. Peter Lovich, PhD.
Pedagóg na FA STU v Bratislave

Venuje sa problematike konverzie a recyklácie architektúry, jeho užšou špecializáciou je konverzia architektúry na obytnú funkciu.

Ing. arch. Peter Morgenstein
Doktorand na FA STU v Bratislave

Zaoberá sa tvorbou udržateľnej architektúry a urbanizmu, v súčasnosti sa zameriava najmä na uplatnenie solárnej energie v urbánnych štruktúrach.

Ing. Alena Ohradzanská
Riaditeľka odboru stavebníctva MDVRR SR

Pôsobí v oblasti stavebníctva a energetickej hospodárnosti budov, venuje sa tvorbe strategických a koncepčných materiálov, tvorbe zákonov a všeobecne záväzných predpisov.

Prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.
Profesor na KTZB SvF STU v Bratislave

Venuje sa problematike energetických auditov a certifikácie budov, zabezpečeniu kvalitného vnútorného prostredia budov a progresívnym systémom techniky prostredia.

Doc. Ing. arch. Henrich Pifko, PhD.
Pedagóg na FA STU, predseda iEPD

Dlhodobo sa venuje problematike udržateľnosti sídiel, alternatívnym technológiám a materiálom, no najmä výskumu a navrhovaniu energeticky efektívnych budov.

Ing. arch. Branislav Puškár, PhD.
Pedagóg na FA STU v Bratislave

Zaoberá sa problematikou inteligentných budov a hľadaním architektonického pohľadu na túto oblasť stavebníctva.

Ing. arch. Lukáš Šíp, PhD.
Pedagóg na FA STU v Bratislave

Venuje sa najmä architektonickému výrazu a estetickým kvalitám udržateľnej architektúry, skúmaniu širších súvislostí pojmu udržateľnosť a ich vplyvov na architektonickú tvorbu.

Prof. Ing. arch. Robert Špaček, CSc.
Profesor na ÚEEA FA STU v Bratislave

Od osemdesiatych rokov sa venuje výskumu architektúry priateľskej voči prostrediu, v ostatnom čase sa zameriava na fenomén udržateľnosti.

Ing. Henrieta Tölggyessyová
Slovenský ústav technickej normalizácie

Vedúca oddelenia stavebníctva a dopravy na SÚTN, je tiež tajomníčkou technickej komisie TK 112 „Trvalá udržateľnosť výstavby“.