

PASIVNA HIŠA OD ZASNOVE DO IZVEDBE

PASSIVE HOUSE: FROM PLANNING TO REALIZATION

Nataša Teraž, univ. dipl. gosp. inž.

Marko Lukić, univ. dipl. ekon.

Lumar IG d.o.o.

Limbuška cesta 32 A

2000 Maribor

Strokovni članek

UDK: 697:699.86:728

Povzetek | Prispevek opisuje izkušnje pri prenosu načel gradnje pasivnih hiš iz teorije v prakso s stališča podjetja Lumar IG, d. o. o., vodilnega slovenskega proizvajalca pasivnih objektov. Predstavlja ključne tehnološke procese, skozi katere zagotavljajo obljubljeno kakovost pasivnih objektov. Izpostavlja pomembnost tesnega sodelovanja različnih strokovnjakov in prenašanja izkušenj iz prakse nazaj v podjetje. Na osnovi teh izkušenj v podjetju iščejo nove in optimirajo obstoječe rešitve.

Summary | This paper deals with the experiences of Lumar IG d.o.o., the leading manufacturer of prefabricated passive houses in Slovenia. It shows the principles of passive construction from the theory bases right through to the completion. The paper introduces key building processes that ensure the quality of passive houses is of the highest standards and also shows the importance of communication between experts. Their experiences from the construction site are transferred back to company offices in order to find new solutions and optimize existing procedures.

1 • UVOD

Vse večja ekološka ozaveščenost, skrb za okolje in trajnostni razvoj spodbujajo razvoj in uporabo okolju prijaznejših konstrukcijskih in izolacijskih materialov ter energijsko učinkovitih gradbenih rešitev. Energijska učinkovitost je vsekakor pomemben parameter novogradenj, vendar je s stališča investitorjev oziroma uporabnikov novogradenj kakovost bivalnega okolja velikokrat še pomembnejša. Dejstvo je, da sta v praksi oba parametra neločljivo povezana, saj sta kakovost bivalnega okolja in energijska učinkovitost odvisna od pravilne zasnove, projektiranja in izvedbe celotnega objekta. In tukaj ima les odličen potencial, je naraven konstrukcijski material, ki ga odlikujejo dobre mehanske in toplotnoizolacijske lastnosti, ponuja pa prijetno bivalno klimo. Energijsko učinkovitost in kakovost bivalnega ugodja je pred 20 leti v

konceptu pasivne hiše predstavil dr. Wolfgang Feist s pilotnim pasivnim projektom leta 1990. V tistem času izredno visoke tehnične zahteve za komponente ovoja so skupaj z zahtevo po vgradnji naprave z vgrajenimi prenosniki toplote za vračanje toplote zavrženega zraka predstavljale rešitev za gradnjo energijsko najoptimalnejših objektov z visoko stopnjo bivalnega ugodja. Velike steklene površine, ki zagotavljajo izjemno svetle prostore ter koriščenje sončne energije za pasivno ogrevanje v zimskem času in dobro izoliran ovoj, ki zagotavlja visoke površinske temperature zunanjih sten prispevajo k izboljšanju energijske bilance objekta in bivalnega ugodja. Definicija pasivne hiše je danes podana z znanimi merili instituta Passivhaus iz Darmstadta. Največja dovoljena potreba po toploti za ogrevanje je omejena

na 15 kWh/m²a, zračna prepustnost ovoja mora biti manjša od 0,6h⁻¹, poraba primarne energije mora biti manjša od 120 kWh/m²a, toplotne izgube morajo biti manjše od 10 W/m² (Zbašnik Senegačnik, 2007).

Čeprav pri današnjem znanju in tehnologiji gradnja pasivnih hiš na prvi pogled morda deluje relativno enostavno, zahteva pri prenosu v prakso veliko znanja in tesno sodelovanje vseh vpletenih projektantov in izvajalcev. V podjetju Lumar IG smo od leta 2007, ko smo postavili prvo pasivno stanovanjsko hišo, s stalnim izobraževanjem in vlaganjem v razvoj koncept gradnje pasivnih hiš uspešno prenesli v prakso. Z vsakim postavljenim objektom smo pridobili nove izkušnje, na osnovi katerih še zmeraj dopolnjujemo in optimiramo tehnologijo za gradnjo pasivnih hiš.

V nadaljevanju bomo predstavili tehnološke procese in njihove posebnosti, ki jih zahteva gradnja pasivnih hiš, ter izkušnje, ki smo jih pridobili pri gradnji tovrstnih objektov.

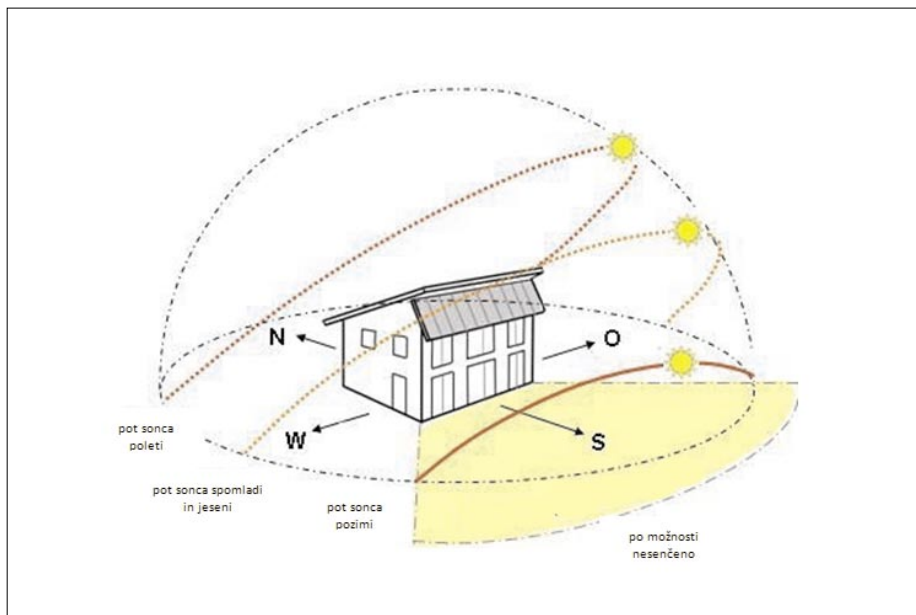
2 • POSEBNOSTI PRI GRADITVI PASIVNIH HIŠ

Za zagotavljanje obljubljenе energijske učinkovitosti in visoke stopnje bivalnega ugodja v pasivnih hišah potrebujemo več kot le sestavljanje posameznih pasivnih komponent. Kakovostna celota zahteva tesno medsebojno sodelovanje strokovnjakov z različnih področij, od začetne idejne zasnove do končne izvedbe projekta. Na področju montažne gradnje je v večini primerov prav proizvajalec montažne gradnje tisti, ki povezuje in koordinira strokovnjake in projektante.

Najpomembnejše tehnološke procese pri graditvi pasivnih hiš lahko podobno kot pri drugih objektih opišemo s štirimi sklopi: načrtovanjem, projektiranjem, proizvodnjo in montažo.

1.1 Načrtovanje

S trenutkom, ko se investitor odloči za gradnjo objekta, se prične tudi faza načrtovanja. Prvi koraki so opravljeni z izbiro in nakupom parcele ter pridobitvijo lokacijske informacije. V naslednjem koraku je treba uskladiti želje in potrebe investitorja s pogoji, podanimi v lokacijski informaciji. Čeprav se morda zdi še prezgodaj, je to pravi trenutek, ko se v projekt vključi ustrezen tim strokovnjakov, ki bo izpeljal gradnjo pasivne hiše. Ob urbanistu, ki poda urbanistične pogoje, in arhitektu, ki skladno s temi pogoji pripravi arhitekturno zasnovo, se naše podjetje vključi kot svetovalec oziroma koordinator, v kolikor prevzamemo tudi pripravo projektne dokumentacije. Zgodnje sodelovanje ne omogoča le večje končne kakovosti objekta, ampak lahko ključno optimira tudi stroškovni vidik projekta. Na osnovi analize lokacije objekta, obstoječe pozidanosti okolice in orientacije predvidenega objekta lahko objekt zasnujemo tako, da maksimalno izkorišča energijo sonca. To ugodno vpliva na končno energijsko bilanco objekta kot tudi samo bivalno ugodje v smislu zagotavljanja izredno svetlih bivalnih prostorov. Za preprečevanje prekomernega ogrevanja v poletnem času je seveda treba zagotoviti ustrezno senčenje vseh steklenih površin. To lahko zagotovimo z zunanjimi senčili, ustrezno projektiranimi nadstreški ali naravnimi ovirami. Na sliki 1 je prikazan primer analize osončenja objekta. Velik vpliv ima tudi ustrezna arhitekturna zasnova, energijsko učinkovite objekte odlikuje enostavna in kompaktna arhitekturna zasnova z ravnimi linijami, ki minimira transmisijske izgube skozi toplotni ovoj. Kompaktnost ovoja



Slika 1 • Izkoriščanje sončne energije pozitivno vpliva na energijsko bilanco objektov (vir: www.sonnenhaus-institut.de)

se pri načrtovanju pasivne hiše kaže skozi tako imenovani faktor oblike, ki podaja razmerje med površino ovoja in volumnom objekta (Zbašnik Senegačnik, 2008). Za arhitekta je pri pripravi idejne zasnove bistvena tudi informacija o vrsti konstrukcije. Vsak konstrukcijski material ima svoje lastnosti, posebnosti in prednosti, ki jih lahko arhitekti upoštevajo in izpostavijo v arhitekturni zasnovi.

1.2 Projektiranje

Bistvena prednost montažne gradnje ni le v prefabrikaciji elementov v proizvodni hali, temveč tudi v vnaprej podanih rešitvah kritičnih detajlov. Na osnovi izkušenj iz gradnje imamo v podjetju sicer nabor standardiziranih izvedbenih detajlov, vendar vse več objektov zahteva individualen pristop in iskanje novih rešitev. Vendar projektiranje ne zajema le reševanja konstrukcijskih detajlov, ampak pripravo celotne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja in projekta za izvedbo. Ob arhitektu se na tem mestu v projekt dejavno vključijo tudi projektanti električnih in strojnih inštalacij. Projektant skupaj s strokovnjakom za gradbeno fiziko izračuna in optimira energijsko bilanco objekta, na osnovi katere se projektira ustrezen generator toplote. Skupaj z arhitektom iščeta optimalne rešitve za razvod sistema prezračevanja, ki izpolnjuje

jejo tehnične zahteve in hkrati ne posegajo v arhitekturni koncept oblikovanja interjerja, ki si ga je zamislil arhitekt. V našem podjetju se aktivno vključujemo v fazo projektiranja, na osnovi izkušenj svetujemo strankam in skupaj s projektanti iščemo optimalne rešitve za namestitve inštalacij. Že zdaj je namreč treba razmišljati o izvedbi, kako se bodo inštalacije napeljale, ne da bi preveč posegale v zrakotesno ravnino in toplotni ovoj objekta. Ker za potrebe proizvodnje izdelujemo celotno delavniško dokumentacijo z vsemi detajli, arhitektom ni treba reševati izvedbenih detajlov v projektih za izvedbo, s čimer jim je prihranjenega kar nekaj časa.

1.2.1 Konstrukcijski sistem in projektiranje detajlov

Pri gradnji pasivnih hiš je velik poudarek na ustrezno toplotnoizoliranem zunanem ovoju zgradbe, katerega toplotna prehodnost mora biti skladno z merili pasivne hiše manjša od $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, in projektiranju detajlov brez toplotnih mostov. To skladno z definicijo pasivne hiše pomeni, da mora biti vrednost linijske toplotne prehodnosti toplotnih mostov manjša od $0,01 \text{ W/mK}$. Montažna okvirna konstrukcija ima pri zagotavljanju ustrezne toplotne prehodnosti določeno prednost, ki izhaja iz same sestave konstrukcije. V ravnini

nosilne konstrukcije imamo med lesenimi nosilci tudi toplotno izolacijo, kar pri danih debelinah konstrukcije zagotavlja boljšo toplotno prehodnost kot pri klasični gradnji. V podjetju Lumar smo za gradnjo pasivnih hiš razvili konstrukcijski sistem Lumar Pasiv (slika 2), kjer nosilno leseno konstrukcijo tvorijo leseni I-nosilci. Konstrukcijski sestav s sistemom pasnice in stojine zmanjša toplotni tok skozi nosilno konstrukcijo in posledično tudi delež lesa v konstrukciji. Toplotna prehodnost konstrukcijskega sistema zunanje stene znaša ob upoštevanju deleža lesa $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nosilni konstrukciji zunanje stene in strešne konstrukcije sta izolirani s celulozno izolacijo, pridobljeno iz recikliranega časopisnega papirja. V stenske konstrukcije se celulozna izolacija vpihuje na mestu montaže ali v proizvodni hali. Pri strešni konstrukciji, izvedeni z žebjanimi nosilci, se celulozna izolacija opravi kot prosto nasuže v zahtevani debelini, ki običajno znaša od 40 do 50 cm. Za fasadno



Slika 2 • **Konstrukcijski sestav zunanje stene Lumar Pasiv (sestava od zunaj navznoter: zaključni omet, lesnovlakovna fasadna izolacija, 6 cm, nosilna lesena konstrukcija, izolirana s celulozno izolacijo, OSB-plošča kot parna ovira, 1,5 cm, protipožarna mavčnovlakovna obloga, 1,25 cm)**

izolacijo uporabljamo lesnovlakovne fasadne plošče debeline 6 cm. Oba toplotnoizolacijska materiala odlikuje nizka toplotna prehodnost in visoka specifična gostota, zaradi česar zagotavlja dobro toplotno zaščito čez celo leto. Na notranji strani stenske in strešne konstrukcije vgrajujemo OSB-plošče, ki opravljajo funkcijo nosilne obloge, hkrati pa služijo tudi kot parna ovira in zrakotesna ravnina. Nosilna konstrukcija notranjih sten in stropne konstrukcije je sestavljena iz dolžinsko lepljene lesene nosilne konstrukcije, povezane z obložnimi elementi. Pri konstrukciji notranje stene so to obojestransko izvedene mavčnovlakovne plošče debeline 15 in 10 mm. Pri stropni konstrukciji nosilce v togo šipo povežemo z OSB-ploščami debeline 18 mm.

Ob ustreznem konstrukcijskem sistemu so pri gradnji pasivnih hiš ključni še pravilno projektirani in kasneje opravljeni detajli. Morebitni toplotni mostovi, ki bi na teh stikih nastali, imajo pri gradnji pasivnih hiš namreč bistveno večji negativni učinek kot pri običajni gradnji. Kritična mesta v zunanjem ovoju konstrukcije predstavljajo predvsem naslednji detajli:

- detajl stikovanja zunanjih in notranjih sten na talno oziroma kletno ploščo (vključno s fasadnim podzidkom),
- detajl stikovanja zunanje stene in stropne konstrukcije,
- detajl stikovanja zunanje stene in strešne konstrukcije,
- detajli dolžinskega stikovanja zunanjih sten,
- vgradnja stavbnega pohištva (Žegarac Leskover, 2010).

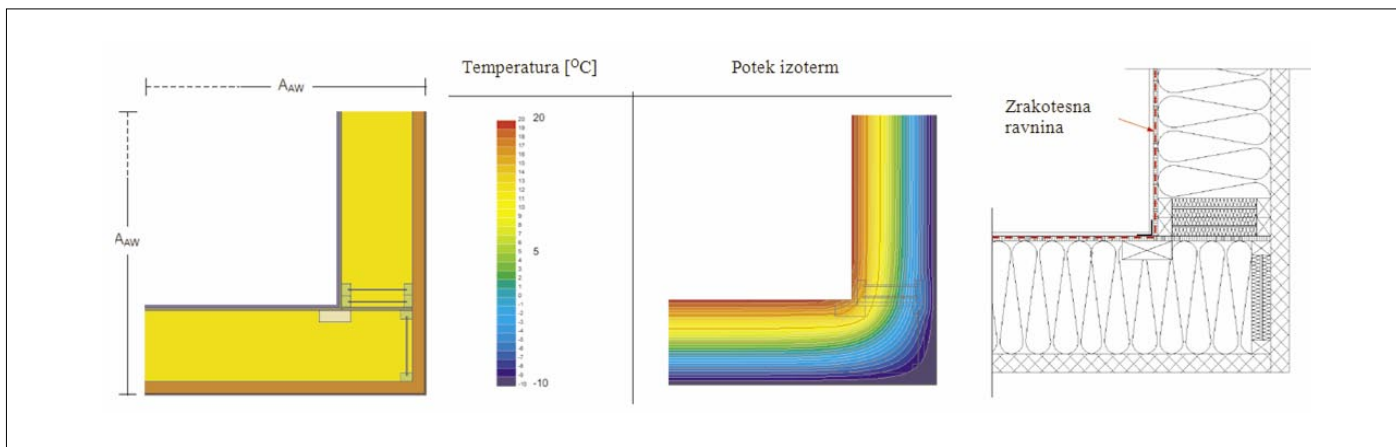
Omenjeni detajli na objektu predstavljajo tudi kritična mesta z vidika zagotavljanja zrakotesnosti ovoja. Ali so predvidene rešitve za zgoraj omenjene detajle pravilne, preverjamo s programi za izračun in simulacijo toplotnih

mostov. V podjetju Lumar so nam celotno analizo vseh omenjenih detajlov opravili na inštitutu Passivhaus konec leta 2009 (slika 3). Preračuni so pokazali, da so vrednosti toplotnih mostov za vse zgoraj omenjene detajle manjše od največje dovoljene vrednosti ($\psi = 0,01 \text{ W/mK}$), kar potrjuje tudi izdani certifikat inštituta Passivhaus (slika 4). Pri odločitvi za certificiranje je bilo v podjetju Lumar glavno vodilo iskanje dopoljenih in optimiranih projektnih rešitev.

1.3 Proizvodnja

Proizvodnja je pomemben proces, saj se v tej fazi pravilno projektirani detajli prenesejo s papirja v prakso. Prefabrikacija elementov v proizvodni hali hkrati predstavlja ključno prednost montažne gradnje. Neodvisnost od vremenskih vplivov, stalen nadzor nad kakovostjo izvedbe in predvsem milimetrsko natančnost imajo pri gradnji pasivnih hiš še bistveno večji pomen.

Na osnovi detajlno izdelanih delavniških načrtov v proizvodnji sestavimo celotne stenske in stropne elemente, strešna konstrukcija in stropne elemente, strešna konstrukcija se montira na gradbišču (slika 5). V stenske elemente se že v proizvodnji vgradijo cevi za razvod elektroinstalacij. Pri pasivnih hišah je zaželeno, da je večina razvodov električnih instalacij opravljenih na notranjih stenah, da ne prihaja do prebojev zrakotesne ravnine v konstrukciji zunanje stene. V kolikor se na željo investitorja predvidi večje število električnih instalacij na zunanjih stenah, je treba predvideti dodatno inštalacijsko ravnino, pritrjeno na OSB-ploščo. Vsi stiki OSB-plošč na konstrukciji zunanje stene se že v proizvodnji prepleejo s trajno zrakotesnimi lepilnimi trakovi. Izredno pomembna je vgradnja stavbnega pohištva, ki mora ustrezati merilom pasivne hiše. Te zahtevajo uporabo okvirjev z nižjo



Slika 3 • **Standardizirana rešitev stikovanja zunanjih sten v vogalu; v nadaljevanju simulacija toplotnih mostov v detajlu in detajl zagotavljanja zrakotesnosti**



Slika 4 • **Certifikat inštituta Passivhaus v Darmstadtu potrjuje, da projektirani detajli v podjetju Lumar izpolnjujejo merila pasivne hiše, podana na inštitutu Passivhaus**

toplotno prehodnostjo in uporabo energijsko učinkovite zasteklitve ter seveda pravilno in kakovostno vgradnjo. V večini primerov se kot material za okvir pojavlja les po potrebi z dodatno toplotno izolacijo in aluminijasto oblogo, v nekaterih primerih so okvirji tudi iz PVC-materialov. Vse stavbno pohištvo je vgrajeno po načelu tesnjenja v treh ravninah, z materiali, ki zagotavljajo zrakotesnost in paroneprepustnost na notranji strani ter vodotesnost in paroprepustnost na zunanji strani ter s toplotno izolacijo pod okvirjem, skladno z nemškimi RAL-smernicami (slika 6).

Za izpolnjevanje pogojev vgradnje brez toplotnih mostov je treba okenske okvirje z zunanje strani prekriti s fasadno izolacijo.

1.4 Montaža

Zadnji in najpomembnejši proces v fazi gradnje je montaža. Predstavlja proces, kjer pravilno projektirane detajle prenesemo iz teorije v prakso in kjer se pokažejo vse morebitne pomanjkljivosti in napake, storjene v prejšnjih procesih. Montažna gradnja ima tukaj že v osnovi nekatere bistvene prednosti, kot so hitra, čista in natančna montaža po vnaprej določenih izvedbenih detajlih (slika 7).

Pred začetkom montaže kot izvajalci zmeraj preverimo dimenzijsko ustreznost plošče, predvsem je treba preveriti višinsko odstopanje. Dopustno odstopanje je izredno majhno. Zaradi zagotavljanja ustreznosti zrakotesnosti je treba pri višinskem odstopanju, večjem od 5 mm, vse stene spodlirati z ekspanzijsko malto. Sama montaža elementov poteka izredno hitro, vsi dolžinski in vogalni stiki sten se izvedejo z vijačenjem. Pred sidranjem celotnega objekta v betonsko ploščo, za kar uporabljamo ustrezno dimenzionirane kotnike na razmiku, določenem v statičnem izračunu, je treba zagotoviti ustrezno zrakotesnost in vodotesnost stika med talno ploščo in stensko konstrukcijo. Zrakotesnost zagotavlja trak iz bitumen-kavčuka na notranji strani, vodotesnost na zunanji strani zagotovimo z vertikalno hidroizolacijo. Največ pozornosti je pri zaključnih delih montaže namenjene kakovostni izvedbi zrakotesne ravnine (slika 8). S trajno zrakotesnim lepilnim trakom se prelepijo vsi vogalni stiki ter stika stenske in strešne konstrukcije. Ustrezna zrakotesnost

pasivnih hiš se dokazuje z meritvami zrakotesnosti, t. i. test Blower door, ki je opravljena skladno s standardom SIST EN 13892. Ta meritev definira zračno prepustnost stavb pri tlačni razliki 50 Pa. Zgornja dovoljena vrednost za pasivne hiše je $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$, skladno z novo slovensko zakonodajo (Tehnična smernica, Učinkovita raba energije, TSG 1-004:2010) je zgornja dovoljena vrednost zrakotesnosti za stavbe z vgrajenim sistemom prezračevanjem $n_{50} = 2,0 \text{ h}^{-1}$ oziroma $n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$ za objekte s predvidenim naravnim prezračevanjem (MOP, 2010).

Po zaključku grobih montažnih del, ki trajajo približno pet dni, se na objektu začne z instalacijskimi deli. Vgradnjo naprave z vgrajenim prenosnikom toplote za vračanje toplote zavrnjenega zraka (rekuperatorjem) opravljajo usposobljeni podizvajalci skladno s predvidenimi načrti. Vse razvode je med montažo treba zaščititi, da ne pride do onesnaženja sistema s prašnimi delci z gradbišča. Za sistem ogrevanja v pasivne hiše največkrat vgradimo toplotne črpalke, ki v celoti pokrivajo potrebe za pripravo tople sanitarne vode kot tudi nizkotemperaturno ploskovno ogrevanje. Čeprav bi se lahko marsikatera izmed naših pasivnih hiš grela le toplozračno, kot je predvideno v standardu pasivne hiše, ki ga postavljajo na inštitutu Passivhaus, se večina investitorjev odloči še za dodatno nizkotemperaturno talno ogrevanje. Potrebno toploto zagotovijo s toplotno črpalko, ki sočasno služi še za pripravo tople sanitarne vode, s čimer povečajo bivalno udobje v najhladnejših zimskih konicah. Preostala obrtniška dela, nujna za zaključek gradnje, podobno kot pri drugih objektih opravijo usposobljeni podizvajalci.



Slika 5 • **Prefabrikacija elementov v proizvodni hali prinaša veliko prednosti**



Slika 6 • **Stavbno pohištvo je vgrajeno tako, da sta zagotovljeni ustrezna zrakotesnost na notranji strani in vodotesnost na zunanji strani**



Slika 7 • Montaža objektov je hitra, brez odpadkov in natančna



V praksi je pri montažni gradnji na ključ proizvajalec tisti, ki jamči končno kakovost zgrajenega objekta. Zato je pomembno, da ima zraven lastne montažne skupine na voljo ustrezno usposobljene podizvajalce inštalacij in stalno kontrolo nad izvedbo. Zaradi same prepletenosti in kompleksnosti del je za končno kakovost zaželeno, da dela vsaj do dokončanja grobih strojnoinštalacijskih del prevzame en glavni izvajalec. Vzpostavljanje mreže podizvajalcev je stalno razvijajoč se

proces, skozi katerega lahko le s kompetentnimi podizvajalci iščemo inovativne pristope in rešitve. Stalno kontrolo na objektih izvajamo predvsem z meritvami zrakotesnosti in termografskimi analizami. S tema dvema postopkoma preverjamo vse ključne detajle pri gradnji pasivnih in nizkoenergijskih objektov. Rezultati teh meritev niso le kontrola za izvajalce, temveč tudi dokazilo za investitorje, da so bili koncepti gradnje pasivnih hiš iz teorije pravilno preneseni v prakso.



Slika 8 • Kakovostna montaža in natančno polepljeni stiki so ključni za zagotavljanje zrakotesnosti objekta

3 • IZKUŠNJE IZ GRADNJE

Čeprav montažno gradnjo odlikujejo vnaprej dodelani detajli, ima vsak objekt svoje posebnosti, ki zahtevajo individualni pristop. Povratne informacije s terena so zato za napredek in razvoj zelo pomembne. Na osnovi izkušnje iz gradnje v našem podjetju iščemo nove rešitve in optimizirane detajle, ki po eni strani omogočajo optimizacijo našega objekta in rešitve za kakovostno izvedbo tehnično vedno zahtevnejših objektov po drugi strani.

Izkušnje iz gradnje pa ne moremo omejiti samo na tehnični vidik. Za nas, kot glavnega izvajalca montaže objekta, so bistvenega pomena tudi izkušnje lastnikov novih pasivnih objektov in njihova potrditev, da objekti izpolnjujejo predvsem obljubo o zagotavljanju visokega bivalnega ugodja. Danes je na voljo že veliko literature o gradnji pasivnih hiš, tako je vse več investitorjev že pred nakupom dobro seznanjenih z lastnostmi pasivnih

hiš, vendar se kljub temu pojavljajo nekateri dvomi in napačne predstave. Nekaterim to predstavlja omejitve pri načinu bivanja v hiši, nekateri se bojijo, da ne bodo mogli odpirati oken. Vsem je treba razložiti, da se seveda tudi v pasivni hiši lahko odpirajo okna in da je življenje v takšni hiši podobno kot v vsaki drugi. Zdaj, ko imamo postavljenih že kar nekaj pasivnih hiš, v katerih investitorji že nekaj časa živijo, imamo tudi od njih pozitivne odzive. Vsi so navdušeni nad kakovostjo zraka in nizkimi položnicami za ogrevanje in kaj hitro se navadijo, da za kakovosten zrak ni treba preprečevati odpirati oken.

4 • SKLEP

Z novim Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah bo nizkoenergijski standard gradnje postal stalnica v našem okolju. Izraz pasivna hiša danes predstavlja splošno uveljavljen koncept gradnje, vendar prihaja

zaradi nezadostne ali nepravilne informiranosti tudi do napačnih predstav, kaj pasivna hiša je in kaj je pri izvedbi pomembno. Zmotno je namreč prepričanje, da je pasivna hiša le objekt z dodatno toplotno izolacijo

na zunanjem ovoju in da je pomembna le končna vrednost energije, ki jo potrebujemo za ogrevanje, ki mora biti manjša od 15 kWh/m² na leto. Izraz pasivna hiša predstavlja celovit koncept, katerega cilj je gradnja energijsko varčnih objektov, ki ob minimalnih stroških ogrevanja ponujajo visoko stopnjo bivalnega ugodja. Za doseganje tega cilja potrebujemo veliko znanja,

pravilno načrtovanje in kakovostno izvedbo. V našem podjetju smo ta koncept še dopolnili z ekološkim vidikom, uporabljeni materiali, les, toplotne izolacije iz lesnih vlaken in celulozna izolacija imajo sposobnost hranjenja ogljikovega dioksida. Z vgradnjo to-

plotnih črpalk in sistemov prezračevanja se zmanjšuje tudi odvisnost od fosilnih goriv. Koncept pasivne hiše ob potrebni energiji za ogrevanje omejuje tudi porabo primarne energije, danes se ta koncept razširja še v zniževanje izpustov toplogrednih plinov.

Bistvenega pomena ostaja izhodišče. Pravilno projektiran in kakovostno izveden ovoj konstrukcije je tisti, ki omogoča nadgradnjo v danes aktualne, aktivne, nič in plus energijske objekte in, kar je za investitorja še pomembnejše, ponuja prijetno bivalno klimo.

4 • LITERATURA

- MOP, Ministrstvo za okolje in prostor, Tehnična smernica TSG 1-004 : 2010 Učinkovita raba energije, http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (zadnji dostop 13. 1. 2011).
- Zbašnik Senegačnik, M., Zakaj pasivna hiša?, http://www.fa.uni-lj.si/filelib/8_konzorcijph/razlogi.pdf (zadnji dostop 13. 1. 2011).
- Zbašnik Senegačnik, M., Pasivna hiša, UL, Fakulteta za arhitekturo, 2007.
- Žegarac Leskovar, V., Premrov, M., Vpliv zasteklitve na energetska učinkovitost montažnih lesenih stavb, mednarodni posvet 2010, Energetska učinkovitost v arhitekturi in gradbeništvu, UM, Fakulteta za gradbeništvo in Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor, Maribor, 21. 10. 2010, str. 71–82, 2010.