

KLASIČNA ILI MONTAŽNA GRADNJA

Prije odluke o gradnji kuće valjalo bi razmisliti graditi li klasično ili montažno. Postoje prednosti i jednoga i drugoga načina gradnje.

Namjera ovoga priloga nije odrediti prednost jednog ili drugog načina gradnje, nego informirati čitatelje o osnovnim karakteristikama tih dvaju načina gradnje uspoređujući ih. Danas se često pojavljuje pitanje toplinske stabilnosti ljeti, odnosno zaštita stambenog prostora od pregrijavanja zbog visokih vanjskih temperatura.

Osnovno o načinima gradnje

Klasična se gradnja često naziva i *mokrom gradnjom* jer građevna veživa sadrže vodu koja ishlapljuje. Između pojedinih faza gradnje potrebno je pričekati da prođe određeno vrijeme, pa je stoga takva gradnja postupna.

Montažna je gradnja slaganje kuće od njezinih sastavnih dijelova. Ti su sastavni dijelovi izrađeni u specijaliziranim pogonima i sastavljaju se na gradilištu. Pri takvoj gradnji, osim postavljanja osnovne betonske ploče i podruma, nema *mokrih* faza i stoga takva gradnja napreduje brže od klasične. Donedavno je jedina *mokra* faza pri montažnoj gradnji bila izvedba betonskih estriha, no i oni se danas zamjenjuju suhim estrišima.

Kuće od opeke i kamena zidaju se već stoljećima, taj je običaj i u našim krajevima duboko ukorijenjen, stoga sa sigurnošću možemo reći da je klasična gradnja još uvijek češća od montažne.

U Zapadnoj Europi prevladava montažna gradnja koja je brža i do neke mjere ekološki prihvatljivija od klasične. Posljednjih nekoliko godina i

u Hrvatskoj je zabilježen porast montažne gradnje.

Pri klasičnoj gradnji može se naručiti projekt koji bi odgovarao svakom stanaru posebno, s obzirom na veličinu i oblik kuće, s obzirom na funkcionalnu dispoziciju i slično.

Izbor montažnih gotovih kuća prije nekoliko desetljeća bio je vrlo skroman. Čak je i oblik bio takav da se izdaleka vidjelo da je kuća montažna. Danas se to stanje bitno promijenilo jer proizvođači montažnih kuća raspoložu brojnim tipskim i oglednim kućama. Osim toga, tipski je projekt samo osnova koja se u dogovoru s arhitektom može promijeniti (promijeni se raspored prostora, doda ili oduzme mansarda).

Ako se dakle uspoređuje klasična i montažna gradnja s obzirom na prilagodljivost građevine specifičnim potrebama, dolazi se do zaključka da tu gotovo više nema razlike. Kada je kuća izgrađena, izvana se više ne može razlikovati radi li se o klasičnoj ili montažnoj gradnji.

Gradnja

Montažna kuća od sklapanja ugovora do useljenja može biti gotova za nekoliko mjeseci, stoga je s obzirom na trajanje gradnje prednost na strani montažne gradnje. Naravno, u prvoj fazi gradnje treba napraviti iskop za temelje po uputama proizvođača. Želi li se imati kuću s podrumom, na klasičan se način izgradi podrum s pločom iznad podruma. Tu fazu gradnje ne treba nužno izvesti proizvođač kuće, već investitoru najpovoljniji izvođač.

U drugoj fazi gradnje proizvođač postavlja unaprijed pripremljene vanjske i unutarnje zidove, u koje je već ugrađena toplinska izolacija. U

vanjske su zidove već ugrađeni i prozori, a isto su tako umetnute i cijevi za instalacijske vodove. Zatim slijedi izvedba stropova, zidnih obloga i krovne konstrukcije. Kuća je tako pod krovom za dva dana, a do kraja je sastavljena u deset dana. Sve krovopokrivačke i limarske radove može izvesti proizvođač kuće ili neki drugi, povoljniji izvođač. Slijedi polaganje betonskih ili suhих estriha te završni radovi: polaganje keramike, podnih obloga i drugi radovi kao i pri klasičnoj gradnji. Prednosti su takve brze gradnje i u tome da za gradnju svi proizvođači mogu osigurati instruktora koji će nadzirati gradnju

Nakon izgradnje montažne kuće brže se uređuje i njezin okoliš, što je također određena, iako ne bitna, prednost montažne pred klasičnom gradnjom.

Ugodnost stanovanja

Stambena ugodnost unutarnjih prostora postiže se dobrom izolacijom i dobrom paropropusnošću. Vanjski se zid gotove, tj. montažne kuće u određenoj prednosti pred onim klasične kuće s obzirom na paropropusnost. S obzirom na akumulaciju topline u prednosti je vanjski zid klasične kuće koji uz dobru izolaciju ima dobru akumulaciju topline. Danju se zidovi polako zagriju, a noću polagano gube toplinu. To svojstvo nemaju montažni zidovi.

U propisima o toplinskoj zaštiti određeni su najveći dopušteni prolasci topline građevnih konstrukcija za zimske projektne uvjete. Ljeti građevne konstrukcije moraju štititi stambeni prostor od pregrijavanja zbog visokih vanjskih temperatura i apsorbiranoga sunčeva zračenja na vanjske površine konstrukcija. Ne propisuju se zahtjevi s obzirom na

proračun gušenja temperature i temperaturnoga kašnjenja. Proračun temperaturnoga kašnjenja u vanjskim konstrukcijama zgrade izbjegava se jer je zahtijevanu najmanju vrijednost faktora (η) za vanjske zidove u suvremenoj montažnoj gradnji teško postići. Veće temperaturno kašnjenje postiže se dostatnom masom i rasporedom ugrađenih materijala, računano na m^2 izolacijskoga sloja ili obloge.

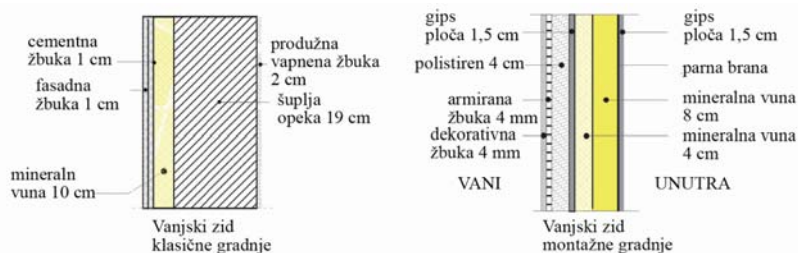
Temperatura vanjskoga zraka i vanjskih površina konstrukcije oscilira u razdoblju od 24 sata. Amplituda temperaturnoga vala prodire kroz konstrukciju i pri tome se smanjuje – guši. Karakteristična je vrijednost, s kojom se opisuje toplinska stabilnost konstrukcije, gušenje temperature. Faktor gušenja jest odnos amplitude temperaturne oscilacije vanjskoga

Faktor η pokazuje kroz koliko će se vremena najviša oscilirana temperatura s jedne strane konstrukcije pojaviti na drugoj strani. Temperaturno kašnjenje pri ocjeni toplinske stabil-

ne vanjskoga zida. Iako valja istaknuti da pri proračunu prolaska topline nisu uzeti u obzir toplinski mostovi koji se obično pojavljuju od prozora i nekih drugih mjesta na plaštu

Tablica 2. Faktor temperaturnoga kašnjenja za vanjske zidove

Građevna konstrukcija	Minimalni η
vanjski zidovi orijentirani na zapad i JZ	8
vanjski zidovi orijentirani na jug i JV	7
vanjski zidovi orijentirani na istok, SV, SZ	6
Ako je vrijednost $v > 35$ nema zahtjeva za η	



Sčola 1. Presjeci kroz vanjski zid klasične i montažne gradnje

Tablica 1. Najmanje vrijednosti temperaturnoga gušenja građevnih konstrukcija

Građevna konstrukcija	Najmanji faktor gušenja (v)
ravni krov	25
sve vanjske konstrukcije osim onih orijentiranih na sjever	15
vanjske konstrukcije orijentirane na sjever	15

zraka i amplitude temperaturne oscilacije unutarnje površine. U tablici 1. prikazane su najmanje vrijednosti za gušenje koje u novim propisima još nisu obuhvaćene.

Navedeni zahtjevi nisu obvezatni:

- za vanjske građevne konstrukcije i krovove sa slojem za prozračivanje ako je masa osnovne konstrukcije na jedinicu površine veća od 100 kg/m^2
- za krovove sa slojem za prozračivanje ako je toplinska prolaznost konstrukcija niža od $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vrijeme koje proteče između pojave najviše temperature vanjskoga zraka i pojave najviše temperature na unutarnjoj površini konstrukcije zove se fazni pomak, odnosno temperaturno kašnjenje (η).

nosti konstrukcije pokazuje puno više od proračuna faktora gušenja temperature. Faktor temperaturnoga kašnjenja za vanjske zidove jest između 6 i 8, što se vidi iz tablice 2. Staklene površine na vanjskome plaštu omogućavaju osvjetljenost prostora i prirodno grijanje. Staklene su površine u ljetnim i prijelaznim mjesecima uzrok pregrijavanja jer ne akumuliraju toplinu i guše oscilacije toplinskoga toka. Tako prozori ne mogu ispuniti zahtjev za toplinskom stabilnošću te se propisuje da svi prozori orijentirani između sjeveroistoka i sjeverozapada imaju vanjska sjenila.

U tablici 3. uspoređeni su faktori gušenja i temperaturnoga kašnjenja pri montažnoj i klasičnoj gradnji.

Iz rezultata se vidi da se pri montažnoj gradnji postiže niži prolaz topli-

zgrade. Za što točniju usporedbu obiju konstrukcija morao bi se izračunati prosječni prolaz topline gdje bi se u obzir uzela drvena konstrukcija kod montažnoga zida. Uzimajući u obzir te činjenice, stvarni prolaz topline obiju sastavljenih konstrukcija bitno je viši.

Na slici 1. prikazana su oba presjeka kroz vanjski zid.

S obzirom na gušenja amplitude oscilacije temperature i temperaturnoga kašnjenja ugodnija je klasična gradnja vanjskoga zida od montažnoga. U slučaju kada je gušenje temperature odnosno faktor $v > 35$, temperaturno kašnjenje nije više toliko odlučujuće.

Krivo je mišljenje da dovoljno masivna konstrukcija može spriječiti pregrijavanje kuće ljeti. Toplina, koju tijekom dana primi konstrukcija, mora se osloboditi iz zgrade noćnim prozračivanjem. Broj prozračivanja mora biti znatno veći nego što je potrebno za osiguravanje svježega zraka u zgradi. U stručnoj je literaturi navedeno da broj prozračivanja u zgradi mora biti veći od tri puta na

Tablica 3. Proračun faktora gušenja i temperaturnoga kašnjenja za vanjske zidove

Vanjski zid - neventilirano pročelje, $T_v = -13\text{ °C}$ $T_i = 20\text{ °C}$ $\phi_i = 65\%$	
MONTAŽNA GRADNJA – sastav konstrukcije	KLASIČNA GRADNJA – sastav konstrukcije
presjek od unutra prema van: vlaknasta gips ploča $\delta = 15\text{ mm}$ parna brana - PE folija $0,2\text{ mm}$ mineralna vuna $\delta = 80\text{ mm}$ nosiva drvena konstrukcija mineralna vuna $\delta = 40\text{ mm}$ horizontalne letve vlaknasta gips-ploča $\delta = 15\text{ mm}$ polistiren (stiropor) $\delta = 40\text{ mm}$ armirana žbuka $\delta = 4\text{ mm}$ dekorativna žbuka $\delta = 4\text{ mm}$ 1. Toplinska prolaznost $U = 0,2 < 0,6\text{ W/m}^2\text{K}$ 2. Toplinska stabilnost a) $v = 51,0 > 15$ faktor gušenja amplitude oscilacija temperature b) $\eta = 4,5 < 6$ (8) – fazni pomak – temperaturno kašnjenje 3. Difuzija vodene pare nema kondenzacije	presjek od unutra prema van: produžena vapnena žbuka $\delta = 20\text{ mm}$ mrežasta šuplja opeka $\delta = 190\text{ mm}$ mineralna vuna $\delta = 100\text{ mm}$ cementna žbuka $\delta = 10\text{ mm}$ pročeljna žbuka $\delta = 10\text{ mm}$ 1. Toplotna prolaznost $U = 0,33 < 0,6\text{ W/m}^2\text{K}$ 2. Toplinska stabilnost a) $v = 97,0 > 15$ faktor gušenja amplitude oscilacija temperature b) $\eta = 9,2 > 6$ (8) – fazni pomak – temperaturno kašnjenje 3. Difuzija vodene pare - vrijeme potrebno za sušenje 7,5 dana < 60 dana - povećanje sadržaja vlage 2,1 % - navlaživanje i sušenje u dopuštenim je granicama i manje od 60 dana

lirane i oslobođene topline za različito smještene slojeve toplinske izolacije (na vanjskoj strani, toplinska izolacija između slojeva, izolacija s unutarnje strane) može se zaključiti:

- neposredni pokazatelj količine akumulirane topline jest prosječna temperatura zida
- kod svih triju načina ugrađivanja toplinske izolacije prolaz topline građevne konstrukcije jednaka
- kod svih je triju načina konstrukcije unutarnja površinska temperatura zida jednaka
- u zidu s vanjskom toplinskom izolacijom akumulirano je najviše topline (prostor se najsporije zagrijava i treba najviše energije)
- najmanje akumulirane topline nalazi se u konstrukcijama s unutarnjom toplinskom izolacijom
- najmanje topline u prekidima grijanja oslobađa se u konstrukcijama s unutarnjom toplinskom izolacijom
- najviše topline u prekidima grijanja oslobađa se u konstrukcijama s vanjskom toplinskom izolacijom
- s najmanje se energije i najbrže zagrijavaju prostori koje okružuju konstrukcije s unutarnjom toplinskom izolacijom.

sat. Na slici 2. prikazane su temperature u zgradi u ljetnom danu.

U ovom je slučaju napravljen proračun prolaska topline i toplinske stabilnosti za klasičan način gradnje gdje je toplinska izolacija smještena na vanjskoj strani.

Pogledajmo što je s akumulacijom

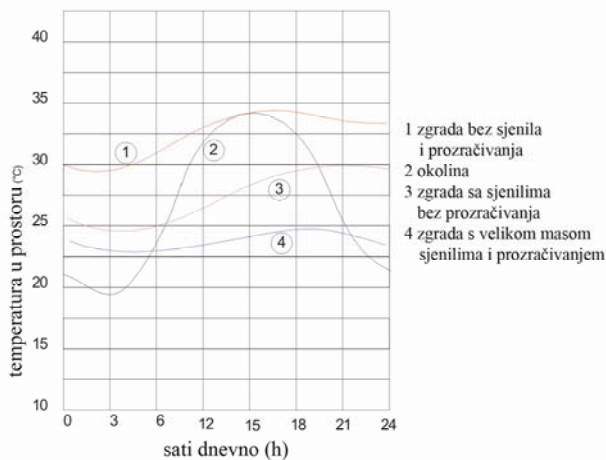
topline kod klasičnoga zida zimi, s obzirom na moguće druge načine ugradnje toplinske izolacije. Misli se na ugradnju toplinske izolacije na unutarnju stranu zida i ugradnje toplinske izolacije između slojeva zida. Postavljanje sloja toplinske izolacije na određeno mjesto u vanjskome zidu ima zimi velik utjecaj na akumulaciju topline u građevnim konstrukcijama. Posebno je to važno u razdobljima prekida grijanja i pri ponovnom zagrijavanju zgrade. Pri prekidanju grijanja temperatura se u prostoru snižava, dio se akumulirane topline iz zida oslobađa u prostor. Ako se napravi proračun akumu-

lirane i oslobođene topline za različito smještene slojeve toplinske izolacije (na vanjskoj strani, toplinska izolacija između slojeva, izolacija s unutarnje strane) može se zaključiti:

Sunčevo zračenje apsorbiraju i masivne konstrukcije, stoga je toplinski tok u unutrašnjosti zgrade ovisan o lokaciji (smještaju) toplinske izolacije u građevnoj konstrukciji.

Iz toga slijedi:

- Ako je toplinska izolacija smještena na vanjskoj strani, vanjska se površina jako zagrije. Visoke površinske temperature uzrokuju mehanička opterećenja u završnom sloju. Zbog izolacije vanjskoga sloja toplina minimalno prolazi kroza zid u prostor.
- U slučaju toplinske izolacije između slojeva konstrukcije sunčevu energiju prima vanjski masiv-



Temperature u zgradi ljeti

ni zid ispred sloja toplinske izolacije. Unutarnji toplinski zid zbog akumulirane je energije (zbog grijanja) topliji i sporije se hladi.

- U slučaju da je toplinska izolacija smještena na unutarnjoj strani, sunčevu energiju akumulira cijeli masivan zid. Oscilacije su temperature zida zbog intenzivnijeg hlađenja noću veće s obzirom na sva tri primjera smještanja toplinske izolacije u konstrukciju. Temperature zida su, naime, niže nego u ostalim primjerima, pa je stoga učinkovitost prihvatanja sunčeva zračenja kod zida s unutarnjom toplinskom izolacijom najviša.
- Prihvatanje sunčeva zračenja po vedrom danu najučinkovitije je kod konstrukcije s unutarnjom toplinskom izolacijom. U tom je slučaju tok topline u prostor najveći.

Ta se pravila ne mogu potvrditi jednostavnim jednadžbama za prijenos topline, samo s odgovarajućim računalnim programima s kojima se rješava nestacionarni prijenos topline. Takvim se programima evidentiraju toplinski odzivi građevnih konstrukcija s obzirom na različitu ugradnju toplinske izolacije (toplinski tokovi, toplinski gubici, toplinski dobici i temperature na unutarnjoj površini konstrukcija).

Kod svih rješenja s obzirom na položaj toplinske izolacije u obzir treba uzeti prolaz vodene pare jer se kod debelog sloja toplinske izolacije i neprozračivanih konstrukcija pojavljuje kondenzacija. Posebno je ta pojava prisutna u konstrukcijama gdje je toplinska izolacija postavljena s unutarnje strane. U takvom slučaju obvezatno treba provjeriti odgovarali konstrukcija odgovarajućim kriterijima prolaza vodene pare.

Učinak dobre toplinske izolacije na stambenu ugodnost može pokvariti premala zrakonepropusnost građevine, tj. njezinih obodnih konstrukcija. Premala zrakonepropusnost može biti uzrok prevelikih toplinskih gubitaka u sezoni grijanja i uzrok pregrijavanja građevine ljeti.

Trajnost

Montažna gradnja svoju trajnost mora s vremenom dokazati, dok klasična gradnja to ne mora jer se takvim načinom gradi već stoljećima. S obzirom na sigurnost od potresa montažno se može graditi do 9. stupnja Merkalijeve ljestvice (MCS). Pri klasičnoj gradnji otpornost na potres ovisi o načinu gradnje. Kako je kod gotovih kuća glavni konstrukcijski materijal drvo, postavlja se logično pitanje otpornosti na požar. Proizvođači montažnih kuća jamče da se kuće 60 minuta odupiru vatri.

Cijena

Zbog cijene se mnogi radije odlučuju za klasičnu nego za montažnu gradnju jer se na takav način može graditi u fazama koje imaju vremenski razmak. Gradnja se može prilagoditi trenutačnim financijskim mogućnostima i vremenu. Velika je financijska ušteda izvođenje pojedinih faza gradnje vlastitim snagama.

Proizvođači montažnih kuća nude različite mogućnosti prodaje kuća zbog različitih financijskih mogućnosti kupaca. Kuća se može kupiti do četvrte montažne faze, što obuhvaća sve potrebne montažne radove. Kuća je prema van završena, s krovom i pročeljem te zatvorena (stolarija). Svi obrtnički radovi zatim se mogu izvesti u aranžmanu investitora. Rad od te faze može se izvoditi postupno, kao pri klasičnoj gradnji. Prema nekim proračunima, koje su proveli proizvođači montažnih kuća, takva je kuća 10 do 15 posto jeftinija

od one građene klasičnim načinom gradnje. To vrijedi za jednake tlocrte, jednake izolacijske karakteristike zidova i prozora.

Takva usporedba koja se bazira na proračunu samo je orijentacijska, stoga u obzir treba uzeti određenu rezervu.

Zaključak

S obzirom na konačni izgled kuće može se reći da su oba načina gradnje jednakovrijedna. Nabrojati ćemo još neke prednosti klasične gradnje pred montažnom i obrnuto.

- Prednosti klasična gradnje pred montažnom gradnjom:
- financiranje i gradnja kuće mogu biti postupni
- masivni zidovi imaju veću toplinsku akumulaciju
- bolja toplinska stabilnost, manje pregrijavanje zgrade ljeti ako se noću osigura odgovarajuće prozračivanje.

Prednosti montažne gradnje pred klasičnom gradnjom:

- gradnja je brža, potrebno je manje aktivnosti investitora
- izolacija vanjskih zidova je bolja pa je građevina štedljivija s obzirom na potrošnju toplinske energije. Pritom se što više moraju spriječiti toplinski mostovi i osigurati odgovarajuća zrakonepropusnost zgrade, što je veći problem.

U drugim pogledima može se zaključiti da nema bitnih prednosti jednoga načina gradnje nad drugim. Prema podacima proizvođača vidljivo je da se udio novih montažnih kuća povećava. S obzirom na podatke iz Europe, tamo je puno veći udio montažnoga načina gradnje obiteljskih kuća (između 20 i 30 posto).

Bojan Grobovšek, dipl. ing. str.