



BYTOVÝ DOM NA MIERU

Pasívny dom Wohnen & Arbeiten vo Freiburgu v štvrti Vauban je po technickej stránke veľmi zaujímavou architektúrou. Nie je to žiadna novinka (naopak: je to prvý pasívny bytový dom v Nemecku a býva sa v ňom už siedmy rok), ale toľko inovatívnych riešení v jednom objekte ani dnes bežne nevidíme. Kvôli nim a zároveň kvôli solídnej architektúre domu som chcel o ňom napísať, ale pri štúdiu podkladov som natrafil na pár faktov súvisiacich s jeho vznikom. Začnem nimi – nielen kvôli chronológii, ale aj preto, že ich považujem za rovnako inšpiratívne.

Bytový vs. rodinný dom

Keď sa zamýšľame nad vzťahom architektúry a prostredia, jedným z vypuklých problémov je dezurbanizácia: útek ľudí na predmestia a na vidiek, rozsiahla a neefektívna výstavba rodinných domov. Okolo miest vzniká riedka a beztvárá sídelná kaša. Je čoraz zjavnejšie, že iba vymieňame sídliská-nocľahárne za dediny-nocľahárne, ale vízia kvality bývania v rodinnom dome je príliš lákavá. Jednou z odpovedí architektov na tento trend je snaha prinavrátiť mestskému bývaniu jeho niekdajšiu príťažlivosť. Zvykneme hovoriť o snahe priblížiť bývanie v bytových domoch kvalite života v rodinnom dome.

Bytové domy, ktoré sa snažia ponúknuť novú kvalitu mestského bývania, sú spravidla nízkopodlažné domy (do štyroch poschodí), byty na prízemí sú priamo spojené s predzáhradkou (snahou je k všetkým bytom pridať kus vonkaj-

šieho obytného priestoru), vstupy do bytov sú často priamo „zvonka“ a časté sú aj mezonetové dispozície a široká škála flexibilných bytov pre rôzne sociálne skupiny.

Dom Wohnen & Arbeiten (bývanie a práca) patrí tiež do tejto kategórie a obohacuje ju o ďalší rozmer: jednotlivé byty (často v spojení s domácim pracoviskom) sú robené obyvateľom doslova „na mieru“, rovnako, ako sa projektujú slušné rodinné domy. Riešenia bytov reagujú na odlišné potreby, ani dva nie sú rovnaké. Je to vďaka tomu, že investorom bola skupina budúcich obyvateľov a architekti pripravovali projekt v úzkej spolupráci s nimi. Trochu iný prístup než bežná výstavba „pre kšeft“ – a aj trochu iný výsledok. Výsledok, ktorý prenáša „fajnovosť“ individuálneho riešenia vĺ do bytového domu s bežným štandardom, stiera časť rozdielov medzi kvalitou bývania v rodinnom a bytovom dome a zároveň pri-

chádza s inováciami, ktoré výrazne zlepšujú efektívnosť jeho prevádzky.

Efektívny pasívny dom

Základnou inováciou v čase vzniku domu W&A bolo riešenie viacbytového objektu ako energeticky pasívneho domu. Teda domu, ktorý na zabezpečenie tepelnej pohody (či v zime alebo v lete) nepotrebuje konvenčný vykurovací či klimatizačný systém. Aby to mohlo byť dosiahnuté, takýto dom musí mať potrebu tepla na vykurovanie oproti bežným domom zníženú o 90 %, nepotrebuje naň ročne viac než 15 kWh na m² úžitkovej plochy. Na dosiahnutie takto úspornej prevádzky vystačí s vcelku nenáročnou technikou, k úsporám prispieva najmä kvalita stavebných konštrukcií a náklady navyše v porovnaní s bežnou výstavbou sú v priemere 10 %. Dom W&A bol (bez výroby bioplynu) len o 7 % drahší než bežný dom spĺňajúci odporúčania normy. Za prijá-

teľnú cenu vďaka jednoduchému a kompaktnému tvaru a uvažlivej voľbe technológií.

Pasívny dom spravidla definujeme ešte dvoma ukazovateľmi. Potreba primárnej energie na celú prevádzku domu by mala byť do 120 kWh/m²a, hodinová výmena vzduchu pri pretlakovom teste by nemala prekročiť 0,6-násobok objemu domu. Ak má rozvod tepla pre kúrenie zabezpečiť vetrací systém, tepelná strata domu by mala byť do 10 W/m². Ďalšie odporúčania sa týkajú kvality obvodového plášťa a konštrukčného riešenia - U nepriehľadných obvodových konštrukcií by malo byť pod 0,15 W/m²K (pri menšom objekte to často musí byť okolo 0,1), U okien by malo byť pod 0,8 W/m²K a ak počítame s pasívnym využitím solárnej energie, sklo by z nej malo prepúšťať aspoň polovicu ($g > 0,5$). Stavba by mala byť riešená bez výraznejších tepelných mostov a potrebuje riadené vetranie so spätným získavaním tepla z vetracieho vzduchu. K zníženiu potreby primárnej energie môžu výrazne prispieť slnečné kolektory alebo použitie tepelného čerpadla.

Efektívnosť budovy je pre nás pomer medzi úžitkom zo stavby a investíciami na jeho dosiahnutie. Pasívne domy pre svoju prevádzku potrebujú len pätinu energie nevyhnutnej na zabezpečenie pohody a funkčnosti v bežných budovách. Efektívnosť však zlepšuje aj zvýšenie úžitku: optimálne riešenie domu (bytu), architektonická kvalita, lepšia kvalita mikroklimy obytného prostredia a nadštandardná tepelná pohoda počas celého roka. Pasívne domy prinášajú desaťnásobné zvýšenie efektívnosti prevádzky oproti našej bežnej výstavbe.

História a koncepcia

Štvrť Vauban vznikla na mieste bývalých francúzskych kasární a snaží sa ponúknuť „zelenšiu“ alternatívu mestského bývania s nízkoenergetickými a ekologickými domami, s obmedzeným prístupom automobilovej dopravy do obytného prostredia a s využívaním solárnej energie. Myšlienka postaviť pasívny bytový dom v tejto časti Freiburgu sa zrodila v hlave architekta Michaela Giesa (Common & Gies Architekten), biológ Jörg Lange prišiel s originálnymi nápadmi pre riešenie alternatívnych sanitárnych systémov. Tieto dva koncepty sú základom domu W&A. Čoskoro sa našli prví záujemcovia o projekt a s pomocou združenia Forum Vauban vznikla skupina súkromných investorov, ktorá vzala prípravu výstavby do svojich rúk. Partnerom sa stal výskumný ústav Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme (Martin Ufheil), vláda podporila výskumné projekty spojené s výstavbou a pomohol aj darmstadtský Passivhaus-Institut. Projektovanie trvalo tri roky, výstavba rok a od roku 1998 je dom v prevádzke - osem vykurovacích období potvrdilo funkčnosť riešenia tohto pasívneho bytového domu.

Energetický koncept W&A vychádza najmä z toho, že ide o pasívny dom: dobré izolácie, špičkové okná orientované prevažne na juh, vylúčenie tepelných mostov a vetranie s rekuperáciou. Dom W&A šetrí pitnú vodu, odpadové vody a organický odpad spracováva na mieste (redukujú náklady i zaťaženie kanalizačnej siete) a umožňuje vrátenie kalov z čističky ako hnojiva späť do poľnohospodárskej produkcie, obno-

vujúc prerušený cyklický kolobeh živín.

Osobitostí mal aj plánovací proces. Integrované projektovanie so spoluprácou všetkých zúčastnených profesií a obyvateľov bolo úspešné, ale náročné - náklady však pomohli pokryť výskumné granty, ktorých výsledky sú verejne dostupné.

Architektúra, konštrukcie

Štvorpodlažný bytový dom obsahuje 16 rôzne veľkých bytov a 4 pracovné priestory. Ich otvorené priestory (z hľadiska konštrukcií) umožňujú prispôbovanie dispozície meniacim sa potrebám. Jednoduchá hmota objektu má na južnej strane veľkorysú zasklenia s posuvnými dverami na predsadené samonosné balkóny, prístup do bytov je zo severnej strany z pavlačí (opäť riešených ako samostatná konštrukcia bez tepelných mostov k domu). V nezaťapenom suteréne sú pomocné priestory a domová technika.

Nosné konštrukcie sú masívne: priečne nosné steny z vápenopieskových tehál a stropy zo železobetónu zabezpečujú akustický komfort a akumuláciu tepla. Variabilita rozponov umožňuje rôznorodé riešenia bytov, obvodové steny nie sú nosné. Plášť budovy tvoria prefabrikované stenové panely s drevenou konštrukciou, drevené je aj zastrešenie, hrúbka tepelnej izolácie je v priemere 35 cm. Povrch stien je tvorený obkladmi z dreva či drevocementových dosiek (len štitové steny sú omietané), extenzívnej zelenej streche stačí 12 cm zeminy. Drevené okná sú zasklené izolačnými trojsklami ($U=0,7$ W/m²K), obdobné parametre majú zasklené vstupné dvere. Ochranu



proti slnku tvoria na juhu preadsadené konštrukcie a vnútorné žalúzie, na východe a západe účinnejšie vonkajšie žalúzie. Časti stavby bez nárokov na tepelný komfort (suterén, domové komunikácie) sú, mimo izolovaného „jadra“ domu, obdobne ako samonosné konštrukcie balkónov a pavlačí z pozinkovanej ocele resp. betónu, ktoré sa k domu pripájajú bez väčších tepelných mostov. Lahké priečky sú riešené rôzne (štandardne dvojité sadrokartón so zvukovou izoláciou), podlahy sú ťažké plávajúce s krytinou podľa voľby investora, povrch stien je najčastejšie stierková omietka, vnútorné dvere majú výšku 212 cm. Sanitárne zariadenia sa môžu variabilne pripájať k inštaláčnym šachtám.

Vetrание, vykurovanie

Dostatočné množstvo čerstvého vzduchu zabezpečuje centrálny vetrací systém s rekuperáciou tepla. Vykurovanie je riešené minimalizovanými radiátormi (sú len v každej druhej izbe), väčšinu potrebného tepla získava dom pasívnymi solárnymi ziskami cez okná a z vnútorných zdrojov (prevádzka spotrebičov, pohyb ľudí), zvyškovú potrebu tepla pokrýva kogeneračná jednotka na zemný plyn a vykurovanie podporuje aj aktívny solárny systém s teplovodnými kolektormi. Potreba tepla na vykurovanie bola spočítaná dynamickým simulačným programom TRNSYS a predstavuje 10,2 kWh/m²a – skutočná ročná spotreba (meraná rok po dokončení stavby) je 10,8 kWh na m² úžitkovej plochy domu. Na prípravu teplej vody (vrátane cirkulácie) treba v tomto prípade dvakrát viac tepla než na vykurovanie... Letné teploty v interiéri neprekračujú 27°C – napomáha tomu najmä zatienenie južnej fasády balkónmi.



Kogenerácia, solárne systémy

Pri výrobe elektriny turbínami a generátormi sa len menšia časť energie paliva zmení na elektrickú energiu – zvyšok tvorí „odpadové“ teplo. Jeho využitie pre

vykurovanie objektov je základnou myšlienkou kogenerácie – energeticky efektívnej spoločnej výroby tepla a elektriny. Poznáme ju skôr z veľkých teplární, na trhu sú však aj malé „blokové“ generátory. V dome W&A sa potvrdila ekonomická aj ekologická výhodnosť malej kogeneračnej jednotky na zemný plyn – beží cca 2 400 hodín ročne, vyrobí 25 MWh tepla a 13 MWh elektrickej energie. Aj vďaka nej je potreba primárnej energie na prevádzku domu (bez zohľadnenia prínosu využitia bioplynu) len 63,5 kWh/m²a – kritérium pre pasívny dom je 120 kWh/m²a, kvalitná novostavba spĺňajúca normu potrebuje 220 kWh/m²a. Ďalšie úspory prináša dvojitý lowwattový spalínový výmenník tepla.

Teplovodný solárny systém vyrába ročne zhruba 16 MWh využívanej energie (a ušetrí tým 35 % celkovej spotreby tepla), od apríla do septembra v plnom rozsahu pokrýva potrebu tepla na prípravu teplej vody a v prechod-



ných obdobiach podporuje aj vykurovanie. Pozostáva z 50 m² solárnych kolektorov a dvoch akumuláčnych nádrží (spolu 3,2 m³).

S fotovoltickým solárnym systémom sa z ekonomických dôvodov pôvodne ani nepočítalo, ale snáď aj preto, že Freiburg je „hlavné mesto solárnej architektúry“, pribudlo nakoniec 60 m² fotočlánkov (špičkový výkon 3,2 kW, ročná výroba elektriny 3 MWh) a kompaktný 2,5 kW menič pre pripojenie do verejnej siete. V spojení s využívaním úsporných spotrebičov v domácnostiach tak vlastná výroba elektriny v dome pokrýva 56 % jej spotreby.

Vákuové WC, bioplyn a čistička

Veľká časť spotreby pitnej vody sa premráha na splachovanie WC. V dome W&A je toto plytvanie odstránené použitím technológie podtlakových toaliet, ktoré poznáme z lietadiel, lodí či moderných vlakov – na spláchnutie nepotrebujú bežných 5 až 9 litrov vody, stačí im desatina tohto množstva. A namiesto pitnej vody sa tu môže vyu-



žiť vyčistená „šedá voda“ z kúpeľní a kuchýň, kde boli navrhnuté úsporné armatúry. Výsledok: spotreba pitnej vody 5l litrov na osobu a deň, čo nie je ani tretina priemeru. Bonusom sú malé priemery kanalizačných potrubí, ktoré umožňujú flexibilné riešenie bytového príslušenstva, nevýhodou je nutnosť pravidelnej údržby podtlakového systému. Úspora pitnej vody znamená zároveň zníženie produkcie odpadových vôd. Koncentrovaná „čierna voda“ z toaliet sa môže spolu s kuchynským odpadom použiť na výrobu bioplynu a kaly bez prímiesi škodlivín sa využijú ako hnojivo. Energetický prínos nie je veľký, s bioplynom (40 % metán, zvyšok neutrálny CO₂) sa počíta na varenie, keďže pre vykurovanie je jeho produkcia nedostatočná. Spolu s čistením „šedej vody“ a jej opätovným použitím (najmä na zalievanie záhrad) však máme riešenie, ktoré neprodukuje znečistené odpadové vody a nemusí byť pripojené na kanalizačnú sieť.

Spoločenstvo, súvislosti

Pre výstavbu tohto domu sa združili ľudia s podobnými názormi, čo je dobrým základom pre vytvorenia spolupracujúcej komunity. Časť vybavenosti je preto riešená ako spoločná – nielen práčovňa a sušiareň, ale aj priestor pre mrazničky v chladnom suteréne. A ľudia sú s bývaním v dome W&A veľmi spokojní – prieskumy neukazujú žiadne podstatnejšie problémy. Vetrací systém je tichý a účinný, mnohí by však privítali individuálnu reguláciu. Spokojnosť je aj s tepelnou pohodou v miestnostiach. Akustická izolácia je tiež hodnotená ako veľmi dobrá. Technika beží spoľahlivo: vetranie a kogenerácia bez porúch, vákuový systém WC mal jeden výpadok spôsobený nesprávnym používaním. Pár problé-

mov sa vyskytlo v realizačnej fáze: na prvý pokus nebola dosiahnutá potrebná tesnosť domu, vyregulovanie vetrania trvalo dva mesiace. Solárny systém sa nepodarilo realizovať podľa pôvodných predstáv nad pavlačami – investori nenašli teplovodné kolektory vyhovujúce požiadavkám statiky, preto ich nahradili fotovoltickým systémom. Teplovodné kolektory boli potom zrealizované na streche a fungujú (až na prehriatie počas malých odberov v lete) bez problémov. Len správdzkovanie výroby bioplynu sa (kvôli projekčným aj legislatívnym problémom) výrazne zdržalo. Pár technických problémov sa teda vyskytlo, ale bez väčšieho vplyvu na spokojnosť užívateľov.

Zaujímavý je dopravný koncept: parkovanie v štvrti Vauban je riešené v dvoch parkovacích domoch, kde si každý obyvateľ musí kúpiť parkovacie miesto zhruba v cene auta (alebo sa zaviazne, že osobné auto nebude používať), na celý dom pripadajú len tri parkovacie miesta pre návštevníkov a obyvatelia sú podporovaní v spoločnom využívaní áut (car-sharing) – doň je zapojená aj časť domácností z W&A. Ale minimalizácia vynútenej osobnej mobility bola jedným z cieľov projektu, preto sa v dome popri bytoch nachádzajú aj pracoviská a ľudia akceptujú, že horší prístup autom je cenou za vyššiu kvalitu obytného prostredia.

Výzva pre nás

Pasívne bytové domy sú dnes v Nemecku či Rakúsku už bežnou vecou, začína výstavba celých súborov so stovkami bytov v pasívnom štandarde. Technika od čias výstavby domu W&A pokročila, mnohé z toho, čo bolo vtedy experimentom, je dnes rutinou. Ale spolupráca s obyvateľmi pri návrhu i realizácii, priblíženie kvalite bývania v rodinnom dome, obmedzenie závislosti na osobnom aute i minimalizácia odpadových vôd sú riešenia, ktoré dopĺňajú energetickú úspornosť pasívneho domu a jeho príspevok k ochrane klímy. Zároveň vidíme, že morálna životnosť takýchto domov je vysoká, aj dnes nás W&A oslovuje podobne ako v čase svojho vzniku. Architekt Michael Gies navrhol nedávno dokončený súbor bytových domov „Kleehäuser“ (tiež vo Freiburgu-Vaubane) na podobných princípoch, no ešte úspornejšie, v „nulovom“ štandarde, a jeden z jeho najnovších projektov, dom EcoLogis v Strasbourgu, tiež nezaprie inšpiráciu W&A.

Na Slovensku je situácia v oblasti výstavby energeticky efektívnych domov horšia než na „Západe“, prvé pasívne domy sa len stavajú, väčšie objekty sú zatiaľ v štádiu štúdií. Máme však jednu výhodu: môžeme vychádzať zo zahraničných skúseností. A aj keď podpora „zhora“ zatiaľ napriek výzvam zo strany EÚ chýba, prichádza spontánny záujem investorov i snaha o podporu z mimovládneho sektoru: Inštitút pre energeticky pasívne domy organizuje exkurzie, výstavy či konferencie a snaží sa pomôcť všetkým úprimným snahám o energeticky úspornú a k prostrediu ohľaduplnú architektúru. Ak sa teda púšťame do prípravy, projektovania či výstavby akýchkoľvek budov, zamyslime sa: nedali by sa navrhnuť ako moderné, úsporné a samozrejme aj pekné stavby? Aj dom Wohnen & Arbeiten vo Freiburgu nám môže byť inšpiráciou...

Ing.arch. Henrich Pifko, PhD.

Foto:

*www.giesarchitekten.de, www.passivhaus-vauban.de,
www.eeb.sk, www.iepd.sk,
Solar-Passivhaus „Wohnen & Arbeiten“, Freiburg, Vauban
(Schlussbericht). Wohnen & Arbeiten GbRmbH
a Fraunhofer ISE, Freiburg 2001.*