

Prvý **aktívny** dom na Slovensku

„ŽIŤ TAK, ABY PO NÁS NEOSTALA ŽIADNA DEKOLOGICKÁ ŠĽAPAJ“ – TO JE ZÁKLADNÁ MYŠLIENKA, KTORÚ MAJITEĽ TOHTO DOMU POČAS PLÁNOVANIA OHÝBAL VO VŠETKÝCH PÁDOCH. USKUTOČNIŤ TÚTO MYŠLIENKU ZNAMENALO VYTVORIŤ KONCEPT DOMU, KTORÝ BY BOL MINIMALISTICKÝ V SPOTREBE ENERGIE A MAXIMALISTICKÝ VO VYUŽÍVANÍ DOSTUPNÝCH ZDROJOV...



Zároveň to mal byť domov, ktorý poskytuje slobodu jej domácim obyvateľom, ale aj návštevníkom. To si na druhej strane vyžadovalo jednoduchosť riešenia tak, aby bolo pre užívateľov samozrejme a jednoduché ako vypínač na svetlo.

Od nápadu cez úskalia k cieľu

Koncepcia sa rodila skoro 5 rokov. Investor síce

vlastnil pozemok čiastočne orientovaný na juh, bol však dosť strmý. Terén sa priam núkal na realizáciu domu so zelenou strechou. Stavba mala byť domom pre celú rodinu a nielen pre autora myšlienky, a preto bolo potrebné riešiť kompromisy...

V prvom rade museli vyriešiť statiku zakladania domu do svahovitého pozemku v klasickom konštrukčnom prístupe. Znamenalo to zakladanie do „hrubých“ betónových základov, ktoré musia odolať tlaku zeminy aj prípadnej

vode zo svahu. Svah museli preventívne aj oddrenážovať. Pritom z pohľadu minimálnych zásahov do prírody investor položil nekompromisnú podmienku – všetka zemina musí ostať na pozemku. Táto požiadavka vnukla myšlienku vytvoriť pred dom z hmoty zeminy zo základov menšiu rovnú plochu vytvárajúcu protitlak svahu. Svah sa mierne odkope, vytvorí sa plošina pre stavebné stroje, zariadenie staveniska... Plocha sa po dokončení stavby zatravní a stane sa súčasťou domu. Úprava svahu záro-

veň dovoli „dom“ mierne natočiť na juh ešte viac a získať tak odporúčanú orientáciu pasívneho domu. Nakoniec padlo rozhodnutie ukončiť stavanie vzdušných zámok a prejsť k realizácii. Deti odrastali a čas spoločného súžitia sa krátil.

Myšlienka sa rodila skoro jeden rok. Nakoniec zvíťazil „horský dom“ typického tirolského vzhľadu s integrovanou modernou „prístavbou“. Táto prístavba vo forme zimnej záhrady a letnej kuchyne má poskytnúť užívateľom vstupný priestor do voľnej prírody. Zároveň má tvoriť „lapač“ teplých slnečných lúčov v zimnom čase.

Projektant a statik v tejto fáze rozmýšľali, ako sa budú stavbári na pozemku pohybovať, kde bude stáť bager, kde a ako príde domiešavač s betónom potrebným do základov. Vo svojich hlavách doslova a do písma na vypracovali projekt organizácie výstavby domu... Iba samotný projekt, podľa ktorého sa malo stavať, stále nebol. Svah „hovoriť“ o potrebe veľkej hmotnosti



Riadenie slnečných clon je závislé nielen od intenzity slnečného žiarenia a rýchlosti vetra, ale aj od teploty vzduchu v zimnej záhrade. Najmä v zime sa clony sťahujú, až keď je v zimnej záhrade dostatok tepla.

domu, ktorý bude odolávať tlakom zeme. Investor však stále videl peniaze „zaliata“ do betónu vo svahu a nie do obývacej úžitkovej plochy. Nakoniec „vytvorili“ riešenie: Základy domu sa otvoria slnku – a tak vznikol projekt obytného suterénu dokonale hydroizolovaného tromi vrstvami harmonizujúcich hydroizolácií a dokonale tepelne zaizolovaného (15 cm extrudovaného polystyrénu v zemi). Pod základovou doskou je 20 cm tepelnej izolácie. Takto vznikli základy pre „pasívnu“ obytnú nadstavbu.

Riešenie konštrukčného systému bolo jednoduchšie, nakoľko investor mal predstavu o tom, že dom musí byť aj ekologicky čistý. Riešením bola drevostavba – šlo len o hrúbky a typy izolácií. Investor okomentoval túto fázu prípravy takto: „O ničom inom som sa s vytípaným výrobcom drevostavby nerozprával, iba kde a ako dáme tepelné izolácie. Izoloval som vo dne i v noci.“ A aj v tejto fáze bolo potrebné „optimalizáciu“ v nejakej etape ukončiť.



Konštrukčná skladba obvodového plášťa, v ktorom sú v tepelnej izolácii zabudované drevené okná od firmy Makrowin stavebnej hrúbky 88 mm s izolačnými trojsklami, mala zabezpečiť výšku tepelných strát na úrovni 15 kWh/m²/rok. Tieto nízke straty sa vykryjú priamo výhrevnými elektrickými konvektormi v detských izbách 500 W, v obývačke 1 kW. Prax potvrdila, že výpočty potreby tepla na vykurovanie súhlasia, a preto vo finálnej verzii nahradia konvektory elektrické nízkoemisné vyhrievacie fólie pri oknách v stenách. (Dom sa dokončuje a „zabýva“). Tohtoročná zima ukázala, že pokiaľ svietilo slniečko, konvektory sa ani nezaplí. V prípade, že vonku tresli 18 stupňové mrazy bez slnka, fungovali v priemere iba pol dňa.

Popis konštrukčnej skladby stien a strechy drevestavby:

Pôvodná myšlienka investora sa pretavovala do reality aj výberom stavebných materiálov. Kvalitu vnútorného prostredia mali zabezpečiť materiály čo najbližšie prírode. Podlahy z masívneho dreva v kvalite čerešne alebo javora, drevené okná, vybavenie interiéru z masívneho dreva. Majitelia sa rozhodli pre okná od firmy Makrowin z Detvy. Nemuseli sme siahnúť po oknách tepelno-technickej TOP-špičky, postačovala modifikovaná verzia štandardných okien Makrowin 88. Stavebná hrúbka rámu 88 mm, izolačné trojsklo šírky 44 mm. Sklá boli zvolené ultračíre od výrobcu Nitrasklo s označením 4MAX-16-4EC-16-4Max celkovej hrúbky 44 mm a $U_q = 0,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k} \cdot \text{g} = 0,6$. Navyše je každé krídlo vybavené dvojitém sensorom otvorenia. Signál je spracovaný systémom elektronického zabezpečenia ako súčasť plášťovej ochrany a zároveň v prípade otvorenia okna vypína kúrenie a ventiláciu.

Dom s minimálnymi energetickými nárokmi bol navrhnutý tak, aby presahy striech vytvárali tieň pred neúprosnými horúcimi lúčmi v lete, ale zároveň púšťali do okien hrejivé slniečko v chladnom zimnom období. Toto však neplatilo v prípade „modernej“ časti domu. Tá si vyžiadala iný prístup. Presklenia zimnej záhrady a letnej kuchyne v suteréne sú riešené ako



Inštalované tepelné čerpadlo s 290 l zásobníkom „rekuperuje“ teplo z odsávaného vzduchu do ohriatej pitnej vody. Cez zimu sa časť tepla využíva aj na vykurovanie kúpeľní. Tým sa zabezpečuje nepretržitý chod tepelného čerpadla 20 hodín denne.



Ventilátor LUNOS Silvento. Příklad odsávacího ventilátora – tichý, nenápadný, úsporný ventilátor bez problémov.



otvárať posuvné, aby bol nerušený „výbeh“ do prírody. Zasklenie 3 sklami z číreho bieleho skla $g = 60 \%$, aby sa docielilo čo najvyššie presklenie, teda energetický zisk a nízke straty $U = 0,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, si vyžiadalo riešenie, ktoré dokáže v letnom období odcloniť čo najviac slnečného žiarenia, pritom poskytnúť výhľad do exteriéru. Prvé leto a zima (od júla 2011 – 2012) potvrdili, že zasklené plochy zimnej záhrady plnia predstavy majiteľa takmer na 100 %.

Kto robí, robí aj chyby

Skúsenosti z užívania ukazujú, že výpočet tienenia pomocou presahov striech a balkónov v dňoch zimného a letného slnovratu nebol optimálny. Ukázalo sa to najmä v prechodnom období na jar, keď jarné slniečko dosť intenzívne „prekuruje“ spoločenskú časť domu. Investor to riešil doteraz nočným vychladzovaním cez sklopené okná, no v budúcnosti predpokladá iné riešenie. Okná a presklené steny sú konštrukčne riešené v technologicky aj tepelno-technicky v optimálnej úrovni. Ďalšou úlohou bola energetická náročnosť tohto domu, ktorá sa spája s prirodzenou infiltráciou cez steny, strechu a, samozrejme, aj s nevyhnutnou výmenou vzduchu vetraním. Konštrukčná skladba stien drevestavby tohto domu bola navrhnutá tak, aby bola investorom predpísaná požiadavka na tesnosť obvodového plášťa ($n_{50} < 0,6$) s rezervou splnená. Merania potvrdili kvalitu vykonaných detailov a výsledky Blower-door testu preukázali splnenie tejto požiadavky ($n_{50} = 0,33$). Stavba je dostatočne tesná. Jeden „žrút“ energii je pod kontrolou.

O čerstvom vzduchu

Zdravé bývanie však potrebuje čerstvý vzduch. Investor preto už od počiatku počítal s núteným vetraním (aj bez ohľadu na to, že platná legislatíva to predpisuje). Existuje veľa spôsobov, ako zabezpečiť nútené vetranie domu.

Pri návrhu vetrania kládol investor hlavnú požiadavku na energetickú efektívnosť. Druhá, takmer rovnocenná požiadavka bola jeho praktickosť a jednoduchosť. Práve jednoduchosť mala zabezpečiť prevádzku bez servisných zásahov a minimálnu potrebnú údržbu. Z dlhodobého hľadiska zase možnosť obnovy systému



Sklo-textilné clony Renson Fixscreen – optimálne clonia veľké presklenia. Nízka kazeta minimálne deformuje tepelné pole.

Prvý aktívny dom na Slovensku



vetrania do hygienického štandardu. Z ponúkaných riešení sa ako energeticky najefektívnejšia ukázala voľba necentrálneho podtlakového cielene riadeného vetrania podľa tepelno-vlhkostnej vnútornej klímy.

Táto voľba umožnila navrhnuť systém vetrania tak, že jednotky s motormi sa nachádzajú výlučne v kúpeľniach s WC, kuchyni, špajzi a v šatníkoch. Teda ani jeden motor nie je v obytnej miestnosti. Vytvorený podtlak v tesnej budove spôsobí prúdenie čerstvého vzduchu cez optimalizované prieduchy v obvodovom plášti. Nízka hlučnosť radiálnych ventilátorov LUNOS Silvento (menej ako 24 dB) zabezpečuje ich „nevi-

Štrbiny na vnútornej špalete tepelnej izolácie s vetracou funkciou LUNOTHERM nenápadne ukončujú prieduchy v obvodovom plášti.

diteľnosť“ v obytných priestoroch a ich nízky príkon (menej ako 4,9 W) zase ich neviditeľnosť na účtoch za elektrinu.

Množstvo vetraného vzduchu bolo optimalizované tak, aby výmena vzduchu bola čo najnižšia, ale dostatočne vysoká pre zdravú vnútornú klímu. Množstvo vzduchu cez prieduchy zohľadňuje aj prietok vzduchu cez netesnosti (čiže zostatková netesnosť cez obvodový plášť tu prispieva k prevetraníu miestností čerstvým vzduchom). Cez prieduchy prúdi chladný, iba filtrovaný vzduch. Aby nevznikali v miestnostiach zóny s pocitom obťažovania chladom, pod každým prieduchom bol naplánovaný zdroj tepla. Ten svojim sálaním prispieva k rovnomernejšiemu a rýchlejšiemu premiešaniu



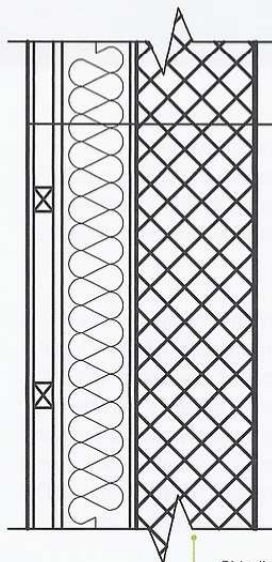
vzduchu. Prúdenie vzduchu je vždy od chladnejších miest k tým teplejším, presne oproti prirodzenému pohybu vlhkosti.

Pre využitie teplého vzduchu investor siahol po riešení rekuperácie tepla do ohriatej pitnej vody. V praxi to znamená, že všetok teplý vzduch je pred jeho vypustením von schladený na + 5 °C a jeho teplo je pomocou malého tepelného čerpadla uložené vo forme ohriatej pitnej vody v 290-litrovom zásobníku. Toto teplo je využívané aj na vykurovanie kúpeľní. Ventilátory pracujú v základnom - zníženom režime vo veľmi nízkych otáčkach, a tak dodávka čerstvého vzduchu je nepostrehnuteľná. V letnej prevádzke sa do vyšších otáčok spustia pomocou regulácie vtedy, ak je vonkajšia teplota aspoň o 5 °C nižšia ako želaná alebo skutočná teplota v obytnej miestnosti. Tým sa zabezpečí nočné vychladenie priestorov a pripraví klíma do ďalšieho horúceho dňa. Samozrejme, iba v prípade, že okná v obytných priestoroch sú zatvorené. V takomto režime nepresiahne vnútorná teplota v zimnej záhrade 30 °C, a to bez použitia klimatizácie. To je opäť základný predpoklad pre odstránenie druhého najväčšieho žrúta energií.

Počas zimnej prevádzky sú otáčky ventilátorov riadené snímačmi vlhkosti a teploty. Tie sa automaticky zvyšujú alebo znižujú až v piatich stupňoch. Ventilátory nameraním vyššej vlhkosti zapnú odsávanie a dokážu tak regulovať vlhkosť v jednotlivých miestnostiach. A čo musí ovládať užívateľ?

Ten si iba podľa svojej požiadavky prispôsobí želanú teplotu na termostate. O ostatné sa už postará jednoduchý regulačný systém.

Prvý aktívny dom na Slovensku



sadrokartón	12,5 mm
inštalačný rošt	50 mm
OSB-4 doska	18 mm
nosný rám KVH vyplnený izoláciou z MW	140 mm
OSB-3 doska	12 mm
PUR lepidlo	
polystyrén EPS 70-F	240 mm
vyrovnávacia stierka s výstužnou sieťkou	3 mm
fasádna omietka	1,5 mm

Skladba obvodovej steny realizovanej spoločnosťou DREVSTAV Slovakia s.r.o.

Energetické využitie zimnej záhrady

Pôvodná koncepcia kalkulovala, že zimná záhrada bude využívaná v režime „nárazníka“, t.j. že bude akýmsi filtrom - ochranou obývačky pred chladom v zime a v lete bude slúžiť ako jedáleň, terasa (preto otvárateľné presklenie). Čas ukázal, že jej kapacita tepla je taká veľká, že by ho bolo neekonomické využívať len sporadicky, a tak sa zmenou deliacej steny medzi obývačkou a zimnou záhradou (dvere majú len jednoduché zasklenie) záhrada zakomponovala do obytnej plochy. Táto zmena si vyžiadala zmenu vo vetraní. Dva prieduchy v zimnej záhrade a dva prieduchy v obývačke sa povýšili na necentrálne rekuperačné jednotky Lunos e2. A tie teraz fungujú v 4 rôznych režimoch.

Za týmto malým krytom je ukrytá tichá a energeticky úsporná jednotka s regeneratívnym rekuperačným zásobníkom LUNOS e2.

Rozložený rekuperátor e² – môžete ním dodatočne vybaviť priechody ALD-R 160. Objemový merný príkon 0,09 Wh/m³, účinnosťou nad 90 % a akustickým tlakom 17 dB(A) ho predurčujú aj do pasívnych domov.



V kúpeľniach sú ukryté nenápadné, tiché a energeticky vysokoefektívne radiálne ventilátory LUNOS Silvento riadené podľa tepelno-vlhkostnej klímy.

Prvý, zimný režim funguje ako rekuperačný vtedy, ak je teplota v zimnej záhrade nižšia ako v obývačke. Vtedy sa vymieňa vzduch oddelene iba v zimnej záhrade a iba v obývačke.

Ak stúpne teplota v zimnej záhrade na teplotu vyššiu ako v obývačke, zmení sa výmena vzduchu tak, že sa vzduch vymieňa medzi obývačkou a zimnou záhradou. A pokiaľ stúpne teplota vzduchu v zimnej záhrade o viac ako 5 °C oproti obývačke, do zimnej záhrady bude prúdiť iba studený vzduch v minimálnych otáčkach a odsávacie ventilátory využijú teplo z tohto vyhriateho vzduchu na vykúrenie kúpeľní a na ohrev vody.

V lete zabezpečia motorom ovládané jednotky podporu pre nočné vychladzovanie domu.

Tienenie sklenených plôch zimnej záhrady je riešené automatickou sklotextílnou roletou – tzv. screenom, ktorá zniží hodnoty priepustnosti slnečného svitu na $g = 13\%$.

Použitie plátno clony – Rensonn Fixscreen® je pritom dostatočne priehľadné z interiéru a poskytuje primeraný výhľad do okolia. Sťahovanie je nastavené automaticky pomocou senzorov oslnenia a vetra. V zimnom období je senzor oslnenia vypnutý až do stavu, keď vnútorná teplota zimnej záhrady neprekročí nastavenú hodnotu. Tým sa využívajú hrejivé lúče slnka. V prípade prudkého vetra nad 80 km/h sa screen automaticky zvinie.

Technológia aktívneho domu

Už od detstva mal investor túžbu postaviť raz dom, ktorý bude úplne nezávislý. Rozhodnutie bolo také

silné, že ho podvedome viedlo aj pri plánovaní tohto domu. Až postupným vylepšovaním a zvyšovaním energetickej efektivity sa stávali sny reálnejšími. Dlhoročné sledovania správania sa rodiny (pravidelné odpočty potrieb energií) ukázali, kde je potreba energií najvyššia, koľko rodina perie, žehlí, varí, koľko energií „zhltnie telka“, počítač... To dalo investorovi hrubý odhad, ale aj presvedčenie, že dokáže navrhnuť a správať energeticky nezávislú stavbu.

S čím investor nepočítal, sú neúmerne administratívne bariéry a neochota slovenských monopolov proaktívne pristupovať k netradičným myšlienkam, ktoré zabránili napríklad využívať dažďovú vodu na splachovanie WC a na pranie. Takisto realizácia fotovoltaickej strechy sa oddialila takmer o dva roky. Presvedčenie investora o správnosti rozhodnutia spôsobilo iba to, že sa výstavba fotovoltaickej elektrárne musela dočasne vyňať z projektu. Vetru odolávajúca ťažká strecha s krytinou Bramac – moravská čierna s prípravou pre umiestnenie panelov a všetky prvky elektroinštalácie následne urýchlili realizáciu elektrárne hneď po kolaudácii.

Odhodlanie investora sa oplátilo, keďže pokles ceny v technológiách umožnil realizáciu elektrárne s dvojnásobným výkonom za nižšie investičné náklady. Tým sa stal dom nielenže energeticky sebestačný, ale dokonca aj dodávateľom elektrickej energie. S maximálnym inštalovaným výkonom 19,56 kWp je elektrárňou schopná ročne vyprodukovať až 18 MWh

elektrickej energie, pričom jej ročná spotreba je na úrovni 6,5 MWh. Nízky sklon sedlovej strechy (15°) s orientáciou 20° na východ od juhu umožnil okrem južnej strechy s monokryštalickými kremíkovými panelmi s celkovým výkonom 11,5 kW využiť aj severnú strechu a umiestniť na nej tenkovrstvé amorfné kremíkové panely s celkovým výkonom 8,06 kW. Aktívnym používaním všetkých spomenutých technológií sa investor presvedčil o tom, že takto spolupracujúce technológie dokážu vysoko využiť energetický potenciál a dosiahnuť vysokú energetickú účinnosť stavieb už dnes.

Čo sa týka investičného zafarbenia fotovoltaickej elektrárne, prepočtom plánovanej výroby a investičných nákladov od obstarania, poistenia a predpokladanej údržby zariadenia na najbližších 15 rokov, je cena vlastnej vyrobenej elektrickej energie 0,19 € / 1 kWh. Pritom táto cena je garantovaná na minimálne 15 rokov, potom je cena vyrobenej elektrickej energie prakticky nulová. To v praxi znamená, že pokiaľ by strešná inštalácia bola nadimenzovaná tak, aby pokrývala potreby elektrickej energie domácnosti, už dnes je táto forma ekonomicky návratná a dotácie ako také nie sú potrebné pre fungovanie fotovoltaických inštalácií a sú vyslovene iba motivačným faktorom pri rozhodovaní.

Na základe našich skúseností a vedomostí je tento dom prvý aktívny dom na Slovensku, ktorý je využívaný v „normálnom“ režime rodiny s dvoma školopovinnými deťmi bez zložitej obsluhy. Je to zároveň ukážka, že smernicu EÚ pre rok 2020 známu ako 20, 20, 20 možno naplniť už dnes. ❖