

VELIKE GRAĐEVINE GRAĐENE KAO PASIVNE KUĆE

Uvod

Iskustva sakupljena u proteklih deset godina pri projektiranju i građenju manjih, prije svega obiteljskih pasivnih kuća dopuštaju širenje takve gradnje i na veće građevine s drukčijim sadržajima u različitim urbanističkim uvjetima. Gradi se sve više poslovnih zgrada, dječjih vrtića, višestambenih kuća, športskih dvorana, javnih zgrada, domova za starije, čak i crkava te industrijskih zgrada, pa i muzeja i zatvora u standardu pasivne kuće. Budući da su se na prvim pasivnim kućama obavljala brojna istraživanja i analize pomoću kojih je gradnja postala uspješna i učinkovita, može se govoriti o novoj generaciji pasivnih kuća – velikim pasivnim građevinama.

Osnovna škola i vrtić u Frankfurtu

U gradskoj je četvrti Riedberg u Frankfurtu 2004. izgrađena prva njemačka škola s dječjim vrtićem u standardu pasivne kuće. Zgrada je namijenjena za 400 učenika i 100 djece u dječjem vrtiću. Konstrukcija

zgrade je masivna. Pri projektiranju su izvedene simulacije i napravljeni proračuni kako spriječiti pregrijavanje u razredima ljeti zbog velikoga internoga toplinskog opterećenja od 26 osobe i eksternog od sunčeva zračenja (15 m^2 prozorskih površina, $60 - 80 \text{ W/m}^2$). Prvi je korak za sprječavanje pregrijavanja masivna konstrukcija sa sposobnošću čuvanja topline. Rabi se i noćno hlađenje. Preko prozora i staklenog nadsvjetla iznad vrata noću se automatski odvodi topli zrak iz razreda.

Za kontrolirano prozračivanje škole i vrtića služe tri uređaja s prijenosnikom topline uz 73 posto iskoristivosti. Svježi zrak, koji se prethodno zagrije u prijenosniku topline, dovodi se u pojedine razrede, a odvodi iz zajedničkoga hodnika. Sanitarni su prostori posebno priključeni na sustav odvodnje. Mala količina zraka (oko $15 \text{ m}^3/\text{h}$ po osobi) omogućuje grijanje toplinom učenika i smanjuje opasnost presuhoga zraka zimi. Regulator volumenskoga toka osigurava višestupanjsko prilagođavanje u razredima (100 posto, 50 posto, 0 posto).

Za potrebno grijanje služe grijača tijela u prostorima. Troškovi bi bili jednaki ako bi se rabio središnji registar grijanja, no to ne bi omogućilo individualno namještanje. Potrebnu toplinu osiguravaju dvije peći na pelete (60 kW). Na krovu su sunčani moduli za dobivanje električne energije, a na displeju, na glavnom hodniku, može se mijenjati njihov doprinos.

Ukupna potrošnja primarne energije za osnovnu školu i vrtić je $59 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ na godinu, potrebna toplina za grijanje je $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ na godinu, toplinski gubici $10,5 \text{ W/m}^2$, ušteda CO_2 u 30 godina je 1.000 t. Proračuni su pokazali da će građevina uštedjeti 259 MWh energije na godinu.

Planinska kuća Schiestl u Hochschwabu

Planinska se kuća Schiestl nalazi na nadmorskoj visini 2.154 m u gorju Hochschwab u austrijskoj Gornjoj Štajerskoj. Projektirana je kao energijski samodostatna kuća i otvorena je u rujnu 2005. godine.



Osnovna škola i vrtić u Frankfurtu



Planinarski dom Schiestl

Koncept zgrade odgovara najvišim ekološkim standardima. Zbog teškoga pristupa, zgrada nije dostupna ni cestom ni uspinjačom, pa je izabrana lagana drvena konstrukcija za koju se materijal mogao prevoziti helikopterom. Teški uvjeti za granju u alpskome visokogorju diktirali su predgotovljenu konstrukciju u što većoj mjeri izrađenu u dolini i u ljetnim mjesecima sastavljenu na mjestu.

Dvokatna zgrada ima jednostavan oblik. Južno pročelje ima panoramsko ostakljenje sa sunčanim ćelijama koje pokrivaju 60 posto potreba za električnom energijom (7,5 kWp). Spremnici sunčeve energije postavljeni su na krov natkrivene terase i pokrivaju potrebu za toplom vodom. Preostala se potrebna energija (toplinska i električna) dobiva iz kogeneracijskoga postrojenja na ulje od repe (dizelski motor). Za kuhanje se upotrebljava štednjak na kruta goriva koji grije i spremnik topline.

Zgrada je izgrađena u standardu pasivne kuće. Opremljena je uređajem za prozračivanje, dovodni se zrak zagrijava prijenosnikom topline zrak-zrak i grijućim registrom.

Planinska je kuća Schiestl prototip solarne i ekološke gradnje u alpskom prostoru i dobila je austrijsku solar-nu nagradu.

Crkva sv. Franciske u Welsu

Crkva sv. Franciske u austrijskome Welsu ima laganu drvenu konstrukciju. Sastavljena je od dva dijela –



Crkva sv. Franciske u Welsu

dvorane s bogoslužnim prostorom i ulazom te trakta u kojem su pomoćni prostori. Dvorana za bogoslužje izvedena je kao crna staklena kutija u koju je ugrađeno 200 m² sunčanih modula. Staklena se fuga, duga 13 m i široka 4 m spojena s krovom, s obzirom na vremenske uvjete i že-

ljeno svjetlosno raspoloženje otvara i zatvara.

Za grijanje crkve služi sunčeva energija koja u prostor dolazi kroz ostakljenje na krovu. Bez grijanja je temperatura zimi uvijek između 12 i 15°C.

Dodatna se potrebna toplina u prostor dovodi podnim grijanjem koje se napaja toplinom iz spremnika sunčeve energije i kotla od 85 kW na pelete. Potrebu za toplom vodom osiguravaju ćelije sunčeve energije površine 32 m² i dva spremnika topline volumena 1.000 litara. Sunčane ćelije na pročelju proizvode 15.300 kWh električne energije na godinu, što je više od vlastitih potreba pa stoga ljeti dodatno opskrbljuje još 15 kućanstava. Zgrada tako s aktivnim iskorištavanjem sunčeve energije smanjuje opterećenje okoliša s CO₂ za 15,7 tona na godinu.

Višenamjenska građevina SOL 4 u Beču

Peterokatna je zgrada namijenjena trima aktivnostima: poslovnoj, kongresnoj i rekreacijskoj. Poslovnim aktivnostima služe dva kata. Veće i manje jedinice primjerene su za manje tvrtke, a koncept zgrade nudi



Vanjski izgled i dio unutrašnjosti zgrade SOL 4



moćnost međusobnih poslovnih kontakata. Rekreativni prostori pod sloganom "zdrav duh u zdravome tijelu" imaju osposobljene trenere. Jedan je kat namijenjen kongresnoj aktivnosti.

Konstrukcija je masivna, od opeke i elemenata od ilovače koji posebno dobro akumuliraju toplinu i predaju je u prostor kada se u njemu temperatura zraka snizi. Zgrada, naime, ima veliki unutarnji ostakljeni atrij iz kojega prostori dobivaju svjetlost i toplinu. Ljetno se pregrijavanje sprječava noćnim hlađenjem. Potrebnu toplinu dovodi toplinska crpka koja iskorištava toplinu kamena (geosonda). Na pročelju posljednjih dvaju katova smješteni su moduli sunčanih ćelija, a proizvedeni električni tok u cijelosti pokriva potrebe zgrade.

Studentski dom u Beču

Studentski je dom u Beču izgrađen u standardu pasivne kuće 2005. i nudi boravak u jednokrevetnim sobama za 278 studenata koji u Beču studiraju u okviru međunarodnoga programa *Erasmus*.

Zgrada je smještena na relativno maloj građevinskoj parceli u gusto naseljenoj gradskoj četvrti. Na masivnu je konstrukciju od armiranoga betona postavljeno 26 cm toplinske izolacije. Karakter pročelju daju pomični metalni prozorski kapci koji

služe za osjenjenje, a istodobno učinkovito sprječavaju ljetno pregrijavanje.



Studentski dom u Beču

Veliki je zemni prijenosnik topline ispod temeljne ploče, iskorištava toplinu zemlje koja zatim preko crpke predgrijava svježiji zrak iz dovodnih kanala na krovu. Instalacijska se tehnika zgrade sastoji od decentraliziranoga sustava prozračivanja koji svježiji zrak usisava preko krova te od usporednog, od prozračivanja odvojenoga manjeg sustava grijanja. Po četiri su stambene jedinice povezane na zajednički uređaj za prozračivanje s vraćanjem topline otpadnog zraka (rekuperacija, iskoristivost je veća od 85 posto). U svakome je prostoru moguće namjestiti temperaturu od 18 do 23°C.

Toplinski su gubici po stambenoj jedinici manji od 10 W/m², a pri intenzivnijoj uporabi (više osoba u pros-

toru) i ispod 5 W/m². To znači manje od 500 sati grijanja na godinu. U usporedbi s tradicijskim zgradama potrebe za toplinom smanjuju se i 80 posto. Visokom termičkom masom i dobicima sunčeva zračenja u prijelaznom dijelu godine nastaje temperaturno izjednačena stambena klima. Temperatura u negrijanim, slobodnim stambenim jedinicama zimi ne pada ispod 17 °C.

Potrebna je toplina za grijanje 10,9 kWh/(m²a) na godinu, a ukupna potrošnja primarne energije 91 kWh/(m²a).

Poslovna zgrada Energon u Ulmu

Poslovna je zgrada Energon s više od 7.000 m² unutarnjih uporabnih površina trenutno druga najveća pasivna poslovna građevina na svijetu, a izgrađena je u gradu Ulmu u Njemačkoj. Zgrada je predviđena za 420 radnih mjesta.



Zgrada Energon u Ulmu

Okvirna je armiranobetonska konstrukcija ispunjena predgotovljenim, toplinsko izoliranim elementima od drva. Na pročelju je 35 cm toplinske izolacije, ispod temeljne ploče 20 cm, a u krovnoj konstrukciji do 50 cm. Na sredini je tlocrta staklom prekriveni atrij približne površine 420 m².

Zgrada je građena tako da osigurava učinkovito hlađenje i njezino grijanje. Udio je ostakljenih površina na pročelju optimalan – 44 posto. Opasnost od ljetnoga pregrijavanja sprječavaju vanjske ležeće rebrenice (žaluzine) na mehanički pogon. Ispod zgrade je 44 vertikalnih geosonda koje se sežu 100 m duboko u zemlju. Služe za ljetno hlađenje zgrade, a zimi za grijanje. Ostala se toplina dobiva iz viška topline iz kuhinje te toplovodne mreže. Na krovu su sunčani moduli.

Kuća S – pasivna kuća od slame

Kuća S je dvokatna pasivna kuća izgrađena od bala slame i drva u austrijskome Böhleimkirchenu. Služi kao informacijsko središte za održi-

vu gradnju i demonstrira uporabu lokalnih, obnovljivih izvora sirovina. Pokazalo se da su i prirodni materijali pogodni za pasivnu kuću. Slama ima, uz dobru toplinsku izolaciju, izuzetno dobre građevno – biološke značajke. Materijal je regenerativan s niskom potrošnjom energije

bez toplinskih mostova, zrakonepropusnost zgrade) bez ugradnje ekološki neprimjerenih i energijski rasipnih toplinskih izolacija. Osim toga, kuća S odgovara svim zahtjevima održive i ekološke gradnje. Zgrada je sastavljena od drvene lagane konstrukcije, a između nosivih elemenata postavljene su bale slame. Na unutrašnjoj strani konstrukcija ima parnu branu, na vanjskoj vjetrenu branu i prozračivano drveno pročelje.

Drveno je pročelje pričvršćeno na toplinsku izolaciju od slame s drvenim umjesto metalnim klinom i za tu namjenu posebno razvijenim drvenim vijcima. Na kraju vijeka uporabe materijal će se moći neškodljivo odstraniti. Zanimljivo je da su zahtjevi pasivne kuće za toplinom potrebnom za grijanje zgrade u godinu dana na toj kući lako dosegnuti. Pasivni je standard nedvojbeno veliko postignuće, a približava se i sljedećem koraku – održivoj uporabi energije za izgradnju građevine. Prava održiva zgrada mora, naime, odgo-

je i dugim vijekom trajanja; dobro izjednačava vlagu u prostoru, a također je i zvučna izolacija.



Pogled na kuću S

Inovativna konstrukcija kuće omogućava uporabu regionalnoga materijala za pasivnu tehnologiju. Tako je moguće ispuniti stroge zahtjeve za standard pasivne kuće (gradnja

voriti na pitanje kako se dobivaju materijali od kojih je izgrađena i kako se oni recikliraju.

Martina Zbašnik-Senegačnik,
Tanja Vrančić