



UDRUŽENJE
IZGRADNJA



UNIVERZITET U BEOGRADU
GRAĐEVINSKI FAKULTET



ZIDANE KONSTRUKCIJE ZGRADA I TEHNIČKA REGULATIVA

*Savremena građevinska
praksa u Srbiji i Evropi*



Zbornik radova

Beograd, 16.05.2012.



**UDRUŽENJE
IZGRADNJA**



**UNIVERZITET U BEOGRADU
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Savetovanje

**ZIDANE KONSTRUKCIJE ZGRADA I
TEHNIČKA REGULATIVA**

**Savremena građevinska praksa
u Srbiji i Evropi**

**Beograd
16. maj 2012.**

Savetovanje: **ZIDANE KONSTRUKCIJE ZGRADA I
TEHNIČKA REGULATIVA**
- Savremena građevinska praksa u Srbiji i Evropi

Izdavači: **Udruženje inženjera građevinarstva, geotehnike, arhitekture i
urbanista "Izgradnja", Beograd, Kneza Miloša 7a/II**
i
Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet,
Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73/I

Editori: **Prof. dr Mihailo Muravljev, dipl.građ.inž.**
Prof. dr Boško Stevanović, dipl.građ.inž.

Tehnička
priprema: **Stoja Todorović - Saška**

Štampa: "Hektor print" – Novi Beograd

Tiraž: 300 primeraka

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

624.012(082)
699.8(082)

**САВЕТОВАЊЕ Зидане конструкције зграда и
техничка регулатива - Савремена грађевинска
пракса у Србији и Европи (2012 ; Београд)**

[Zbornik radova] / Savetovanje Zidane
konstrukcije zgrada i tehnička regulativa -
Savremena građevinska praksa u Srbiji i
Evropi, Beograd, 16. maj 2012. ;
[organizatori] Udruženje Izgradnja ... [et
al.] ; [editori] Mihailo Muravljev, Boško
Stevanović]. - Beograd : Udruženje Izgradnja,
2012 (Novi Beograd : Hektor print). - 326
str. : ilustr. ; 21 cm

Tiraž 300. - Str. 4: Predgovor / Mihailo
Muravljev. - Bibliografija uz većinu radova.
- Abstracts.

SADRŽAJ

URBANISTIČKI USLOVI, ZAKONSKI PROPISI I TEHNIČKA REGULATIVA U OBLASTI ZIDANIH KONSTRUKCIJA

Prof. dr Vesna Zlatanović

IZRADA URBANISTIČKIH PLANOVA I OBAVEZE

LOKALNE SAMOUPRAVE 5

Branko Bojović

OD URBANISTIČKO - TEHNIČKIH DO LOKACIJSKIH

USLOVA 23

Jelena Vasiljević

SADAŠNJE STANJE STANDARDIZACIJE U OBLASTI GRAĐEVINARSTVA SA OSVRTOM NA HARMONIZACIJU

NACIONALNIH SA EVROPSKIM STANDARDIMA 37

MATERIJALI ZA ZIDANJE

Prof. dr Dragica Jevtić, Vladimir Denić

MATERIJALI ZA IZVOĐENJE ZIDANIH ZGRADA -

ASORTIMAN, KVALITET I TEHNIČKA REGULATIVA 59

Mr Ljiljana Đukanović

SAVREMENE FASADNE OBLOGE OD OPEKARSKIH ELEMENATA

73

Mirjana Drpić, Dragiša Ivanović

MATERIJALI KOJI SE PRIMENJUJU U OBLASTI ZIDANIH KONSTRUKCIJA ZGRADA I NJIHOV UTICAJ NA TOPLOTNU IZOLACIJU

87

Dr Gordana Pantelić, Maja Eremić-Slavković, dr Dragana Todorović,

Jelena Nikolić, mr Marija Janković

ISPITIVANJE RADIOAKTIVNOSTI GRAĐEVINSKOG MATERI- JALA I PROCENA EKSPOZICIJE STANOVNIŠTVA

101

Maja Eremić-Savković, dr Gordana Pantelić, Predrag Kolarž,

Ljiljana Javorina, mr Vesna Arsić

MERENJE KONCENTRACIJE RADONA U STANOVIMA I JAVNIM USTANOVAMA I PREPORUKE ZA NJEGOVU

REDUKCIJU 113

ZIDANE ZGRADE

Prof. dr Mihailo Muravljev, prof. dr Boško Stevanović NOSIVOST I SIGURNOST ZIDANIH KONSTRUKCIJA – PRORAČUNI I ISPITIVANJA	123
Prof. dr Miomir Mijić, doc. dr Dragana Šumarac-Pavlović SAVREMENE EVROPSKE TENDENCIJE U OBLASTI ZVUČNE ZAŠTITE - REGULATIVA I PRAKSA.....	145
Prof. dr Dragica Jevtić, dr Nada Denić ZAŠTITA OD VLAGE ZIDANIH ZGRADA	167
Mirjana Drpić, Dragiša Ivanović ZAŠTITA OD POŽARA ZIDANIH KONSTRUKCIJA U SKLADU SA TEHNIČKOM REGULATIVOM U SRBIJI I EVROPI	183
Prof. dr Đorđe Lađinović SEIZMIČKA ANALIZA ZIDANIH ZGRADA PREMA EN 1998	193
Prof. dr Đorđe Đorđević NOVA EVROPSKA TRANSPARENTNA METODOLOGIJA ZA OCENU ODRŽIVE GRADNJE	211
Marija Spaić-White, mr Ratko Spaić PRIKAZ ITALIJANSKIH NORMATIVA ZA GRADITELJSKE INTERVENCIJE KOD ZIDANIH ZGRADA	247
Prof. dr Veronika Šendova, prof. dr Živko Božinovski, mr Blagojče Stojanoski, prof. dr Golubka Cvetanovska, prof. dr Roberta Apostolska, Elena Gjorgjievaska, mr Goran Jekić OJAČANJE KONSTRUKCIJE OBJEKTA SOBRANJA REPUBLIKE MAKEDONIJE: NEOPHODNOST, TEHNIČKO REŠENJE I IZVOĐENJE	263
ENERGETSKA EFIKASNOST	
Dr Mila Pucar ZGRADARSTVO I REGULATIVA U OBLASTI ENERGETSKE EFIKASNOSTI I OIE U SRBIJI, ZEMLJAMA OKRUŽENJA I EVROPSKOJ UNIJI	283
Prof. dr Marija Todorović PROMENAMA REGULATIVE U OBNOVLJIVIM IZVORIMA INTEGRISANIM RENOVIRANJEM POSTOJEĆIH ZGRADA - BRŽE OD GRADOVA NULA ENERGIJE - TEHNOLOGIJE I ANALIZA “VEZANE ENERGIJE” ŽIVOTNOG VEKA	309

SAVREMENE FASADNE OBLOGE OD OPEKARSKIH ELEMENATA

REZIME

Formiranje visećih, nošenih opekarskih obloga, koje se postavljaju preko podkonstrukcije, predstavlja odgovor opekarske industrije na savremena kretanja u arhitekturi. Bliski po osnovnom materijalu fasadnoj opeci, a različiti po obliku, dimenzijama i načinu ugradnje, opekarski elementi otvaraju nove mogućnosti u oblikovanju fasada i eliminišu ograničenja koja je nametao tradicionalno ozidani zid. Nove tehnologije savremene gradnje imaju za cilj proizvodnju lakih elemenata redukovane debljine, a povećanih dimenzija vidljivih na fasadi. Za razliku od klasično zidanog zida, koji karakteriše zanatski kvalitet izrade, nepreciznost, mokri postupak ugradnje, velika masa, ovakvi proizvodi sjedinjuju u sebi industrijsku logiku, principe prefabrikacije i suve montaže.

Ključne reči: fasadna obloga, opekarski element, nove tehnologije

CONTEMPORARY CERAMIC FASADE CLADDING SYSTEMS

ABSTRACT

Creation of clay-panels curtain walls, hung on their substructure, represent the answer of ceramic industry to movements and demands of contemporary architecture. Being similar to facing bricks with respect to the basic materials, but different regarding their shape, dimensions and ways they are built-in a building, ceramic elements open new potentials in façade designing and eliminate limits that traditional masonry wall imposed. New technologies of contemporary construction are focused on production of light-weight elements of reduced thickness but larger regarding their visual external dimensions. Unlike traditional masonry wall which is typical for its handicraft production, imprecise and wet mounting procedure and high specific mass, these contemporary products unify industrial logic with principles of prefabrication and dry mounting.

Key words: façade cladding, ceramic element, new technology

¹ Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Bulevar Kralja Aleksandra 73/II
e- mail: djuli@arh.bg.ac.rs

UVOD

Opeka je građevinski materijal koji u svom izvornom obliku postoji već 5000 godina, opravdavajući epitet *večno mladog materijala*. Nastala je kao produkt ljudskog delovanja i kao takva smatra se prvim proizvedenim veštačkim materijalom. Tradicija praistorijskog materijala i hiljadugodišnje prisustvo u građevinskoj praksi nisu umanjili aktuelnost opeke i u savremenoj arhitekturi. Specifičnost opeke jeste njena vitalnost i sposobnost prilagođavanja novim arhitektonskim izrazima, stalna prisutnost u arhitektonskoj praksi, iako sama na sebi nije pretrpela značajne promene, kako u pogledu sastava i oblika, tako i po zanatskom načinu ugradnje. Sjedinjavanje karakteristika tradicionalnog i savremenog materijala, omogućava opeci jednostavnu komunikaciju sa drugim materijalima, kao i uspostavljanje kontinuiteta između starog i novog. Iako se ugrađivanje opeke na tradicionalan način nije dovodilo u pitanje, opekarska industrija je pokušavala da proširi područje primene svojih proizvoda i uvede savremeni koncept formiranja fasadne obloge.

Raslojavanjem fasadnog zida, koje je nastalo pooštavanjem termičkih propisa sedamdesetih godina prošlog veka, fasadna obloga, kao spoljni eksponent fasade, dobija ulogu zaštitnog i oblikovnog elementa, koji u najvećoj meri determiniše izgled građevine. Podelom uloga u sklopu fasadnog zida menja se i pozicija opeke, koja zadržava ulogu konstruktivnog materijala samo kod manjih objekata, dok kao materijal obloge može se primenjivati u svim sitemima, što predstavlja njen najznačajniji potencijal.

Promene koje su se dešavale u savremenoj arhitekturi takođe su uticale na formiranje novih zahteva fasadne obloge, gde ona više nije statični element, čiji se kvalitet meri dužinom trajanja. Promenljivost izgleda, mogućnost zamene fasadne obloge postaju zahtevi koji nameću nove standarde u proizvodnji fasade i izdvajaju fasadnu oblogu u poseban element, nezavistan od ostalih elemenata sklopa. Sa druge strane, prednosti prefabrikacije i montaže na gradilištu, potiskuju tradicionalan način izrade fasade i postaju preduslov savremenog građenja. Kao odgovor na ovakve kompleksne zahteve, pojavile su se fasade postavljene preko podkonstrukcije, što je omogućilo mnogim materijalima, koji zbog komplikovanog postavljanja nisu do tada primenjivani na fasadi, da dobiju ulogu fasadanog elementa (primer fasada od metala). Od glinenih materijala jedino su keramičke ploče postavljane na podkonstrukciju, dok su opekarski proizvodi, u najvećem broju slučajeva, zanatski ugrađivani. Problemi težine elemenata, malih dimenzija, komplikovne tehnologije proizvodnje, predstavljali su otežavajuće faktore, koji su dugi niz godina odvrćali opekarske proizvođače od novog načina ugradnje.

Početkom devedesetih godina prošlog veka, plasirani su na tržište prvi sistemi fasadnih obloga od opekarskih proizvoda postavljenih preko podkonstrukcije, što je omogućilo jednostavno formiranje ventilisane fasade, suvu montažu (eliminisanje maltera iz procesa ugradnje), redukovanje debljine i težine završne fasadne obloge, mogućnost zamene elemenata. Ovakvim načinom ugradnje ispunjeni su zahtevi

savremenih fasadnih obloga i značajno proširene mogućnosti primene opekarskih elemenata.

FASADNE OBLOGE OD OPEKARSKIH ELEMENATA

Istraživanjem fasadnih obloga od opekarskih elemenata izdvojilo se nekoliko karakterističnih tipova, određenih prema specifičnostima sklopa i načina ugradnje:

- fasadna opeka, tradicionalno ugrađena;
- prefabrikovani panel sa završnim slojem od opekarskih elemenata (fasadni panel je jedinstveno prefabrikovani element);
- prefabrikovana fasadna obloga, kao samostalni element (posebno prefabrikovani element).

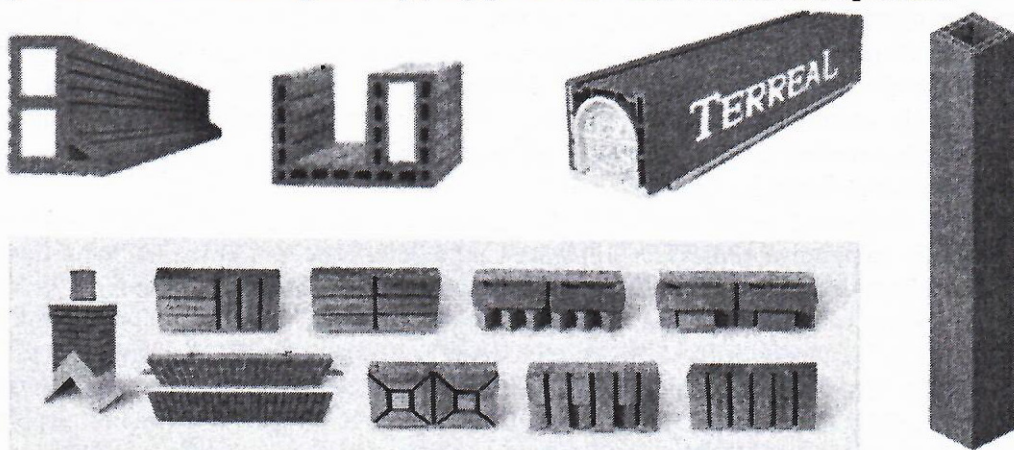
Fasadna opeka, zanatski ugrađena, predstavlja najstariji i najčešće primenjivani način formiranja fasadne obloge od opekarskih elemenata. Opeka je od svog nastanka proizvedena serijski, a njeno ugrađivanje je ipak sinonim tradicionalnog, rukotvornog građenja. Dok je proizvodnja elemenata vekovima usavršavana, tehnika njene ugradnje zadržana je u većoj meri i do današnjih dana, a da pritom nije umanjena svežina i aktuelnost opeke kao građevinskog materijala. Istorijat upotrebe opeke u arhitekturi je viševekovni napor u osmišljavanju različitih slogova koji će, sa jedne strane, obezbediti kompaktnost i stabilnost zida, a sa druge, harmoniju elemenata i likovni doživljaj. Uspešnost zidanja ogledala se u umeću formiranja otvora, lukova, uglova, završetka zidova, a da se pri tom ne naruši konstruktivna stabilnost i slogovni red.

Promene koje su učinile tehniku zidanja složenijom, nastale su raslojavanjem fasadnog zida, usled termičkih problema i potrebe za uštedom energije. Napuštanje jednoslojnog zida kao dotadašnjeg modela gradnje i uvođenje višeslojnog, u kome svaki element sklopa ima tačno definisanu ulogu, izazvalo je značajne promene i u tehnologiji građenja zida. Umetanjem termoizolacije između konstruktivnog i fasadnog sloja, razdvajaju se dve značajne funkcije, koje je do tada opeka objedinjavala. Ona ostaje u pojedinim slučajevima materijal konstrukcije (kod manjih objekata), a sve više postaje materijal obloge (spoljni finalizirajući sloj).

Novi asortimani opekarskih proizvoda, koji se kreću u okvirima tradicionalnog građenja, nude različite elemente od gline, kojima se rešavaju problematična mesta na fasadi. Potreba da se izbegne ogoljeni beton, kao nepovoljno rešenje u pogledu termičke zaštite i ostvari doslednost u primeni jednog materijala-gline, podstakla je inventivne proizvođače da ponude tržištu kompletan asortiman proizvoda, pomoću kojih se razrešavaju termički mostovi na fasadi. Internacionalna korporacija Tereal (Terreal) predstavlja lidera u oblasti građenja opekom i ono što karakteriše njihovo poslovanje jeste permanentno istraživanje i plasiranje na tržište, novih savremenijih metoda u korišćenju glinenih proizvoda. Patentiranje glinenog stuba, kvadratnog poprečnog preseka, spratne visine, u čiju unutrašnjost se smeštaju armaturne šipke i prostor zaliva betonom, predstavlja jedan od načina eliminisanja

betona sa fasade i doslednog primenjivanja jednog materijala. Na mestima horizontalnih serklaža, u nivou tavanice, postavljaju se specijalni ošupljeni profili, ispunjeni termoizolacionim materijalom, koji oblažu armirano-betonski element sa spoljne strane i eliminišu hladan most. Za prozorske parapete predviđeno je postavljanje specijalno profilisanih ošupljenih glinenih elemenata, čija je gornja površina izvedena u padu, a šupljine uz prozor ispunjene termoizolacionim materijalom. Za nadprozorne delove proizvođač nudi nekoliko rešenja. Standardno rešenje predstavlja glinena kanalica, širine 20cm, visine 20 i 27cm, a dužina varira od 80cm, za manje otvore, do 280cm za velike. Druga varijanta je glinena kanalica sa spuštenim vertikalnim zubom na spoljašnjoj strani, koji sakriva kutiju za roletnu. Treća varijanta je glinena kanalica u koju je već ugrađena roletna. (slika 1).

Jedna od novina na tržištu opekarskih proizvoda je uvođenje poluprefabrikata: delova zidova, koji se ugrađuju na klasičan način: ravni delovi zidova sastavljeni od nekoliko redova opeke, uglovi objekta, lučni nadprozornici, gotovi dimnjaci i sl. (slika 1). Pored težnje da se ubrza proces građenja opekom, prisutna je i potreba proizvođača da u svom asortimanu (po svaku cenu) ponudi tržištu nešto novo. Ovakva rešenja, kao i upotreba opeke u prefabrikovanom građenju, u svakom slučaju, ne mogu potisnuti njen tradicionalan način ugrađivanja, koji je dokazan kroz viševjekovnu upotrebu.



Slika 1. Posebni glineni elementi, poluprefabrikovani elementi

PREFABRIKOVANI FASADNI PANELI OD GLINE

Aktuelni sistem pod nazivom Monolitna opeka, internacionalne korporacije Tereal, predstavlja realizaciju ideje o "velikoj opeci" koju su pokušali da ostvare zagovornici uvođenja prefabrikacije, šezdesetih godina prošlog veka. Tadašnji sistemi zasnivali su se najčešće na integraciji betona i opeke gde se upotrebom standardnih (manjih) opekarskih formata, formirao panel. Kod ovog sistema elementi su izrađeni od gline (izuzev termoizolacionog sloja), a ono što predstavlja značajnu novinu, u

odnosu na sve druge sisteme, je to što jedan element, ujedno čini jedan panel spratne visine (slika 2). Dimenzije ošupljenog glinenog elemenata su takve, da je postupak sušenja i pečenja zahtevao specijalne sušare i peći. Osmišljen je kao višekomorni element, izražene visine u odnosu na širinu i debljinu. Sistemom je obuhvaćena izrada dva tipa zidova:

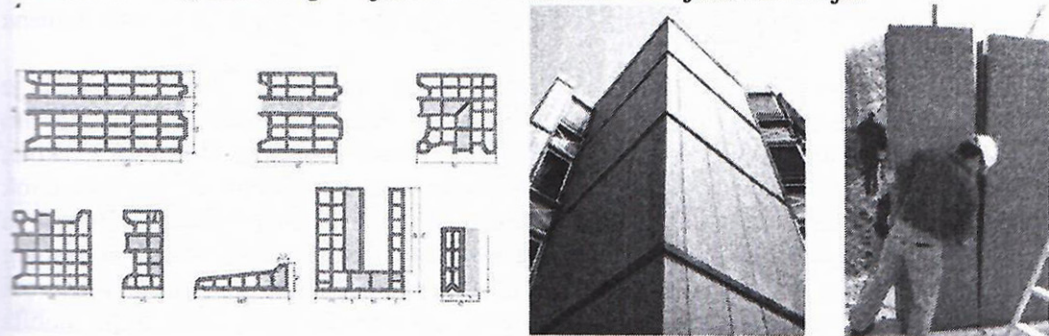
1. Paneli za spoljne zidove gde sklop fasadnog elementa čini:

- glineni ošupljeni element sa unutrašnje strane debljine 15cm ili 10cm,
- termoizolacioni sloj debljine 5cm (ekstrudirani polistiren) i
- spoljni ošupljeni glineni element debljine 10cm ili 5cm.

Ukupna debljina panela je 30cm ili 20cm, a visina 260 cm, ili 280cm. Pored standardnih panela širine 60 i 30cm (cela opeka i pola opeke), predviđena je izrada ugaonih elemenata, izolovanih nadprozornika i podprozornika.

2. Paneli za spoljne ili unutrašnje zidove. Sklop panela čini glineni ošupljeni element debljine 20cm ili 15cm. Primenuju se kao spoljni zidovi (gde klimatske prilike i funkcija objekta to omogućavaju) i kao unutrašnji zidovi (konstruktivni ili pregradni).

Pre nego što započne montaža elemenata, sa unutrašnje strane panela postavljaju se podupirači, a kroz njegovo središte provlači se armatura, pomoću koje dizalica odize element i postavlja u vertikalni položaj. Ivice panela su tako profilisane, da se elementi međusobno uklapaju, formirajući na taj način kompaktnu vezu. Proizvođač predviđa da se na uglovima objekta, u međuprostoru panela, izlivaju vertikalni armirano betonski serklaži. Elementi su, u svom gornjem delu, profilisani tako da obrazuju udubljenje, u koje se smešta armatura i formira horizontalni serklaž. Udubljenje se prethodno oblaže plastičnom folijom sa mikro perforacijom, kako beton ne bi iscurio u šupljine elementa. Paneli su finalno obrađeni i nije neophodna nikakva dodatna obrada, ali se mogu bojiti ukoliko uslovi korišćenja to zahtevaju.



Slika 2. Monolitna opeka, prefabrikovani zidni paneli

VENTILISANA, VISEĆA, NOŠENA OBLOGA OD TERAKOTE ILI SPECIJALNO PROFILISANIH OPEKARSKIH ELEMENATA

Prioritet savremenih fasadnih obloga je primena lakih elemenata, redukovane debljine, a povećanih dimenzija vidljivih na fasadi. Nedostaci tradicionalno ozidanog zida od opeke pokazuju se u sporosti izvođenja, zanatskom kvalitetu izrade, mokrom postupku ugradnje, velikoj težini i debljini zida. Prefabrikovano građenje, sa druge strane, pojednostavilo je ugradnju opekarskih elemenata, ali zahteva složenu mašineriju i komplikovane tehnološke postupke. Uvođenjem principa "zid zavese" eliminisani su nedostaci oba načina ugradnje. Sistem viseće, nošene fasade, sa ispunom od opekarskih elemenata sledi industrijsku logiku, principe prefabrikacije i suve montaže. Ova varijanta fasadne obloge predstavlja uklapanje opekarskih proizvoda u savremene tehnološke postupke realizacije fasada.

Postavljanjem fasadne obloge preko podkonstrukcije postiže se jednostavno, precizno i brzo izvođenje, suva ugradnja, mogućnost zamene elemenata. Podkonstrukciju čine metalni nosači, koji se pružaju u jednom, ili dva pravca i koji su fiksirani za osnovni zid, ili međuspratnu konstrukciju. Sistem omogućava kompenzovanje nepravilnosti osnovnog zida, interno-eksternom regulacijom od ± 3 cm. Ovakvi sistemi pogoduju primeni kod energetskih rekonstrukcija postojećih fasada. Postavljanjem glinenog elementa na podkonstrukciju postiže se autonomija elemenata sistema. Spojnice između elemenata omogućavaju njihovo nesmetano širenje, usled temperaturnih uticaja, bez interakcija sa dugim elementima i nezavisno od sleganja osnovnog zida.

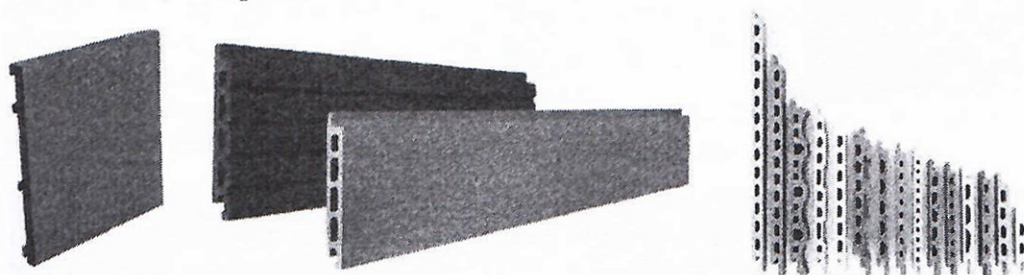
Klasifikacija sistema može se izvršiti po nekoliko kriterijuma: prema materijalu spoljne obloge; sklopu, obliku i dimenzijama elemenata obloge; fasonskim elementima koji čine deo sistema; prema načinu formiranja spojnica između elemenata obloge; prema sistemu podkonstrukcije i načinu na koji se vrši zamena elemenata.

Materijal spoljne obloge je terakota ili opekarska glina. Terakota je tradicionalni materijal, poznat još u starom veku, a zahvaljujući dobrim karakteristikama pronašao je svoje mesto u procesu modernizacije. Prednosti terakote, kao fasadnog materijala su: postojanost i trajnost, smanjeni troškovi održavanja, visok estetski nivo spoljne obloge, vizuelna prepoznatljivost, mogućnost kombinovanja sa drugim materijalima. Za proizvodnju terakote upotrebljava se ciglarska glina, čistijeg sastava, nego što je to slučaj sa glinom koja se koristi za proizvodnju opeke. Proizvodi od terakote peku se na visokoj temperaturi, od oko 1000°C , kako bi se dobila kvalitetna glazura, koja obezbeđuje postojanost i dugotrajnost.

Prema sklopu fasadne obloge razlikujemo: pune ploče, male debljine ($\sim 1,5$ - 3 cm) i ošupljene elemente, nešto veće debljine (~ 3 - 7 cm). Elementi ispune se proizvode u različitim oblicima: ploče manjih, ili većih dimenzija, izduženi elementi (slika 3). Dimenzije variraju u zavisnosti od proizvođača. Ploče kvadratnog ili pravougaonog oblika imaju visinu: 20-40cm, dužinu: 30-60cm. Izduženi elementi su visine: 20-40cm, a dužine 140-150cm. Najveća fasadna ispuna ima dimenzije 100 x

180cm i proizvod je renomiranog nemačkog sistema *NBK* – referentnog u proizvodnji fasadnih obloga od terakote. U svom proizvodnom asortimanu oni imaju četiri sistema obloge definisanih debljina i različiti po sklopu, a specifično je to da se ne standardizuju vidljive dimenzije elemenata obloge već definišu njene minimalne i maksimalne vrednosti (tabela 1). Na taj način proizvođač ne unificira elemente, insistira na fleksibilnosti sistema i na individualnom pristupu svakom objektu.

Tekstura ploča može biti homogena ili zrnasta, a faktura glatka ili rapava, izbrazdana. Ploče, sa spoljašnje strane, mogu biti reljefne ili profilisane. Asortiman upotpunjuju i glazirane ploče što znatno proširuje mogućnost primene ovih proizvoda u arhitektonskom oblikovanju fasada. Paleta boja obuhvata nijanse: oker, narandžaste, crvene, braon, sive, plave.



Slika 3. Ploče i izduženi elementi, različita profilacija

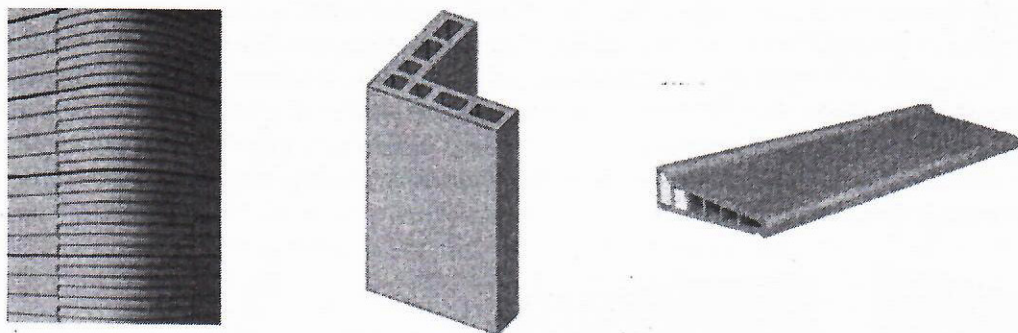
Tabela 1. Oblik i dimenzije elemenata obloge

dimenzije	terart-large	terart-mid	terart-solid	terart-shingle
visina (cm)	od 20 do maks. 60	od 15 do maks. 30	od 15 do maks. 60	od 20 do maks. 60
dužina (cm)	od 20 do maks. 180	od 15 do maks. 120	od 15 do maks. 120	od 20 do maks. 180
debljina (cm)	4	3	3	4

Pored standardno profilisane ispune, kod većine sistema, predviđena je izrada posebnih elemenata, kojima se rešavaju uglovi na fasadi, parapetni delovi, prozorske niše, početak ili završetak fasadne obloge. Pojedini elementi proizvode se od istog materijala kao i sama obloga, ili se za rešavanje specifičnih detalja koriste metalni, ili plastični profili. Spoljašnji ugao moguće je rešiti korišćenjem zasečenih elemenata pod uglom od 45° ili postavljanjem specijalnih aluminijumskih profila koji se fiksiraju za

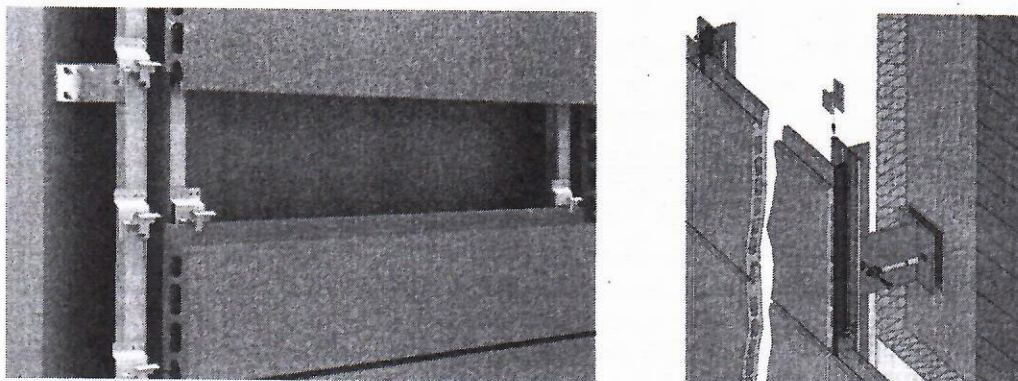
podkonstrukciju. Oni su različitog oblika: kvadratni, lučni, ili u obliku slova "L" i njihovim korišćenjem postižu se različiti vizuelni efekti na fasadi (slika 4).

Spojnice između elemenata mogu biti: otvorene ili zatvorene (formirane preklapanjem elemenata, ili ubacivanjem vertikalnih profila).



Slika 4. Lučni, ugaoni i parapetni element

Podkonstrukciju čine metalni nosači postavljeni: vertikalno ili vertikalno i horizontalno. Standardno rešenje za vertikalno postavljene aluminijumske nosače je pričvršćivanje za zid pomoću dva "L" profila, na dva mesta po visini, a na njih su direktno postavljeni držači ploča. Položaj vertikalne podkonstrukcije je na mestu spoja fasadnih obloga i nosači mogu biti jednostruki ili udvojeni (slika 5). Držać ploča je tako profilisan da prihvata opterećenje gornje ploče, a donju postavlja u vertikalni položaj. Oblik držača ploča različit je i u zavisnosti od položaja koji zauzima: središnji držać, držać u početnom redu i držać u završnom redu. Oni su profilisani tako da nose gornju ploču i prihvataju donju, a ostaju skriveni u horizontalnim spojnica.

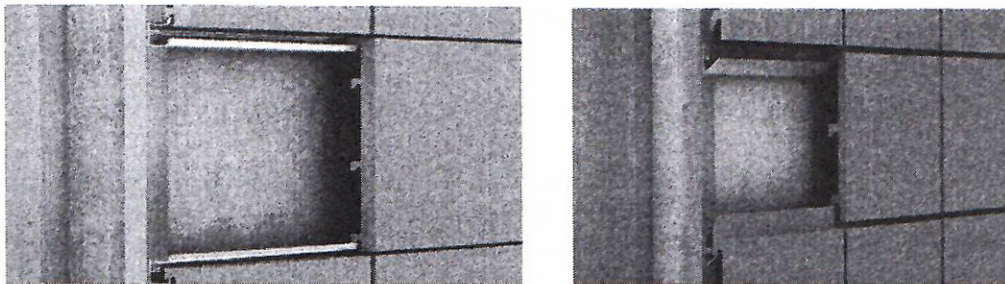


Slika 5. Vertikalna podkonstrukcija

Druga varijanta rešenja podkonstrukcije su vertikalni nosači fiksirani za zid i na njih postavljene horizontalne šine koje vrše ulogu nosača fasadne obloge. Horizontalni nosač može biti konstruisan kao dvostruka šina u obliku slova "P", tako

da svojim gornjim delom prihvata gornju ploču, a na donji deo postavlja se ploča donjeg reda (slika 6 levo). Pre postavljanja ploča u horizontalni žljeb ispune ubacuje se, na dva mesta, poliuretanska zaptivna masa. Ploče se postavljaju u horizontalnim redovima odozdo, naviše. U drugom primeru (slika 6) podkonstrukciju čini horizontalna aluminijumska šina u obliku slova “V” koja može biti fiksirana za zid (ukoliko ne postoji potreba za termičkom zaštitom), ili fiksirana za vertikalno postavljene nosače, tako da se u međuprostoru postavlja termoizolacija. Sa unutrašnje strane fasadne ploče formirana su tri horizontalna profilisana rebra, kojima se postiže formiranje žljeba i preklopa, a da pri tom fasadna ploča ostane u vertikalnom položaju. Fasadna obloga je u gornjem delu okačena na horizontalni nosač, a u donjem delu preklapa donju ploču. U prvom slučaju spojnice su otvorene, a u drugom horizontalne spojnice su zatvorene a vertikalne otvorene. Prednost ovih sistema je mogućnost postavljanja ploča u smaknutim slojevima, pored standardnog načina gde se vertikalne spojnice poklapaju.

Ukoliko dođe do oštećenja ploče ispune, predviđena je sistemska zamena, bez pomeranja ostalih redova.

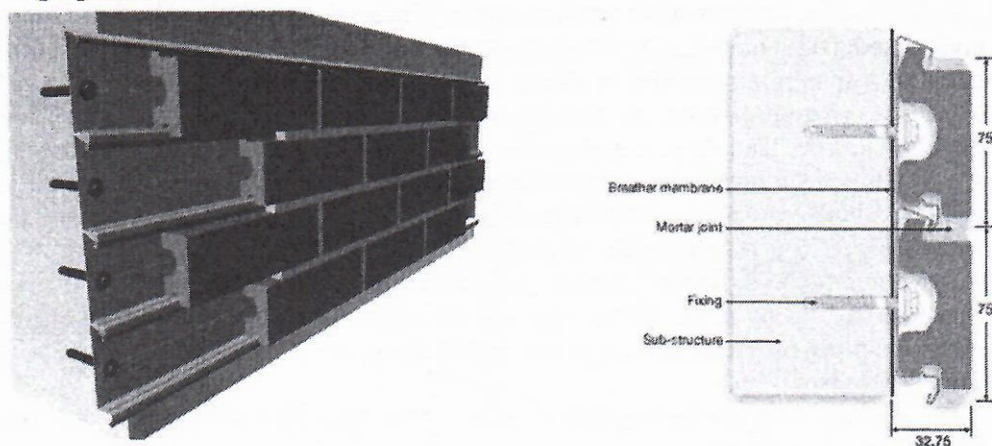


Slika 6. Horizontalna podkonstrukcija

Specifičan i jedinstven primer postavljanja fasadne obloge predstavlja sistem Korium gde podkonstrukciju čine horizontalno postavljeni, specijalno profilisani čelični limovi, zavrtnjima pričvršćeni za podlogu, u koje se ubacuju opekarski elementi, a zatim spojnice zatvaraju cementnim malterom (slika 7). Sistem predstavlja pokušaj napuštanja zanatskog načina ugradnje opeke, kako bi se ubrzao proces izvođenja fasade, a da finalni vizuelni utisak ostane dosledan tradicionalno ozidanom zidu. Korium obloga može se fiksirati za masivni zid (zidani ili betonski) kao i za skeletnu konstrukciju (betonsku, čeličnu ili drvenu).

Metalni profil, u koji se ubacuju opekarski elementi, izrađen je od čeličnog pocinkovanog lima debljine 0,75mm, dobijenog hladnim valjanjem. Plastificiran je na strani gde se ubacuju opekarski elementi, a sa druge strane izvršena je zaštita od korozije i plastifikacija. Dužine su 2,4 i 3,6m a visine 7,5cm. Profilisani su tako da ubacivanje glinenog elementa bude jednostavno i lako, a njegova pozicija stabilna i nepomerljiva. Sa gornje i donje strane uspostavlja se rubna veza sa susednim metalnim profilima. Glineni elementi postavljaju se u metalne profile tako što se prvo

ubacuje gornji zub elementa u odgovarajući žljeb profila, a zatim pritiskom na donji deo potpuno fiksira.



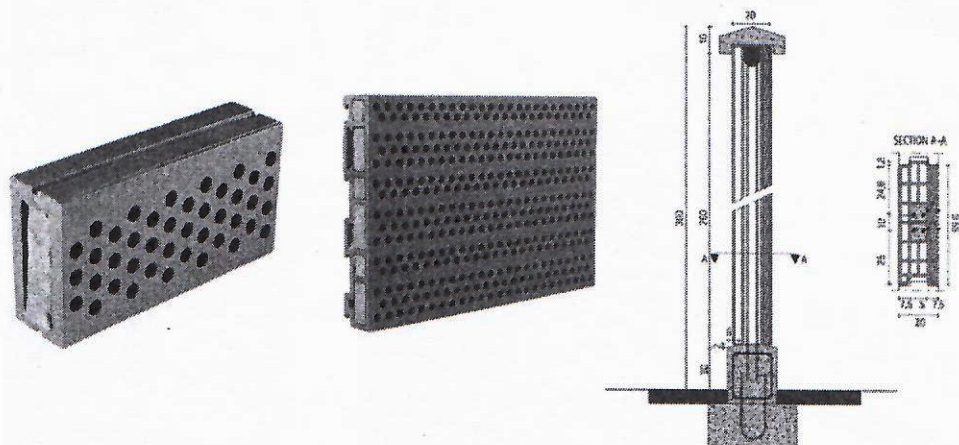
Slika 7. Sistem Korium

AKUSTIČNE OBLOGE OD OPEKARSKIH ELEMENATA

Kompanija Tereal je pored standardnih sistema za fasadno oblaganje, razvila i posebne sisteme akustičnih fasada, koje se mogu primenjivati u enterijerima, ili eksterijerima, na mestima gde je potrebna dodatna zvučna izolacija. Ovi sistemi nastali su modifikacijom standardnih sistema fasadnih obloga, tj. poboljšavanjem izolacionih karakteristika elemenata ispunje. Način nošenja, podkonstrukcija, držači ploča preuzeti su u potpunosti iz standardnih sistema, tako da je moguća i kombinacija klasičnih i akustičnih elemenata. Spoljna, vidna površina obloge je perforirana a unutrašnje šupljine elemenata ili pozadina su ispunjene izolacionim materijalom. Pored visećih, nošenih obloga izrađuju se i fasadne opeke koje se ugrađuju na tradicionalan način.

Sistem ABM istog proizvođača predviđen je za primenu u prostorima jako izloženim buci: kao zvučna barijera pored auto puteva, železničkih pruga, ili u enterijeru škola, auditorijuma, sportskih hala i sl. Osmišljen je kao četvorokomorni element, izražene visine u odnosu na dužinu i debljinu (visina 260, 280 cm). Prva komora popunjena je izolacionim materijalom i njena spoljna strana je perforirana (18,8%) kružnim otvorima različitog prečnika (12, 14 i 10mm). Površina nasuprot nje je plitko žljebljena. Bočne strane profilisane su tako da elementi ulaze jedan u drugi i prostor između ispunjava se malterom. U dvema središnjim šupljinama elementa, dimenzija 9x9 cm predviđena je mogućnost formiranja armirano-betonskih serklaža kojima bi se postigla bolja konstruktivna stabilnost zida (slika 8). U gornjem delu, u srednjim komorama, element je polukružno završen, tako da se spajanjem elemenata dobija prostor za formiranje horizontalnog serklaža. Sa gornje strane postavlja se

betonska kapa, koja zatvara ošupljenja i štiti zid od atmosferilija. Izrađuju se u crvenoj boji, a proizvođač predviđa i mogućnost oslikavanja elemenata.

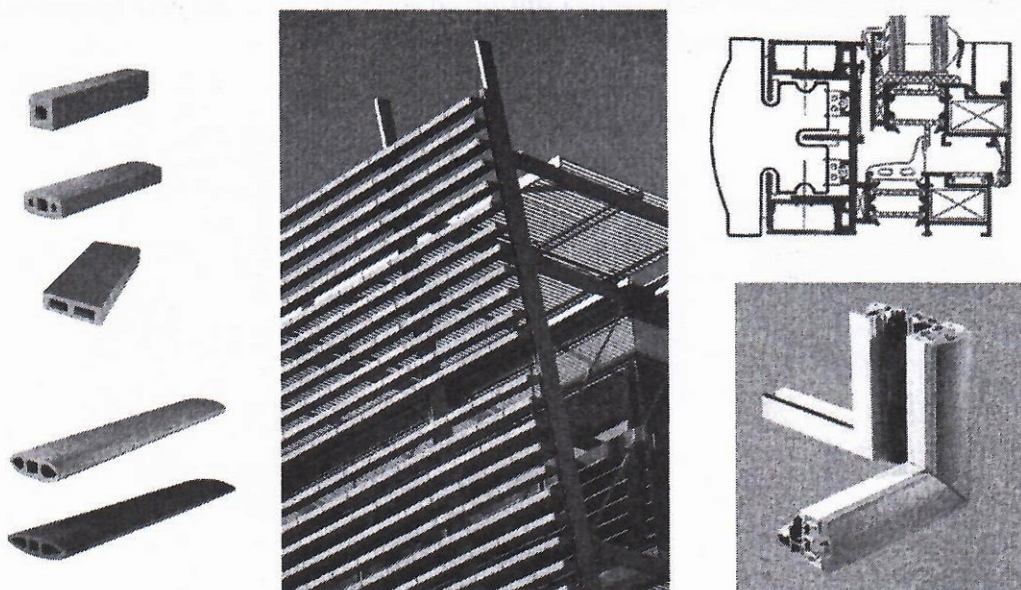


Slika 8. Akustični elementi

DOPUNSKI ELEMENTI

Ponuda fasadnih obloga od opekarskih elemenata, postavljenih preko podkonstrukcije, obogaćena je proizvodnjom senila (brisoletja) izrađenih od gline, koji se najčešće kombinuju sa standardnim fasadnim elementima. Senila čine izduženi, ošupljeni elementi od terakote, kroz čiju se šuplinu provlače metalne šipke i učvršćuju za podkonstrukciju. Glineni elementi mogu biti dužine 20-30cm, gde je više njih nanizano na jednu šipku i pričvršćeno za vertikalni nosač ili dužine: 80-130cm, što je ujedno i razmak vertikalne podkonstrukcije. Poprečni presek elementa može biti kvadratni, pravougaoni, trougaoni ili elipsasti (slika 9). Ponuda boja i površinske obrade, obično je usklađena sa asortimanom fasadnih obloga.

Dijapazon primene opekarskih elemenata sa napretkom tehnologije proizvodnje i ugradnje, proširen je i na one delove objekta, koji su tradicionalno rezervisani za neke druge građevinske materijale. Italijanska opekarska proizvodna kuća Sanini želeći da ukomponuje prozore sa fasadnom oblogom od opekarskih proizvoda, u saradnji sa proizvođačem aluminijumske bravarije osmislila je aluminijumski prozor sa termičkim prekidom, koji sa spoljne strane imati glinenu oblogu ubačenu u metalni profil tako da se može uspešno kombinovati sa fasadama od istog materijala (slika 10).



Slika 9. Glineni brisoleji

ZAKLJUČAK

Analiza postojećih sistema fasadnih obloga od opekarskih elemenata imala je za cilj definisanje mogućnosti njihove primene, kao i eventualna ograničenja koja sistem nameće. Sistematizacija sklopova fasadnih obloga, uz konkretne primere izvedenih sistema, koji postoje na svetskom tržištu, pruža preglednu sliku stanja i mogućnosti opekarske industrije i olakšava postupak izbora fasadne obloge. S obzirom na činjenicu da ovakvi sistemi još uvek nisu značajno primenjivani u domaćoj arhitekturi, što se može pripisati i nedovoljnoj informisanosti, ovakav pregled sistema mogao bi koristiti projektantima u postupku materijalizacije objekta i pojednostaviti postupak izbora fasadne obloge.

Evidentna je činjenica da je tehnologija proizvodnje opekarskih elemenata, u poslednjih dvadeset godina, značajno napredovala. Problemi koji su prepoznati još sedamdesetih godina prošlog veka, tek sada su u potpunosti prevaziđeni. Ideju o ukрупnjavanju opekarskog elementa, kako bi se ubrzao proces građenja, zaustavila je zastarela tehnologija proizvodnje, koja nije našla odgovor na nove zahteve. Uvođenje prefabrikacije u opekarsku industriju rezultiralo je komplikovanim sistemima, koji nisu mogli da konkurišu armirano-betonskoj prefabrikaciji. Današnji sistemi nastali su kao rezultat zahteva za povećanjem dimenzija opekarskih elemenata i ubrzanjem procesa građenja. Razvoj tehnologije proizvodnje omogućio je izradu elemenata velikih dimenzija, zakrivljenih površina, različite profilacije i teksture. Proizvodnja

opekarskih panela (iz jednog komada), spratne visine i složene strukture predstavlja pokazatelj napretka opekarske tehnologije.

LITERATURA

- [1] Herzog, Thomas, Roland Krippner, Werner Lang: *Facade Construction Manual*. Basel: Birkhauser, 2004.
- [2] Pfeifer, Gunter, Rolf Ramcke, Joachim Achtziger, Konrad Zilch. *Masonry Construction Manual*. Basel: Birkhauser, 2001.
- [3] Plumridge Andrew, Wim Meulenkamp. *Brickwork Architecture and design*. London: Seven Dials, 2000.
- [4] Radović, Ranko. „Opeka- trajni likovni motiv u arhitekturi“, *Izgradnja* (Beograd), br. 3 (1988), str. 7-12.
- [5] Katalozi proizvođača: Terreal, NBK, Corium, Argeton, Moeding, Sannini, Buchtal, Woestelandt, NBS Group, Istock, Wienerberger, Trent-concrete, Innovative Brick Systems