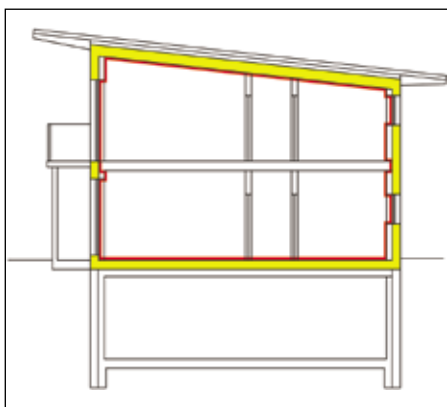


ODLOČITEV ZA PASIVNO HIŠO NAJVEČKRAT TEMELJI NA EKONOMSKIH RAZLOGIH, STROŠKI ZA OGREVANJE SO NAMREČ DESET IN VEČKRAT NIŽJI KOT V OBIČAJNIH ZGRADBAH. PASIVNA HIŠA PA NUDI TUDI IZJEMNO BIVALNO UGODJE.



Zrakotesen ovoj brez toplotnih mostov: rumena črta označuje toplotni ovoj, rdeča pa zrakotesno ravnino. Obe morata biti neprekinjeni po celotnem obodu.

Pasivna hiša je optimalna energijsko varčna zgradba - ob nekoliko višjih stroških gradnje (največ 5 odstotkov ob podpori nepovratnih finančnih spodbud Eko sklada RS) ima lahko tudi 10- in večkrat nižje letne stroške za ogrevanje kot zgradbe, v katerih živimo danes. Emisije CO₂ so neznatne, saj za ogrevanje ne potrebuje fosilnih energentov. Nudi izredno kvalitetno in zdravo bivalno ugodje, predvsem zaradi stalne oskrbe s svežim zrakom, kar se v zgradbah, ki se gradijo sedaj, zelo težko doseže. Trenutno je zgrajenih okrog 25.000 pasivnih hiš - največ v Nemčiji, Avstriji, Švici, njihovo število se počasi veča tudi v drugih evropskih državah, pa tudi na drugih celinah. V pasivnem standardu so grajene enostanovanjske in večstanovanjske hiše, poslovne zgradbe, šole, vrtci, muzeji, trgovine, športne hale, cerkve, proizvodne zgradbe, v gradnji je tudi zapor itd. Izredno učinkovite so tudi sanacije.

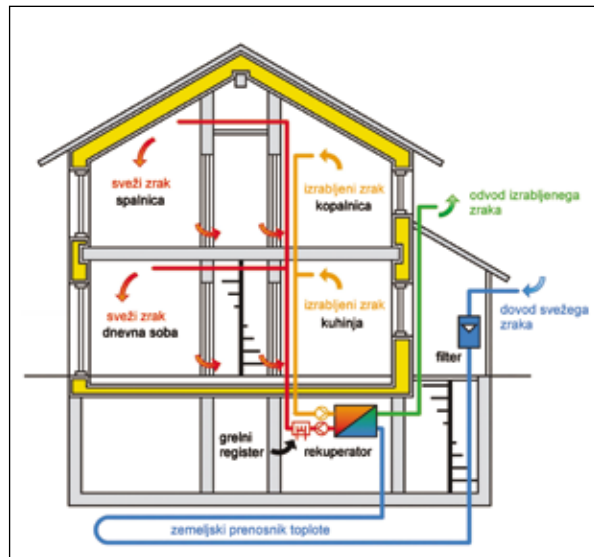
Značilne specifične vrednosti za pasivne hiše so:

- letna potrebna toplota za ogrevanje $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$;
- skupna letna poraba primarne energije $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$;
- letna poraba električne energije $\leq 18 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$;
- toplotne izgube $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$;
- zrakotesnost $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$.

Zaradi izredno nizkih potreb po toploti klasični ogrevalni sistem ni več potreben. Da se mu lahko odpovemo, pa mora biti pasivna hiša pravilno načrtovana in izvedena.

NAČELA ARHITEKTURNE ZASNOVE

Za pasivno hišo je najbolj ugodno, če je umeščena na južno orientirano zemljišče. Južna orientacija namreč v hladnih delih leta, ko je to najbolj potrebno, omogoča maksimalno izrabo sončne energije in s tem



Sistem kontroliranega prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka - v zgradbo se ves čas dovaja sveži zunanji zrak, izrabljen zrak, ki mu odda toploto, pa se odvede iz zgradbe.

kar do 40-odstoten doprinos k ogrevanju zgradbe. Na južni strani, kjer se pričakujejo dobrotki sončne energije, naj bodo steklene površine čim večje (40 - 50 odstotkov zastekljenih površin na fasadi). Na severni strani, kjer ni sevanja sonca, naj bodo zastekljene površine čim manjše.



Naprave za prezračevanje in ogrevanje pasivne hiše - levo prenosnik toplote v prezračevalni napravi, v sredini toplotna črpalka, desno hranilnik toplote za sanitarno vodo.

Glavna postavka pri pasivni hiši je omejevanje toplotnih izgub na čim manjšo mero. Za čim manjše toplotne izgube je zelo pomembno, da je zunanjih površin glede na volumen objekta čim manj. Objekt naj bo čim bolj enostavne oblike. Pasivne standarde je sicer mogoče doseči tudi pri razčlenjenem ovoju zgradbe, vendar je cena za to lahko precej višja.

OVOJ ZGRADBE

Za pasivne hiše je primerna večina tehnologij gradnje. Izbira je odvisna od osebne naklonjenosti investitorja in večinoma od cene. Enake rezultate je mogoče doseči z lahkimi in masivnimi konstrukcijami, prav tako tudi z različnimi gradivi.

Pri t.i. lahkih konstrukcijah je najpogostejša uporaba lesa in sicer v obliki prefabriciranih elementov. Največ se uporabljajo: leseni I-profil, sistem stebrov in prečk, leseni okvirji, sistem baloon frame, konstrukcije iz masivnega in žebeljane- ga lesa, votli elementi iz trislojnih plošč, nosilni elementi iz lesenega ogrodja itd. Toplotna izolacija je lahko vstavljena med nosilno leseno konstrukcijo, v primeru masivne lesene stene pa na njeni zunanji strani. Konstrukcije iz lesa so lahko izvedene v delavnici v obliki stenskih elementov ali pa so v celoti sestavljene na gradbišču.

Pasivna hiša je lahko grajena tudi iz mineralnih gradiv - opečnih zidakov, opečnih zidakov, polnjenih s perlitom, in zidakov iz betona ali lahkega betona. Na zunanji strani je ustrezno debela plast toplotne izolacije. Stene pasivnih hiš so lahko tudi iz betona, na gradbišču vlite v prefabricirane opažne elemente. Na zunanji strani ima stena ustrezno plast toplotne izolacije. Kot toplotnoizolativna gradiva so pri pasivni hiši primerna vsa obstoječa tovrstna gradiva: mineralne volne, penjeno steklo, ekspandirani in ekstrudirani polistiren, pa tudi naravna toplotnoizolacijska gradiva, kot so celulozna vlakna, lesna vlakna, kokosova vlakna, lan, konoplja, ovčja volna, pluta ... in tudi slama.

V ovoj pasivne hiše so vgrajena okna s troslojno zasteklitvijo in okvirji, ki so



Pasivna hiša Kozin, Ljubljana, lahka montažna konstrukcija iz prefabriciranih elementov, Lumar IG d.o.o.



Pasivna hiša Kepec, Hočevoje, masivne stene iz porobetona s toplotno izolacijo iz kamene volne, Xella porobeton d.o.o.

dodatno toplotno zaščiteni. Največje okenske površine so na južni fasadi, saj se tam pričakuje največ sončnega sevanja, ki precej doprinese k energijski bilanci zgradbe. Zaradi dobre toplotne izolativnosti se lahko na južno orientiranih oknih pričakuje neto dobitke - toplotne izgube so manjše kot dobitki toplote. Na severni strani morajo biti okna majhna.

Za preprečevanje poletnega pregrevanja morajo imeti zastekljene površine ustrezno sončno zaščito.

Toplotni ovoj mora biti izveden brez toplotnih mostov. Za pasivno hišo je zelo pomembno, da je izvedena popolnoma brez toplotnih mostov. To so sicer mesta v toplotnem ovoju, kjer je plast toplotne izolacije prekinjena. Največkrat so posledica slabo načrtovanih detajlov pri prebojih (npr. balkonih), previsih, priključkih itd. Pri zgradbah, ki imajo toplotno izolacijo v standardu pasivne hiše, pomeni tudi samo

eden nezmanjšan toplotni most bistveno motno skupnega koncepta. Da se odpravi toplotne mostove, je potrebno že v fazi načrtovanja z detajli preveriti vsa kritična mesta. Problematike reševanja toplotnih mostov se je treba lotiti kompleksno. Vse stike, na katerih lahko pride do toplotnega mostu, je potrebno preveriti z detajli. Tako kot načrtovanje je pomembna tudi skrbna izvedba.

Pri vsaki hiši velik del toplotnih izgub povzročajo tudi netesna mesta v zunanjem ovoju zgradbe. Zunanji ovoj pasivne hiše mora zato imeti ustrezno zrakotesnost. Za zagotavljanje zrakotesnosti je potrebno paziti na natančno načrtovanje, ki vključuje izdelavo vseh detajlov in njihovo izvedbo. Njeno učinkovitost se kontrolira s testom Blower Door. Zrakotesnost zagotavlja ena izmed notranjih ravnin fasadnega ovoja, ki mora biti neprekinjena po celotnem ovoju zgradbe. To je lahko ustrezno izveden omet v masivni konstrukciji, v lahki pa parna ovira v obliki folij, OSB plošč ipd. Poleg izbire primerne sistema tesnjenja so pomembni tudi stiki med posameznimi elementi. Za stikovanje se uporabljajo tesnilni trakovi in profili, lepilni trakovi, mehanske pritrditve ipd. Posebno pozornost je potrebno nameniti tudi zrakotesni vgradnji oken in vrat.



Bivalno ugodje je v pasivni hiši zagotovljeno - s svežim in toplim zrakom ter zadostno naravno osvetlitvijo.

PREZRAČEVANJE

Za doseganje čim manjših prezračevalnih toplotnih izgub ob zadostnem dovodu svežega zraka je v pasivni hiši obvezen sistem kontroliranega prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka. Sveži zunanji zrak se zajema zunaj objekta in dovaja do prezračevalne naprave. Pred vstopom se v filtru izločijo prašni delci. V prenosniku toplote (rekuperator) se sveži zrak predgreje s toploto odpadnega zraka, ki se izsesava iz zgradbe. Od tu gre ogreti sveži zrak v t. i. dovodne prostore (dnevna soba, jedilnica, spalnice, delovna soba). Izrabljeni odvodni zrak se zajema v prostorih, obremenjenih z vlago in vonjavami (kuhinja, stranišče, kopalnica) in odvede do prezračevalne naprave. V prenosniku toplote odda toploto svežemu in hladnemu dovodnemu zraku, nakar se po dobro izoliranih ceveh odvede na prosto. V pasivnih hišah je zrak vedno svež. Odpiranje oken ni potrebno, čeprav ni prepovedano. Uporabniki lahko odprejo okno vedno, kadar si to želijo, čeprav med ljudmi kroži drugačna trditve. Poleg tega je tudi odveč strah pred prezračevalno napravo v pasivni hiši. Poudariti je namreč potrebno, da sistema kontroliranega prezračevanja ne smemo primerjati s klimatsko napravo. V klimatski napravi v prostorih stalno kroži isti zrak, ki ga naprava samo ogreje ali ohladi. V sistem kontroliranega prezračevanja pa se stalno dovaja sveži zunanji zrak. Šte-



Pasivna hiša Škvorc, Repnje, lahka lesena konstrukcija, Eko produkt d.o.o.

vilni uporabniki, ki zadovoljno živijo v hiši s kontroliranim prezračevanjem, večkrat zagotavljajo, da je to največja kvaliteta, ki so jo pridobili.

OGREVANJE

Z doslednim načrtovanjem in izvedbo pasivne hiše so potrebe po dodatni toploti za ogrevanje zelo nizke. Letna raba energije za ogrevanje je nižja od 15 kWh/(m²a), kar ustreza porabi $\approx 1,5$ l kurilnega olja, $\approx 1,6$ m³ zemeljskega plina ali $\approx 2,4$ l utekočinjenega naftnega plina na kvadratni meter ogrevane površine na leto. Kadar imajo pasivne hiše toplotne izgube nižje od 10 W/m², lahko uporabljajo t. i. toplozračno ogrevanje. Zrak, ki se s prezračevalno napravo dovaja v bivalne prostore, se v hladnih dneh nekoliko dogreje. Za dogrevanje zraka se priporoča uporaba toplotne črpalke, za ogrevanje sanitarne vode pa kombinacija toplotne črpalke in sprejemnikov sončne energije, s katerimi lahko pokrijemo 40-60 odstotkov potrebne energije za segrevanje sanitarne vode.

Pasivne hiše, pri katerih so toplotne izgube višje od 10 W/m², potrebujejo dodatni ogrevalni sistem, sicer se v hladnih zimskih dneh brez sonca lahko zgodi, da je v prostorih prehladno. Za ogrevanje ne zadošča vpihovanje toplega zraka, hiša potrebuje dodatni ogrevalni sistem. V praksi se največkrat uporablja sistem talnega ali stenskega ogrevanja, ki se ogreva s toplotno črpalko. Sistem vsekakor nudi bivalno ugodje, vendar je investicija vanj največkrat precej visoka. Pri odločitvi za ogrevalni sistem velja še enkrat razmisliti, kaj je mogoče izboljšati na toplotnem ovoju, da bi zmanjšali toplotne izgube in se izognili dragemu ogrevalnemu sistemu. Investicija v nekaj dodatnih centimetrov toplotne izolacije in nekoliko boljše okna (da toplotne izgube ne presežejo 10 W/m²) je ponavadi ekonomsko upravičena. In - za vsak slučaj, kar imamo Slovenci zelo radi - vgradimo v hišo manjši zaprti kamin ali lončeno peč. Ta lahko ogreje vse prostore v hiši, če so vrata odprta, je



Pasivna hiša Korber Jančar, Župančiči, sistem opaznih zidakov iz neopora, Varčna gradnja d.o.o.

neprimerno cenejši od talnega ogrevanja, porabi zelo malo drv ali peletov, ne potrebuje zunanjih virov energije (elektrike), pa še lepo zimsko vzdušje daje.

ZAKLJUČEK

Razlogov za odločitev za pasivno hišo je več, njihova hierarhična razvrstitev je odvisna od posameznika. Nekomu je bistveno izredno bivalno ugodje - v pasivni hiši je zrak vedno svež in čist. Temperature notranjih površin sten so vedno nad 17 °C, zato se zrak giblje počasneje in ni občutka prepaha. Največkrat odločitev za pasivno hišo temelji na ekonomskih razlogih - stroški za ogrevanje so deset in večkrat nižji kot v običajnih zgradbah. Počasi bo morda pasivna hiša postala tudi stvar prestiža. Čedalje več je namreč ljudi, ki so pripravljene namesto v drag avto investirati v dom, ki nudi zdravo in prijetno bivanje. Ali pa se morda dviga okoljska zavest - v primerjavi z običajnimi hišami emisije CO₂ v pasivni hiši znašajo le še desetino vrednosti. Nekateri pa morda še pomnijo krizo dobave zemeljskega plina izpred dveh let, ki je bila skoraj usodna tudi za slovenske uporabnike. Lastniki pasivnih hiš bi bili v tem primeru popolnoma brez skrbi.

TEKST IN FOTOGRAFIJE:

PROF. DR. MARTINA ZBAŠNIK-SENEGAČNIK,
U.D.I.A., UL FAKULTETA ZA ARHITEKTURO