

# GRADENJE STAMBENO POSLOVNIH OBJEKATA VISOKE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Milan Kekanović<sup>1</sup>  
Ivan Hegediš<sup>2</sup>  
Arpad Čeh<sup>3</sup>  
Zoran Kljajić<sup>4</sup>

UDK: 624.9:699.86

**Rezime:** Rad obrađuje temu projektovanja i građenja većih, adaptabilnih stambeno-poslovnih prostora kao novi kvalitet, sagledajući kako arhitektonsko-ekonomske, tako i energetske aspekte. Svaki izgrađeni prostor, koji nema fizičke prepreke u obliku zidova, stubova i greda, u arhitektonskom-ekonomskom smislu, predstavlja bolje iskoristiv objekat. U radu je obrađen sistem gradnje kao konstruktivno rešenje lake, roštiljno - kasetne StiroFert međuspratne konstrukcije velikih raspona sa konstrukcijski već ugrađenom moćnom izolacijom, koja omogućava praktičnu realizaciju ove ideje u potpunosti. StiroFert u kombinaciji sa zidovima od lakog betona i toplotne pumpe kao sistema za racionalno grejanje, garantuje u energetskom smislu, dobijanje niskoenergetske kuće koja je nasušna potreba današnjeg građenja, obzirom na energetsko-ekonomsku krizu i preporuke EU.

**Ključne reči:** građenje, konstrukcije, kasetirane, adaptabilnost, energetska, efikasnost, stirofert, niskoenergetska kuća

---

<sup>1</sup> Docent Dr, Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, 024 554 300/554 580, [kekec@gf.uns.ac.rs](mailto:kekec@gf.uns.ac.rs)

<sup>2</sup> Docent Dr, Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, 024 554 300/554 580, [hege@gf.uns.ac.rs](mailto:hege@gf.uns.ac.rs)

<sup>3</sup> Asistent dipl.inž., Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, 024 554 300/554 580, [ceh@gf.uns.ac.rs](mailto:ceh@gf.uns.ac.rs)

<sup>4</sup> Direktor, StiroFert, Sivč Jovgena bb, Vrbas, 021 792 596, [office@stirofert.com](mailto:office@stirofert.com)

## 1. MEĐUSPRATNE PLOČE VEĆIH RASPONA

Danas postoje sistemi za građenje međuspratnih ploča većih raspona ali se ti sistemi retko primenjuju kod gradnje stambenih objekata. Radi se u glavnom o montažnim pločama sa rebrima koje imaju veću visinu. Postoji rešenje i sa montažnim ošupljenim prednapregnutim pločama koje takođe mogu savladati veće raspome.

I jedan i drugi sistem zahtevaju betoniranje tanje armirane ploče (6 do 10 cm) koja istovremeno služi za nivelaciju i povezivanje (monolitizaciju pojedinačnih montažnih ploča) u jednu celinu upravo zbog mogućeg delovanja horizontalnih sila (seizmička delovanja). Navedeni sistemi se najviše primenjuju isključivo kod gradnje poslovnih objekata.

U novije vreme, sa rasterom stubova 8 do 10 m rade se čak i u monolitnoj varijanti pune ploče debljine 30 do 40 cm.



*Slika 1 –Pune monolitne armirano betonske ploče većih raspona i debljina*

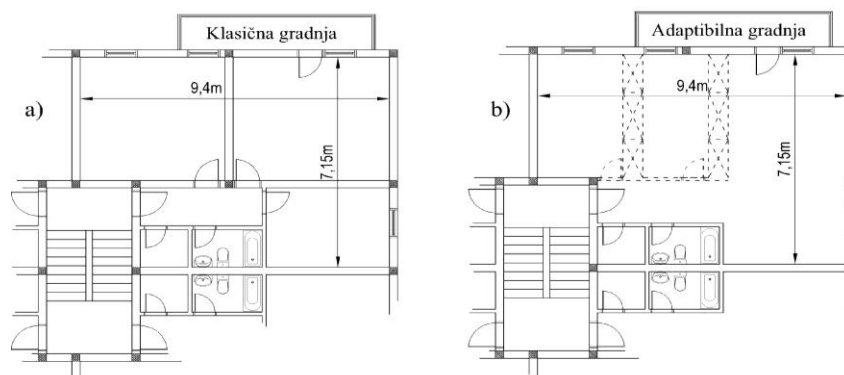
Na taj način se dobijaju suviše masivni objekti koji zahtevaju ozbiljno temeljenje i mogu biti „osetljivi“ u slučaju nailaska izvanrednih opterećenja (seizmička delovanja). No, i u prvom primeru, spomenuli smo osetljivost na seizmička delovanja montažnih ploča, koje na licu mesta, pokušavamo „popraviti“ i monolitizirati dobetoniranom tankom punom pločom, koju je inače, vrlo teško povezati sa donjim montažnim pločama.

Graditelji i projektanti danas, sve više daju prednost monolitnim punim pločama jer je jednostavnija gradnja, sa vremenski manje osetljivim detaljima i većim količinama utrošenog materijala. Sa druge strane, realno gledajući, struka i nije nudila bolja rešenja od postojećih.

Primena ovih rešenja je danas isključivo, kao što smo već spomenuli, kod poslovnih objekata koji zahtevaju veće prostore bez fizičkih pregrada. Stambeni objekti se još uvek grade klasično, sa pregradnim zidovima koji su nosivi i sa „kratkim“ pločama do 6 m jer su one prema nekoj logici „jeftinije“.

## 2. TEHNO – EKONOMSKA ANALIZA GRADNJE ADAPTABILNIH STAMBENIH OBJEKATA

Pitanje je da li bi bilo ekonomski opravdano graditi i stambene adaptabilne objekte gde bi samo sanitarni čvor kao prostor bio fiksni. Uradili smo analizu cene izrade stanova na klasičan način i adaptabilnih stanova gde imamo samo sanitarni čvor fiksni.



Slika 2 – Stambena jedinica u a) klasičnoj izvedbi i b) adaptabilnoj izvedbi

Tehno-ekonomska analiza pokazuje da bi za slučaj gradnje adaptabilnih stanova izgradnja bila brža za približno 30%. Svi pregradni zidovi bili bi izostavljeni, tako da bi sve zajedno (smanjenje troškova zbog skraćivanja roka izgradnje), rezultiralo umanjenoj troškova izgradnje za 18%. Konačna cena stana adaptabilne izvedbe za tržište (uključujući i komunalije) mogla bi biti za 14% niža od cene stana klasične izgradnje.

Nismo pravili analizu tržišnog povećanja vrednosti stana iz razloga mogućnosti prenamene stambenog u poslovni prostor raznih uslužnih delatnosti (advokatske kancelarije, zubne ordinacije, knjigovodstvene kancelarije, privatne škole stranih jezika).

Čak i da ne postoje finansijski razlozi niže cene izgradnje, ovakav pristup adaptabilnosti bi imao smisla iz razloga mogućnosti prenamene prostora pri čemu bi nosivi sistem zgrade ostao nedirnut. Naime, veliki problem kod klasičnog načina izgradnje je upravo rušenje ne samo pregradnih već često puta i nosivih zidova, što može narušiti stabilnost dela ili čak cele zgrade.

## 3. ROŠTILJNO – KASETNE MEĐUSPRATNE PLOČE VELIKIH RASPONA

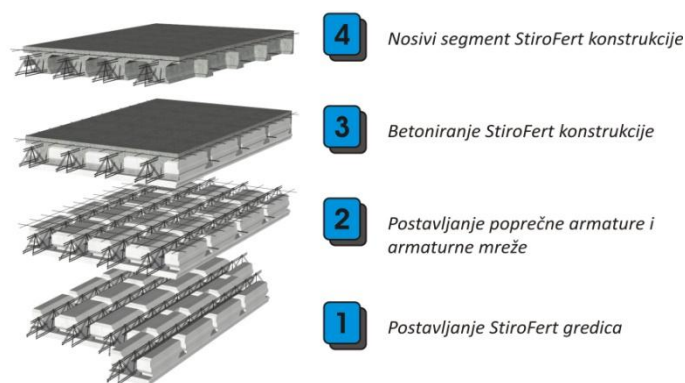
### 3.1. STIROFERT MEĐUSPRATNE PLOČE

U uvodnom izlaganju naveli smo postojeće stanje tehnike koje se najviše primenjuje sa prednostima i nedostacima. Kod nedostataka postojećih rešenja uočava se „osetljivost“

na seizmička delovanja iz razloga montažnih delova i spojeva ili velike mase kod monolitne izvedbe.

StiroFert roštiljno-kasetna međuspratna ploča je upravo tako osmišljena da nema niti jedan od navedenih nedostataka i da je istovremeno termoizolaciona i to sa donje strane sa konstrukcijski ugrađenom stiropornom termoizolacijom. Naime, radi se o polumontažnim gredicama od profilisanog stiropora kao zarobljene oplata unutar koje je postavljena jedna ili više rešetkastih "binor" armatura (kvalitete čelika 500/560) sa propisanom zaštitom sitnozrnim betonom. StiroFert gredice se na gradilištu slažu jedna do druge na skelu sa podupiračima na razmaku do 2,5 m. Na gradilištu se postavlja armatura u poprečne kanale formirajući rebra za ukrućenje na svakih 50 cm, ili drugi smer nosivosti. Mrežasta armatura se postavlja po celoj površini na već postavljene gredice. Betoniranje se vrši pumpom. Zahvaljujući stiroporu, kao zarobljenoj oplati, moguće je ostvariti brži prirast čvrstoće betona. Zimi imamo termoizolacionu zaštitu, kao preduslov za sprečavanje izmrzavanja betona.

Ugrađeni stiropor najmanje prosečne debljine 13cm, kao zarobljena oplata u samoj konstrukciji u eksploataciji objekta, predstavlja moćnu termoizolaciju na najpotrebnijem mestu koje treba izolovati, a to je strop. Topli vazduh kao lakši se podiže do stropa i nastavlja strujanje po prostoriji, što jeste cilj i pretpostavka grejanja, čime dobijamo objekte visoke energetske efikasnosti kao danas, osnovni uslov građenja obzirom na energetske-ekonomsku krizu i preporuke EU.

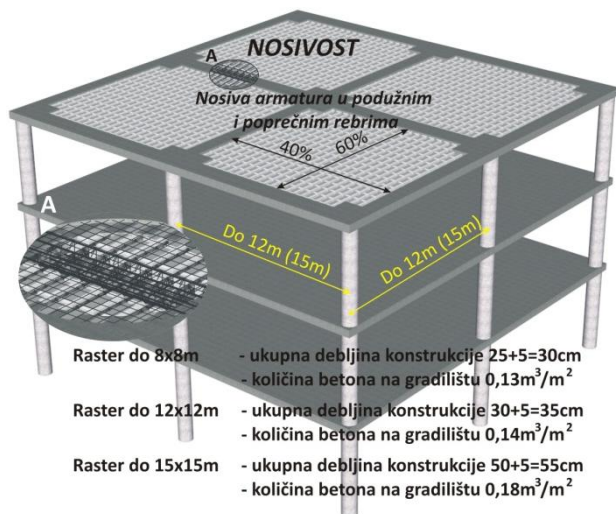


*Slika 3 – StiroFert roštiljno – kasetna AB međuspratna ploča sa konstrukcijski ugrađenom termoizolacijom*

Podužna i poprečna armirano betonska rebra zajedno sa betonskom tankom pločom iznad rebara koja je armirana mrežom (kvalitete čelika 500/560), predstavlja lagan i u oba pravca izuzetno krut roštiljno kasetni sistem kako to i prikazuje slika 7, koji može sa lakoćom savladati i veće rasponne od 10 m. Ispitivanja koja su urađena potvrđuju mogućnost primene StiroFerta na tržištu kod najstrožih zahteva po pitanju nosivosti i sigurnosti. Proveru nosivosti sa korisnim opterećenjem od  $4\text{kN/m}^2$  kod raspona 10, 4 m

uradili su dva instituta Eduardo Torroja iz Madrida i IMS Beograd. Ispitivanje na požar i akustiku je urađeno u institutu Atifi LicoF u Španiji.

Sistem ploče koji je lagan, monolitan i krut u oba pravca je najbolje moguće rešenje u slučaju seizmičkih delovanja.



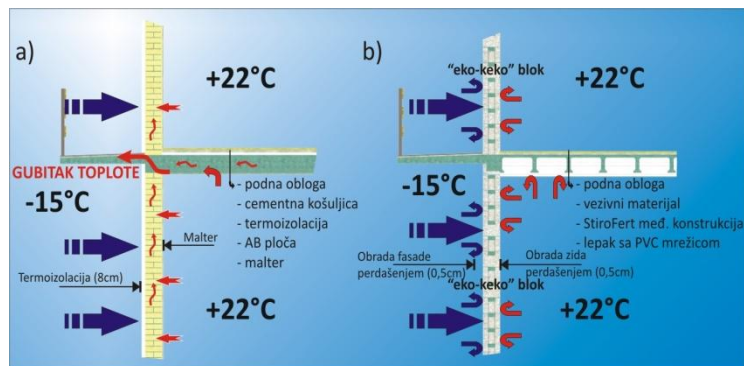
Slika 4 – Stambeno – poslovna adaptabilna skeletna zgrada sa StiroFert pločama i prikazanim parametrima u odnosu na rastere stubova

Slika 8 prikazuje mogućnosti izgradnje potpuno adaptabilnih višeeetažnih objekata koji mogu biti i poslovni i stambeni sa mogućnošću prenamene, sa osnim rasterom stubova do 15 m. Uporedna analiza gradnje StiroFert roštiljno kasetnih ploča većih rastera stubova u odnosu na pune monolitne ploče, ukazuje na manje količine betona do 50%, armature do 25% sa skraćanjem roka izgradnje do 20%. Racionalizacija temelja i nosivih stubova uopšte nije razmatrana iako je evidentna.

#### 4. ENERGETSKA EFIKASNOST OBJEKATA

Pitanje izolacije je posebno aktuelno u današnje vreme energetske krize kada moramo uskladiti objekte sa direktivom 2009/91/EC o energetskoj efikasnosti koju propisuje EU. Preporuke propisuju stroge uslove potrošnje energije za objekte klase A i klase B, ali ne i kako treba izolovati te objekte. StiroFert međuspratne ploče imaju termoizolovan strop kao najpotrebnije i prvo mesto koje treba izolovati, a tek na drugom mestu se nalaze i zidovi. Ovo je logično i davno otkriveno da se topli vazduh kao lakši podiže i najpre „napada“ strop međuspratne ploče. Postavljanjem termoizolacije na strop dobijamo veoma moćnu branu toplom vazduhu koji ne može ući u beton ploče i tek tada, topli vazduh nastavlja da doslovno struji po prostoriji, vršeći svoju osnovnu ulogu: zagrevanje. Priča o akumulaciji toplote koja će nam se vratiti je samo delimično logična

i ispravna. Nama će se vratiti samo manji deo toplote a veći deo će se kondukcijom prema hladnim mestima, jednostavno izgubiti.



Slika 5 – Efekti izolacije zimi kod a) klasična izvedba izolacije b) StirolFert konstrukcijski ugrađena izolacija na stropu

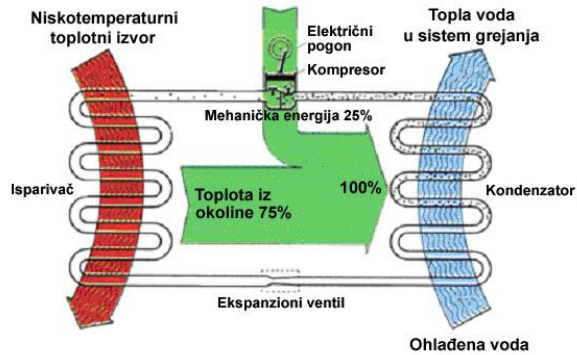
Tabela 1 – Kriterijumi energetske efikasnosti objekata sa klasama

KRITERIJUMI*)				
klasa	Poslovne zgrade	Dnevna nega	Škole	Bolnice
	kWh/m <sup>2</sup> /god.)	kWh/m <sup>2</sup> /god.)	kWh/m <sup>2</sup> /god.)	kWh/m <sup>2</sup> /god.)
A	< 80	< 80	< 65	< 160
B	81- 120	81- 120	66 – 100	161 – 240
C	121 – 160	121 – 160	101 – 130	241 – 320
D	161 – 190	161 – 190	131 – 160	321 – 345
E	191 – 225	191 – 225	161 – 190	346 – 365
F	226 – 335	226 – 335	191 – 290	366 – 545
G	> 335	> 335	> 290	> 545

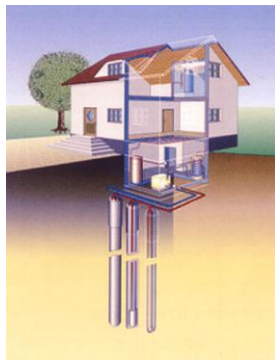
\*)KRITERIJUMI – Primer rangiranja za 4 tipa zgrada, preuzeto iz evropske prakse Norsk Energy - Workshop, September 2007, Belgrade

Merenja potrošnje energije od 150 kWh/m<sup>2</sup>/godišnje za grejanje na stambenim objektima gde je primenjen sistem klasičnih međuspratnih ploča sa klasično izolovanim zidovima na spoljnoj strani (prema slici 5, pod a), govore da ti objekti ulaze u klasu C prema propisanoj energetske efikasnosti od strane EU. U koliko bi izolacija zidova bila takva da je gubitak kondukcijom sprečen (slika 5, pod b), sa primenjenom StirolFert

međuspratnom pločom sa izolovanim stropom, tada bi potrošnja energije za grejanje na godišnjem nivou bila manja od 60 kWh/m<sup>2</sup> što bi ovakvu gradnju približilo niskoenergetskim kućama. Visoko produktivni sistem grejanja toplotnom pumpom kod koje je stepen iskoristivosti 1:4 pa čak do 1:5, u koliko bi bio kombinovan sa gradnjom kod koje je primenjena StiroFert međuspratna ploča sa zidovima od lakog betona, garantuje energetska efikasnost na nivou „pasivne kuće“ gde je potrošnja energije manja od 15 kWh/m<sup>2</sup> / godišnje.



Slika 6 – Šematski prikaz principa rada toplotne pumpe



Slika 7 – Toplotna pumpa sa vertikalno postavljenim sondama

## 5. ZAKLJUČCI

Na osnovu svega što je prikazano u ovome radu zaključujemo da bi gradnja adaptabilnih stanova bila logična iz više razloga: jeftinija i brža izgradnja, mogućnosti lake prnamene prema želji kupca i što je najbitnije nosivi sistem objekta bi ostao prvobitan, nepromenjen. StiroFert je međuspratna ploča koja zadovoljava sve uslove primene kod

gradnje adaptabilnih objekata većih raspona. Istovremeno ovo rešenje garantuje postizanje zahtevane energetske efikasnosti objekta jer ima moćnu konstrukcijski već ugrađenu termoizolaciju na najpotrebnijem mestu koje treba izolovati a to je strop. „Pasivna kuća“ kao savršenstvo gradnje po pitanju energetske efikasnosti je lako ostvariva ako bi kombinovali toplotnu pumpu sa StiroFert međuspratnom pločom i zidovima od lakog betona. Ovako građena niskoenergetska kuća bi zadovoljila sve ekološke normative udobnog stanovanja bez klima uređaja i štetnih efekata po zdravlje ljudi.

## LITERATURA

- [1] Kekanović M.: *Priznati patent pod brojem 50224 - Mogućnost specijalnog olakšanja, izolovanja i armiranja međuspratnih konstrukcija*, Glasnik intelektualne svojine, 2009, broj 3/09.
- [2] Kekanović M., Kustudić M., Kljajić Z.: *Katalog savremenih građevinskih konstrukcija*, StiroFert doo, Vrbas, 2009.
- [3] Direktiva 2002/91/EC Evropskog Parlamenta i Saveta, *Službeni list evropske komisije*, 2002.
- [4] Kekanović M., Čeh A.: *Polumontažne superlake kasetirane StiroFert armiranobetonске konstrukcije*, 15. Zbornik radova Građevinskog fakulteta u Subotici, Subotica, 2006.
- [5] Kekanović M., Čeh A., Kljajić Z.: *Roštiljno-kasetne međuspratne ploče velikih raspona kao sistem za građenje stambeno poslovnih adaptabilnih objekata*, INDIS 2009, Novi Sad
- [6] [http://www.peri.co.yu/shared/products\\_new/img/09\\_10\\_multiflex\\_3\\_lg.jpg](http://www.peri.co.yu/shared/products_new/img/09_10_multiflex_3_lg.jpg)
- [7] <http://www.geotermika.com>

## PUBLIC AND RESIDENTAL BUILDINGS WITH HIGH LEVEL OF ENERGETIC EFFICIENCY

**Abstract:** *This work is about projecting and building adaptable, public and residential buildings, which give us new architecture and economic quality. Building built without partition walls, columns and girders are much more usable, both in architectural and economic aspects. Girder grided great span StiroFert constructions are already insulated and they give us possibilities to realise that idea. StiroFert combined with walls made from lightweight concrete and with usage of heating pump as the most rational heating system, gives us buildings which are passive in energetic sense. That are the basic needs of future buildings, especially now when the energetic and economic crises are high EU.*

**Key words:** *building, constructions, girder grided, adaptability, energetic efficiency, stirofert, passive building*