

## TIPOLOGIJA IZGRADNJE I PODJELA ZGRADA PREMA RAZDOBLJU GRADNJE I ENERGETSKIM POTREBAMA

### THE TYPOLOGY OF CONSTRUCTION AND DIVISION OF BUILDINGS ACCORDING TO THE CONSTRUCTION PERIOD AND ENERGETIC NEEDS

Vrček S.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Varaždin

**Sažetak:** Sa stajališta energetske potrošnje, razdoblje izgradnje vrlo je važan parametar. Zbog karakteristika gradnje i nedostatka propisa o toplinskoj zaštiti, u razdoblju najveće stambene izgradnje od 1950. do 1980. godine, izgrađen je niz stambenih i nestambenih zgrada koje su danas veliki potrošači energije, s prosječnom godišnjom potrošnjom energije od preko 200 kWh/m<sup>2</sup>a [1]. Potrebno je naglasiti da prosječne stare zgrade godišnje troše 200-300 kWh/m<sup>2</sup>a energije za grijanje, standardno izolirane kuće ispod 100, suvremene niskoenergetske kuće ispod 40, a pasivne i nulenergetske kuće 15 kWh/m<sup>2</sup>a i manje [2].

**Ključne riječi:** zgrada, izgradnja, toplinska izolacija, energetska potrošnja

**Abstract:** From the standpoint of energy consumption, the construction period is a very important parameter. Due to the characteristics of construction and the lack of regulations on thermal protection, in the period of the most intensive housing construction from 1950 to 1980 there has been built a series of residential and nonresidential buildings that are now major energy consumers, spending annually over 200 kWh/m<sup>2</sup> [1] on average. It should be noted that the average old buildings annually consume 200-300 kWh/m<sup>2</sup> energy for heating, whilst standard insulated ones under 100, the modern low-energy houses under 40, and the passive and nul-energy ones 15 kWh/m<sup>2</sup> or even less [2].

**Key words:** building, construction, thermal insulation, energy consumption

#### 1. UVOD

Prvi propisi o toplinskoj zaštiti zgrada kod nas su doneseni 1970. godine (Službeni list SFRJ 35/70). U njima je određena podjela državnog teritorija na tri tri građevinsko klimatske zone. Za svaku zonu su propisane najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaza topline (k) za pojedine elemente vanjske ovojnice zgrade. Godine 1980. su doneseni novi zahtjevi u pogledu toplinske zaštite zgrada u okviru norme JUS UJ5.600

kojima su vrijednosti dopuštenih koeficijenata prolaska topline U(k) smanjene za cca 30 posto. Novo, pooštreno i dopunjeno izdanje doneseno je tek 1987. godine [2]. Ako se postojeće zgrade izgrađene nakon donošenja zahtjeva iz 1987. godine, prihvate kao uvjetno zadovoljavajuće sa stajališta toplinske zaštite i uštede energije, čak i u tom slučaju oko 83% naseljenih zgrada u Hrvatskoj ima nezadovoljavajuću toplinsku zaštitu, s prosječnom potrošnjom energije za grijanje od 150 do 200 kWh/m<sup>2</sup>a [1].

Tek novogradnja usklađena s Tehničkim propisom o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama NN 79/05 [5] s obveznom primjenom od 01. srpnja 2006. godine, te Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti zgrada NN 110/08 [3], NN 89/09[4] donosi značajne zahtjeve glede racionalne uporabe energije i toplinske zaštite, a ujedno se i implementira Direktiva 2002/91/EC Europskog parlamenta od 16. prosinca 2002.g. o energetskim svojstvima zgrada i Direktiva 89/108/EEC Europskog parlamenta od 22. prosinca 1989. g. u dijelu koji se odnosi na građevne proizvode koji se ugrađuju u zgrade u svrhu ispunjavanja bitnog zahtjeva za građevinu: »ušteda energije i toplinska zaštita«.

Dakle, osnovna karakteristika postojeće izgradnje u Hrvatskoj je neracionalno velika potrošnja svih oblika energije, prvenstveno energije za grijanje, ali porastom standarda sve više i za hlađenje zgrada. Energetska potrošnja namijenjena za grijanje, pripremu tople vode i kondicioniranje zraka predstavlja najznačajniji dio energetske potrošnje u zgradama. Tako nam razdoblje izgradnje i razdoblje eventualne obnove puno govori o karakteristikama izgradnje, tipovima konstrukcija, postojanju toplinske zaštite i dr.

Uzimajući u obzir starost i vrstu gradnje, a u ovisnosti o zakonodavnom okruženju, postojeće zgrade u Hrvatskoj možemo podijeliti u karakteristične grupacije:

- zgrade građene prije 1940. godine,
- zgrade građene u razdoblju od 1940. do 1970. g.,
- zgrade građene u razdoblju od 1970. do 1987. g.,
- zgrade građene u razdoblju od 1987. do 2006. g.,

- novogradnja usklađena sa Tehničkim propisom [5], [3] i [4].

## 2. ZGRADE GRAĐENE PRIJE 1940. I U PERIODU 1940.-1970.

Osnovno obilježje gradnje u ovom razdoblju je:

- veliki intenzitet gradnje tradicionalnim tehnikama i materijalima
- nema toplinske zaštite

Zgrade građene prije 1940. imaju masivnu zidanu konstrukciju od opeke ili kamena debljine zida 25, 38 ili 50 cm pa i više. Zgrade u periodu 1940.-1970. karakterizira pojava novijih materijala i statički tanjih konstrukcija bez toplinske izolacije. Stropovi su uglavnom drveni ili masivni od opeke, kamena ili betonskih elemenata (rebričasti betonski strop). Takve starije zgrade masivnih debelih zidova, zbog velike debljine konstrukcije i relativno niskog stupnja zagrijavanja prostora, nisu imale tako velike toplinske gubitke, kao novije lake betonske konstrukcije između 1940. i 1970. Uvođenjem standarda grijanja prostora na temperaturu višu od 18°C, kroz takve zidove gubi se znatan dio toplinske energije te se pojavljuje problem vlage. Podrumski prostori su uglavnom pomoćni prostori građevine i negrijani prostor. Najčešće provjetravani podrum služio je kao tampon prostor između tla i prostora prizemlja. Vlaga koja je bila neminovna, isušivala se u prostoru podruma ne šteteći ostalim konstrukcijama. Podovi su najčešće bili izvedeni na sloju nabijene zemlje. Kao hodna obloga koristile su se drvene kocke ili opekarski elementi položeni u nasip. Hladni podovi grijanih prostorija često su izloženi i pojavi kondenzacije na njihovoj gornjoj površini. Strop prema negrijanom tavanu najčešće se izvodio kao drveni strop s podgledom (žbuka na daščanoj oplati), nasipom šute i gornjom dasčanom oplatom kao podom tavana. Strop iznad negrijanog prostora je uglavnom strop podruma i najčešće se izvodio kao svođeni strop od opeke ili kamena s nasipom i plivajućim drvenim podom položenim u taj nasip. Krov kod starijih građevina se nije izolirao te se problem pojavljuje kod prenamjene tavanog prostora u grijani stambeni prostor.

Prozori i vrata izvodili su se uglavnom drveni, ustakljeni s jednim ili dva stakla po krilu – jednostruki ili dvostruki prozori s dva krila na razmaku većem od 10 cm. Takvi prozori danas uzrokuju velike gubitke topline kroz vanjsku ovojnicu uslijed transmisije i zbog nebrtvljenih reški. Prosječni gubici takvih zgrada kreću se između 200 i 250 kWh/m<sup>2</sup> godišnje.

*Analize pokazuju da se povećanjem toplinske izolacije vanjske ovojnice, prvenstveno vanjskog zida te zamjenom prozora, gubici topline smanjuju na 60-90 kWh/m<sup>2</sup> godišnje, što je ušteda u potrošnji toplinske energije za oko 70% [2].*

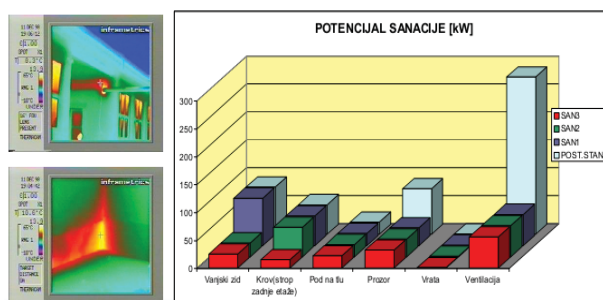
Karakterističan primjer:

### ELEKTROSTROJARSKA OBRTNIČKA ŠKOLA U ZAGREBU – izgrađena 1948.

Građevina je zidana punom opekom, debljine zida 25 i 38 cm + žbuka, dijelom podrum sa prizemljem i 2 kata, krovšte drveno pokriveno salonit pločama, tavanški prostor se ne grije, a prozori su stari drveni, većim dijelom s jednostrukim staklom i lošim brtvljenjem.

788.109 kWh ► 256.837 kWh  
► - 67%  
198 kWh/m<sup>2</sup> ► 65 kWh/m<sup>2</sup>

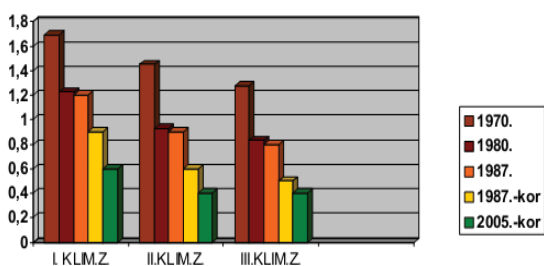
VARIJANTA	IZVEDBA
SAN 1	Sanacija prozora i okvira U=3,0-5,8 ► U=1,4
SAN 2	Sanacija vanjskih zidova U=1,46 ► U=0,32
SAN 3	Sanacija stropova prema tavanu U=1,14 ► U=0,28



Slika 1. Potencijal sanacije[2]

## 3. ZGRADE GRAĐENE U PERIODU OD 1970. DO 1987.

Pojavio se tehnički napredak u proizvodnji materijala za zidanje, upotreba betona i armiranog betona, te gradnja „tankih“ konstrukcija koje zadovoljavaju statički proračun, ali nemaju nikakav energetski koncept, ima za posljednju izgradnju velikog fonda zgrada koji je sa stajališta toplinske zaštite i uštede energije izuzetno nepovoljan [1]. Takva gradnja počinje već 50-tih godina prošlog stoljeća, a u razdoblju od 1970. do 1987. godine karakteristična je izgradnja vitkih skeletnih konstrukcija ili poprečnih betonskih nosivih zidova, a ispunjena između nosive konstrukcije radi se često kao stolarski element s izuzetno lošim toplinskim karakteristikama. Česti su i prefabricirani betonski parapetni paneli bez ikakve toplinske zaštite. Dakle, s jedne strane imamo usvajanje prvih propisa o toplinskoj zaštiti zgrada i početak skromnog korištenja toplinske izolacije, a s druge strane gradnja statički vitkih, tankih konstrukcija, velikih staklenih površina i zapravo toplinski vrlo loših objekata. Prvi propisi o toplinskoj zaštiti zgrada u RH doneseni su 1970. g. u kojima je određena podjela državnog teritorija na tri građevinsko klimatske zone. Za svaku zonu su propisane najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaza topline k (danas U) za pojedine elemente vanjske ovojnice zgrade.



Dozvoljeni i korigirani zadovoljavajući koeficijenti prolaska topline W/m<sup>2</sup>K za vanjski zid ovisno o zakonodavnom okruženju

Slika 2. k (U) ovisno o zakonodavnom okruženju [1]

Počinja se skromna primjena toplinske izolacije u debljinama 2-4 cm. Razvija se primjena armiranog betona pa se može reći da je statika zgrade zadovoljena, a energetski koncept ne postoji. Nikakva ili vrlo stidljivo primijenjena toplinska izolacija karakteristična je za gradnju sve do 1980. g. Koriste se uglavnom prozori sa izo staklom, ali vrlo loših profila, bez prekinutog toplinskog mosta te s lošim brtvljenjem. Površina staklenih ploha se povećava, a standard grijanja raste.

AB konstrukcije zidova izvode se sa 2-4 cm izolacije tipa heraklit, drvolut ili okipor koja se stavlja u oplatu kod betoniranja. AB zidovi su debljina uglavnom 16 i 18 cm. Zidane konstrukcije izvode se uglavnom od šuplje blok opeke 19 cm koja obostrano ožbukana zadovoljava tadašnje minimalne uvjete za toplinsku izolaciju. Ne posvećuje se nikakva pažnja rješavanju detalja karakterističnih toplinskih mostova na spoju armiranog betona i opeke, što često rezultira pojavom vlage i plijesni na unutrašnjim uglovima kuća i zgrada. Krovovi se često izvode kao ravni s betonskom pločom i minimalnom izolacijom.

*Toplinski gubici zgrada iz ovog razdoblja često su veći od onih na starijim zgradama, građanim 20 i više godina ranije te iznose i preko 300 kWh/m<sup>2</sup> godišnje. Mjere sanacije ne razlikuju se mnogo u odnosu na sanaciju starijih zgrada, s tom prednosti što se izolacija uglavnom bez problema može izvoditi s vanjske strane. I u ovom slučaju ekonomski najisplativije je sanirati krov ili strop prema negrijanom tavanu te vanjski zid i prozore [1].*

Karakterističan primjer:

OBITELJSKA KUĆA U ZAGREBU – izgrađena 1985. godine.

Kuća ima podrum, prizemlje i stambeno potkrovlje. Građena je od opeke i armiranog betona, pri čemu je dio konstrukcije „čisti beton“ bez obloge, a drugi dio obložen je fasadnom opekama ili drvenom oblogom bez toplinske izolacije. Krov je drveni, dvostrešni pokriven betonskim crijepom. Prozori su drveni, s ugrađenim izo staklom, slabih toplinskih karakteristika i lošeg brtvljenja. Najveći problem vezan uz prozore su visoke kutije za rolete, koje nisu toplinski izolirane i predstavljaju velike toplinske mostove. Većina parapetnih zidova izvedena je kao drveni sendvič panel ispod prozora, slabih toplinskih

karakteristika, ispred kojeg se u većini slučajeva nalaze radijatori.



Slika 3. Postojeće stanje [2]

VARIJANTA	IZVEDBA
SAN 1	Sanacija prozora i okvira U=3,00 ► U=1,40
SAN 2	Sanacija vanjskih zidova U=1,20-3,20 ► U=0,30-0,35
SAN 3	Sanacija stropa, poda, krova U=1,76 ► U=0,20

250 kWh/m<sup>2</sup> ► 70 kWh/m<sup>2</sup>  
► -72%

Slika 4. Potencijal sanacije [2]

Preporučena rekonstrukcija vanjske ovojnice je:

- toplinska izolacija vanjskog zida sa 10-12 cm kamene vune i tankoslojnom fasadom
- toplinska izolacija stropa prema negrijanom tavanu sa 18 cm kamene vune
- toplinska izolacija poda prema negrijanom podrumu i prema otvorenom prostoru sa 14 cm kamene vune
- zamjena prozora s novim drvenim ili PVC prozorima U=1,40 W/m<sup>2</sup>K.

#### 4. ZGRADE GRAĐENE U PERIODU OD 1987. DO 2006.

Unatoč svjetskim trendovima i naglašene potrebe štednje energije u zgradama, Hrvatskoj je trebalo gotovo dvadeset godina do usvajanja Novog tehničkog propisa i strožih zahtjeva glede toplinske zaštite i uštede toplinske energije u zgradama. Svi projekti i sva izgradnja u razdoblju od 1987. godine do danas, ima u prosjeku istu toplinsku kvalitetu, a godišnje toplinske potrebe kreću se u prosjeku od 100 do 150 kWh/m<sup>2</sup> godišnje. Gradi se svim dostupnim materijalima na tržištu, a primijenjena je toplinska izolacija takva da zadovoljava postojeće propise. Najčešće se koriste kamena vuna i polistiren (stiropor), u debljinama 4,6 i rijede 8 cm za vanjski zid, te 8 do 12 cm za kosi krov u kontinentalnom dijelu Hrvatske, dok u primorskom dijelu i manje, uz čestu primjenu toplinske žbuke, bez dodatne toplinske izolacije. 1. srpnja 2005. godine usvojen je novi Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama s obveznom primjenom od 1. srpnja 2006. godine [5] (51-95 kWh/m<sup>2</sup>).

Aktivnosti na povećanju energetske učinkovitosti povećanjem toplinske zaštite zgrada treba usmjeriti na zgrade građene prije 1987. godine.

*U zgradama građanim u periodu od 1987. do 2006. g. potrebno je dodatnim preporukama za uštedu energije – regulacija, štedna rasvjeta i manjim zahvatima na ovojnici zgrade smanjiti potrošnju energije. Pri svakoj rekonstrukciji treba pažljivo optimirati energetske sustave u što bolju energetske učinkovitu cjelinu. Nove zgrade potrebno je planirati integralno i detaljno razmatrati energetske koncept [1].*

Karakterističan primjer:

**STAMBENA ZGRADA U ZAGREBU** – izgrađena 2002. godine.

Stambena zgrada u programu poticane stanogradnje, 63 stana, podrum, prizemlje, 4 kata i potkrovlje. Konstruktivni je sustav u potpunosti armirano betonski, s nosivim armirano betonskim zidovima debljine 20 cm te AB pločama debljine 18 cm. Vanjski AB zidovi zgrade debljine 20 cm su toplinski izolirani kamenom vunom debljine 10 cm,  $U=0,32 - 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ravni krov je izoliran s 12 cm kamene vune,  $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Vanjska stolarija prozora i staklenih stijena je izvedena od petkomornih PVC profila, s prekinutim toplinskim mostom, ustakljenih IZO staklom -  $U=1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Slika 5. Stambena zgrada POS 2002. g. [1]

## 5. SUVREMENA IZGRADNJA

Kod gradnje novih kuća i zgrada važno je već u fazi idejnog projektiranja integralno planirati energetske koncept i predvidjeti sve što je potrebno da se dobije kvalitetna i optimalna energetske učinkovita građevina.

Zato je potrebno:

1. analizirati lokaciju, orijentaciju i oblik kuće
2. primijeniti visoku razinu toplinske izolacije cijele vanjske ovojnice i izbjegavati toplinske mostove
3. iskoristiti toplinske dobitke od sunca i zaštititi se od pretjeranog osunčanja
4. koristiti energetske učinkovit sustav grijanja, hlađenja i ventilacije te ga kombinirati s obnovljivim izvorima energije.

Ad 1.

- ✓ ako je moguće, odabrati mjesto izloženo suncu, koje ne zasjenjuje druge kuće, a zaštićeno je od jakih vjetrova
- ✓ otvoriti kuću prema jugu, a zatvoriti prema sjeveru
- ✓ ograničiti dubinu kuće i omogućiti niskom zimskom suncu da uđe u kuću
- ✓ zaštititi kuću od prejakog ljetnog sunca zelenilom i napravama za zaštitu od sunca
- ✓ kompaktan volumen kuće pomaže smanjenju gubitaka topline
- ✓ grupirati prostore slične funkcije – pomoćne prostore smjestiti na sjeveru, a dnevne na jugu

Ad 2.

- ✓ najbolji način izbjegavanja toplinskih mostova je postava toplinske izolacije s vanjske strane zida, bez prekida te dobro brtvljenje reški i spojeva
- ✓ potrebno je izolirati vanjski zid, zid prema negrijanom prostoru, pod na terenu, strop prema negrijanom podrumu i tavanu, ravni i kosi krov iznad grijanog prostora i dr.

Ad 3. i 4.

Za nove zgrade površine veće od 1000 m<sup>2</sup>, prema direktivi 2002/91/EC, trebat će se razmatrati alternativni sustav opskrbe energijom bazirani na obnovljivim izvorima, kogeneracijska postrojenja, daljinsko grijanje i hlađenje te dizalice topline.

Za planiranje energetike u zgradarstvu potrebno je u projektiranju postaviti tehničke uvjete i osigurati prostorne parametre, uskladiti s karakteristikama regije i lokacije kroz: debljinu toplinske izolacije, učinkovite sustave grijanja i hlađenja, primjenu obnovljivih izvora energije, a gdje je moguće primijeniti pasivne tehnike grijanja i hlađenja koje poboljšavaju unutarnje klimatske uvjete i mikroklimu oko građevine.

## 6. ZAKLJUČAK

Razmatranje energetske koncepta zgrade je multidisciplinarni i vrlo složen timski rad koji zahtjeva suradnju niza stručnjaka na odabiru optimalnog rješenja. Iako sektor zgradarstva predstavlja najveći potencijal energetske uštede, zgrade su toliko složeni sustavi da je moguća reakcija u sektoru zgrada vrlo kompleksna, a time i vrlo tromo.

Zgrade se dijele u više kategorija prema namjeni, načinu korištenja i energetske potrošnji, te je njihova energetska analiza, koja u Hrvatskoj nema gotovo nikakvu tradiciju, time još složenija i zahtjevnija.

Dodatno ulaganje u povećanje energetske učinkovitosti i smanjenje toplinskih gubitaka na novogradnji višestruko je isplativo, a povećanje cijene gradnje za 10% može značiti energetske uštede 50 do 80%.

Posebno je važna suradnja svih sudionika u projektiranju, kao i budućih korisnika zgrade, u pažljivoj optimizaciji i planiranju energetske koncepta tzv. INTEGRALNO PLANIRANJE.

Energetska certifikacija zgrada, kvalitetno provedena i implementirana, mogla bi odigrati ključnu ulogu u podizanju kvalitete gradnje i kvalitetnom osmišljavanju energetske koncepta novih zgrada, pokretanju sustavne

obnove i osuvremenjivanja postojećeg sektora zgrada, te značajno doprinjeti razvoju integralnog projektiranja uzimajući u obzir cijeli životni vijek zgrade.



Slika 6. Integracija elemenata za korištenje OIE u arhitekturu [1]

## 7. LITERATURA

- [1] Andrassy M., Balen I., Boras I., Dović D., Borković Ž.H., Lenić K., Lončar D., Pavković B., Soldo V., Sučić B., Švaić S., (2010), *Priručnik za energetske certifikacije zgrada*, UNDP, Zagreb
- [2] Borković Ž.H., (2010), *Osnove zgradarstva i izvedbe zgrade, Minimalna procijenjena obilježja za zgrade i tipologija izgradnje – izobrazba za energetske certifikatore*, EIHP, Zagreb
- [3] Narodne novine br. 110/08 „*Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama*“
- [4] Narodne novine br. 89/09 „*Tehnički propis o izmjeni Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama*“
- [5] Narodne novine br. 79/05 „*Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama*“

### Kontakt:

Srećko Vrček, dipl. ing. građ.,  
22. RUJNA 1991. 4,  
42000 Varaždin  
e-mail: [sreckov@net.hr](mailto:sreckov@net.hr)