

Základné štandardy ekologickej a energetickej udržateľnosti stavieb

doc. Ing. arch. Henrich Pifko, PhD.

Pri vypracovaní architektonických štúdií budú dodržiavané nižšie uvedené zásady a parametre. Vychádza sa pritom z environmentálnych požiadaviek ktoré môžu byť dôležité aj pri rozhodovaní o financovaní projektu z verejných zdrojov.

Environmentálne požiadavky

Vysoká energetická hospodárnosť stavby: minimálna potreba energie na vykurovanie, chladenie, vetranie, ohrev vody, umelé osvetlenie a prevádzku spotrebičov, čo najvyšší podiel pokrytia potreby energie energiou z obnoviteľných zdrojov: reálne dosiahnutie štandardu budov s takmer nulovou spotrebou energie.

Minimalizácia emisií CO₂, SO_x a viazanej energie v rámci celého životného cyklu stavby: od voľby stavebných materiálov cez parametre počas prevádzky až po recyklovateľnosť konštrukcií, uprednostnenie materiálov z obnoviteľných zdrojov a z miestnych či regionálnych zdrojov.

Reakcia na zmeny klímy: vsakovanie zrážkových vôd na mieste (a prípadné využívanie dažďovej, šedej či úžitkovej vody a šetrenie pitnej vody), čo najvyšší podiel zelene (vrátane vegetačných striech či stien), možnosť tienenia exteriérových pobytových priestorov a ochrana interiérov pred prehrievaním v letnom období.

Voľba lokality: uprednostnenie miest s dobrou dostupnosťou hromadnou dopravou, s možnosťou vo veľkej miere využívať slnečnú energiu (orientácia, tienenie).

Vysoká kvalita vnútorného prostredia: zabezpečenie čerstvého vzduchu, tepelnej, svetelnej a akustickej pohody, ochrany pred škodlivými vplyvmi a bezpečnosti pri užívaní.

Ochrana a podpora biodiverzity: riešením zelene na pozemku stavby vieme prispieť aj k napĺňaniu tohto cieľa udržateľnej architektúry.

Dôraz na tieto požiadavky vyplýva aj z toho, že navrhované objekty majú byť financované z verejných zdrojov, pravdepodobne aj z prostriedkov z Plánu obnovy či viazaných na Európsku zelenú dohodu, kde napĺňanie environmentálnych kritérií je podmienkou čerpania týchto peňazí.

Odporúčania pre naplnenie environmentálnych požiadaviek

Vysoká energetická hospodárnosť stavby

Základom energetickej optimalizácie konceptu stavby sú pasívne riešenia, v prvom rade kvalitná tepelná izolácia (U-hodnoty stien, strechy, podlahy i okien podľa odporúčania normy) s minimalizáciou tepelných mostov a zabezpečením nízkej vzduchovej priepustnosti. Mechanické vetranie so spätným získavaním tepla (rekuperáciou) znižuje tepelné straty vetraním. Možnosť exteriérového zatienenia okien zníži nároky na chladenie budovy v lete. V rukách architekta je optimalizácia faktoru tvaru budovy a veľkosti aj rozmiestnenia okien.

Druhým krokom je použitie zariadení s čo najvyššou účinnosťou premeny energie: tepelných čerpadiel s vysokým výkonovým číslom, účinných kotlov, ventilátorov a obehových čerpadiel s nízkou spotrebou energie, rozvodov s nízkymi stratami, osvetľovacích telies a ďalších spotrebičov v čo najvyššej triede účinnosti. Sem patrí aj progresívne riešenie riadenia a regulácie technických systémov budovy.

Týmito krokmi minimalizujeme potrebu energie na prevádzku budovy, na ne nadväzuje čo najvyššie pokrytie tejto potreby obnoviteľnými zdrojmi: teplom prostredia cez tepelné čerpadlá alebo solárnu energiou cez termické alebo fotovoltaické kolektory. K OZE môžeme priradiť aj mikrokogeneráciu. Pri návrhu solárnych panelov odporúčame v architektonickom koncepte ich integráciu do stavebných konštrukcií.

Kroky k uhlíkovej neutralite

K minimalizácii emisií CO₂ prispeje najmä zvýšenie energetickej hospodárnosti budov. Z hľadiska smerovania k „nízkouhlíkovému“ hospodárstvu, no ani z hľadiska bezpečnosti a stability dodávok, nie je pri pokrývaní potreby tepla optimálnym riešením spaľovanie fosílnych palív vrátane zemného plynu. Spaľovanie biomasy je tiež obmedzené dostupnosťou paliva, nárokmi na jeho skladovanie a emisiami škodlivín. Potrebu tepla je vhodnejšie pokrývať pomocou tepelných čerpadiel, prípadne v kombinácii s solárnymi kolektormi. Pri pokrývaní časti potreby elektriny je vhodné využívať fotovoltaické systémy, v ideálnom prípade integrované do architektonického konceptu.

Pri voľbe stavebných materiálov je vhodné voliť také, ktoré majú čo najnižšie emisie CO₂ pri ich výrobe a doprave. Z tohto hľadiska je veľmi výhodným stavebným materiálom drevo a ďalšie minimálne spracované prírodné materiály (nepálená hlina, slamené bloky, izolácie z rastlinných vlákien). Ak už musíme voliť materiál s vysokými „viazanými“ emisiami CO₂, napríklad betón, mali by sme ho použiť v čo najmenšom množstve. Pre ilustráciu: ak máme rodinný dom v energetickej triede A0 a postavený z konvenčných materiálov (betón, pálená tehla, EPS izolácie), emisie CO₂ z 80 rokov prevádzky sú približne rovnaké ako množstvo CO₂ uvoľnené pri výrobe, doprave a zabudovaní stavebných materiálov. Ak rovnako veľký dom postavíme z dreva, emisie CO₂ z jeho výstavby sú blízke nule (samotné drevo má zápornú uhlíkovú bilanciu, strom zachytil a do svojich tkanív uložil tony CO₂ z atmosféry).

Významným krokom k obehovému hospodárstvu je využívanie stavebných materiálov z recyklovaných surovín (napríklad penové sklo, celulózová izolácia) a navrhovanie stavebných konštrukcií tak, aby sa použité materiály dali ľahko recyklovať.

Viazané emisie CO₂ a ďalšie parametre stavebných materiálov sú uvedené v ich Environmentálnom prehlásení o produkte (EPD), dajú sa nájsť aj v databázach. Aj približné hodnoty z tabuliek sú použiteľné pri porovnávaní alternatív a rozhodovaní o koncepte stavby.

Reakcia na zmeny klímy

Klimatická zmena sa u nás prejaví v niekoľkých rovinách. Menšie množstvo zrážok a ich väčší odpar vedie k vysušaniu pôdy, reagujeme na to snahou o využitie všetkých zrážkových vôd na mieste ich vsakováním namiesto odvedenia do kanalizácie – tá väčšie objemy často nezvláda odvádzať. Problémom je nepravidelná distribúcia zrážok, dlhšie suché obdobia spochybňujú výhodnosť zachytávania dažďovej vody do nádrží, privalové dažde spôsobujú nielen občasné vybreženie vodných tokov, ale aj lokálne záplavy. S tými musíme počítať, navrhujeme rigoly či suché poldre a rýchlosť odtoku zrážkových vôd spomaľujeme vodopriepustnými povrchmi a vegetačnými strechami.

Pitná voda je čoraz vzácnejší zdroj a tam, kde stačí úžitková voda, napr. polievanie záhrady či splachovanie WC, by sme ju nemali používať. Na mnohé účely postačí po prefiltrovaní zachytená dažďová voda, úžitková voda zo studne či rieky, „šedá“ voda zo sprch a umývadiel či vyčistená odpadová voda z domovej čističky. K šetreniu vody napomôžu aj úsporné armatúry či špeciálne riešenia WC.

Ďalšou rovinou zmeny klímy je otepľovanie – za pár desaťročí musíme na Slovensku počítať s teplotami ako dnes na Balkáne. Tomu by sme mali venovať pozornosť pri návrhu budov (tepelné izolácie, vonkajšie tienenie okien, riadené vetranie, strojové chladenie (alebo aspoň príprava naň) či využitie zemného výmenníka, vnútorné konštrukcie s vyššou akumuláciou tepla v kombinácii s možnosťou intenzívneho nočného vetrania, tienenie vonkajších obytných priestorov (terasy, balkóny), využitie vegetačných striech) aj pri riešení exteriérov (voľba vhodnej zelene, využitie vodných plôch, dôraz na tienenie, svetlé povrchy).

Voľba lokality

Ak máme na výber, mali by sme uprednostniť využitie lokalít s dobrou dostupnosťou verejnou dopravou – obzvlášť pri užívateľoch, pre ktorých je používanie osobného auta problematické. Výhodné je aj prostredie, ktoré je bezpečné pre chodcov a cyklistov. Pozemok stavby by mal tiež umožniť trávenie času v bezpečnom exteriérovom prostredí.

Ďalšou témou súvisiacou s umiestnením stavby je potenciál využitia slnečnej energie – je nižší, ak je pozemok zatienený okolitou výstavbou, vysokou zeleňou či terénom. Ak chceme využívať slnečnú energiu pasívne, len tepelnými ziskami cez okná, dôležitá je aj možnosť orientácie veľkých okien na juh bez významného zatienenia v zimnom období.

Pri využívaní tepelných čerpadiel je výhodou, ak môžeme využiť získavanie tepla z vody (cez dve studne) alebo máme k dispozícii voľnú plochu pozemku vhodnú pre uloženie zemného výmenníka či geologické podložie vhodné pre výmenník vo vrte.

Vysoká kvalita vnútorného prostredia

Pre kvalitu podmienok pre pobyt ľudí je dôležitá kvalita vzduchu v interiéri. Dostatočné (no nie nadmerné) vetranie najlepšie zabezpečí mechanický systém s automatickým riadením podľa vlhkosti a koncentrácie CO₂, zaistí čerstvý vzduch (v zime predhriaty, v lete ho môžeme mierne ochladiť) bez prachu, bez prístupu pre hmyz a bez prieniku hluku z exteriéru. Ohrevom vetracieho vzduchu môžeme pružne pokrývať časť tepelných strát, čo je výhodné najmä pri podlahovom /stenovom vykurovaní a pri temperovaní betónového jadra stavby. Vetranie oknami je využiteľné najmä pri potrebe intenzívnejšieho vetrania. Pre kvalitu vzduchu v interiéri je dôležité aj použitie materiálov (vrátane lepidiel či náterových látok) bez emisií škodlivín a zabránenie prieniku radónu do interiéru.

Pre tepelnú pohodu v zime je popri ohreve vzduchu vykurovacími telesami dôležitá aj povrchová teplota stien a okien, v dobre izolovanom dome je to zaistené. Výhodné je podlahové kúrenie, pri použití radiátorov môžeme naraziť na nepochopenie – na pokrytie tepelných strát často stačí ich teplota okolo 25°C, no na dotyk je takýto kovový radiátor studený, čo môže viesť k presvedčeniu o jeho poruche alebo k zbytočnému prekurovaniu priestorov. Pre letnú tepelnú pohodu je potrebné účinným vonkajším tienením okien zabrániť nadmerným solárnym tepelným ziskom. Odporúčame regulovateľné tienenie (rolety, žalúzie, okenice), ochrana zasklením s nízkou priepustnosťou slnečných lúčov nás pripravuje o žiaduce solárne zisky v zime, no aj o časť denného svetla. Denné svetlo strácame aj pri tienení presahom konštrukcií (balkón, strecha), ktoré je však málo účinné pri západnej alebo východnej orientácii okien a na jar či na jeseň, keď je už teplo, no slnko je nízko.

Svetelná pohoda znamená v prvom rade dostatok denného svetla – mali by sme to overovať výpočtom. Dôležité je aj obmedzenie nadmerných kontrastov, oslnenia či reflexov. To platí aj pre umelé osvetlenie, dnes z hľadiska energetickej úspornosti uprednostňujeme LED svietidlá.

Akustická pohoda má niekoľko stránok. Pred prienikom hluku zvonka nás dnes dostatočne chránia konštrukcie stien a kvalitné zavreté okná. Hluk spôsobený užívateľmi tlmia pohltivé povrchy,

vyhýbame sa tvrdým a zvuk odrážajúcim povrchom (najmä v prípade, že by boli oproti sebe). Hluk spôsobený prevádzkou techniky eliminujeme jej umiestnením v akusticky izolovaných priestoroch, pružným uložením zariadení, aby sa neprenášali vibrácie (to sa týka najmä tepelných čerpadiel) a umiestnením účinných tlmičov hluku do správne dimenzovaných rozvodov vetrania.

Bezpečnosť pri užívaní sa, popri samozrejmej bezbariérovosti, týka starostlivo zváženej spôsoby otvárania dverí, použitia zasklení bezpečných pri rozbití, dostatočnej výšky zábradlí, protišmykového riešenia dlažieb (a podlahových krytín vôbec) a minimalizácii rizík v kuchynskej zóne – musíme počítať aj s občas nie štandardným správaním užívateľov. Samozrejmosťou je aj protipožiarna ochrana, pri viacpodlažných objektoch treba domyslieť riziká pri evakuácii osôb s obmedzenou pohyblivosťou. Pre zabezpečenie hygienickej bezpečnosti treba rátať s dobrou čistiteľnosťou všetkých povrchov (vrátane rozvodov vzduchotechniky).

Ochrana a podpora biodiverzity a iné

Táto téza sa týka skôr urbanistických mierok, aj na pozemku malej stavby však vieme prijať užitočné opatrenia: zeleň blízka prírodným ekosystémom, priestor pre včely či „hmyzí hotel“, vtáčie búdky...

Odporúčame automatizáciu riadenia kvality vnútorného prostredia a pripravenosť pre nasadenie technológií „smart building“.

Dosiahnutie odporúčaných štandardov udržateľnosti

Pre napĺňanie vyššie uvedených odporúčaní tu zhrňame zásady, ktoré by mali byť uplatnené pri dopracovaní projektov navrhovaných stavieb a pri verejnom obstarávaní ich projektantov a realizátorov.

Zásady pri výbere projektanta a dopracovaní projektu

Do požiadaviek na projektanta a dopracovanie projektu vyžadujeme zahrnúť:

Energetická hospodárnosť:

Súčiniteľ prechodu tepla U podľa odporúčaných hodnôt STN 76 0540-2/Z2 ($W/(m^2 \cdot K)$): obvodová steny a šikmé strechy (sklon nad 45°): do 0,15; strechy: do 0,10; podlaha: do 0,40; strešné okná: do 1,00. Pre okná a ext. dvere prinajmenšom vyžadované hodnoty U_w do 0,85 (odporúčané sú 0,65). Vetranie s rekuperáciou: účinnosť najmenej 80%, potreba energie na prevádzku najviac $0,40 \text{ Wh/m}^3$. Eliminácia tepelných mostov: preukázaná výpočtom alebo použitím štandardných detailov so známymi parametrami. Pri použití vonkajších rozmerov konštrukcií súčet hodnôt lineárnych TM má záporné hodnoty.

Projektovo riešená rovina neprievzdušnosti so súhrnom odporúčaní pre jej realizáciu.

Projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti spracované v podrobnosti a štruktúre energetického certifikátu so zárukou dosiahnutia en. triedy A0 pri realizácii stavby podľa projektu. Najmenej 50 % potreby energie bude pokryté z obnoviteľných zdrojov na budove, v nej či v jej blízkosti. Pri výbere použitých systémov OZE treba vychádzať z ekonomického posúdenia nákladov a výnosov aspoň dvoch alternatív počas dvoch desaťročí prevádzky pri predpoklade stabilných cien energie na úrovni, aká je v čase spracovania projektu.

Meranie a regulácia: návrh automatizovaného systému s pripravenosťou na „smart“ riešenia.

Udržateľnosť, emisie CO₂:

Pre budovu v rámci projektu spracovať posúdenie udržateľnosti podľa metodiky CESBA (Common European Sustainable Building Assessment), posúdiť aspoň dve alternatívy materiálového riešenia a zvoliť výhodnejšiu z nich.

Zásady pre výber realizátora stavby, pre samotnú výstavbu a pre kontrolu kvality

Do požiadaviek na realizátora stavby a kontrolu kvality vyžadujeme zahrnúť:

Realizácia stavby dôsledne podľa projektu, akúkoľvek zmenu podmieniť nezhoršením energetickej hospodárnosti a udržateľnosti, súhlasom projektanta, investora a stavebného dozoru.

Významnú časť ceny stavby (20 %) viazať na splnenie kvalitatívnych parametrov (dodržanie energetickej hospodárnosti, nízkej vzduchovej priepustnosti a vylúčenie tepelných mostov).

Montáž okien bezpodmienečne v súlade s požiadavkami normy STN 73 3134 (teda s využitím tesnenia pripájacej škáry páskami).

Pri kontaktnom tepelnoizolačnom systéme zamedziť prúdenie vzduchu medzi murivom a izoláciou, pri všetkých použitých materiáloch a konštrukciách dôsledne postupovať podľa odporúčaní výrobcu a technických listov.

Požadovaná vzduchová priepustnosť izolačného obalu stavby n_{50} je najviac $0,6 \text{ h}^{-1}$, jej dosiahnutie overiť tzv. blower-door testom dvoma meraniami podľa STN EN ISO 9972 (73 0576).

Vylúčenie významných tepelných mostov a netesností overiť v priebehu výstavby termovíznym meraním (stačí orientačné posúdenie).

Spracovanie energetického certifikátu podmieniť kontrolou realizácie na stavbe.

Pre kontrolu kvality využiť stavebný dozor, nezávislý od projektanta aj od realizátora stavby.

Odkazy na pramene

Všeobecná legislatíva a dokumenty:

[SMERNICA č. 2012/27/EÚ z 25. mája 2012 o energetickej efektívnosti](#)

[SMERNICA č. 2010/31/EÚ z 19. mája 2010 o energetickej hospodárnosti budov \(2. revízia\)](#)

[SMERNICA č. 2018/844/EÚ z 30. mája 2018 o energetickej hospodárnosti budov \(3. revízia\)](#)

[NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY \(EÚ\) 2021/241 z 12. februára 2021, ktorým sa zriaďuje Mechanizmus na podporu obnovy a odolnosti](#)

[ZÁKON 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov v znení 300/2012 Z.z. a 378/2019 Z.z.](#)

[VYHLÁŠKA 364/2012 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon 555/2005 Z.z., v znení 324/2016 a 35/2020.](#)

[VYHLÁŠKA 259/2008 Z. z. o podrobnostiach o požiadavkách na vnútorné prostredie budov ... v znení vyhlášok 210/2016 Z.z. a 124/2017 Z.z. Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky](#)

Vybrané špecifické normy:

[STN 76 0540-2/Z1/Z2 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stav. konštrukcií a budov.](#)

[STN 73 3134 Stavebné práce. Styk okenných konštrukcií a obvodového plášťa budovy.](#)

[STN EN ISO 9972 \(73 0576\) Tepelnotechnické vlastnosti budov. Stanovenie vzduchovej priepustnosti. a iné...](#)

Iné podklady či nástroje:

[Hodnotenie udržateľnosti budov - metodika CESBA – plus príručka a sw \(xls\)](#)

[Voľba materiálov – porovnanie PEI, CO₂, SO_x \(xls\)](#)

Inšpirácie:

[Rukoväť udržateľnej architektúry \(SKA\)](#)

[Manuál energeticky úsporné výstavby \(ČKA\)](#)

[NEED - navrhovanie energeticky efektívnych domov \(Eurostav\) – náhľad](#)

[Príručky Multicomfort House \(ISOVER\)](#)

[Brožúra Active House Specifications \(AHA\)](#)

[Materiály pre PD \(iEPD a ArTUR\)](#)