

# Primeri savremenih fasada poslovnih zgrada u Beogradu

*Primena stakla, aluminijuma, nerđajućeg celika, kamena i granitne keramike u fasadama ima dugu tradiciju u arhitekturi, a danas predstavlja moderno i široko primenjivano rešenje, kako u razvijenim zapadnim zemljama tako i u Jugoslaviji. Poslednjih desetak godina u Beogradu je realizovan veći broj modernih fasadnih konstrukcija koje predstavljaju izuzetna ostvarenja ne samo u jugoslovenskim, već i u svetskim razmerama. Pre nego što se opisu neka od realizovanih rešenja dace se kratak prikaz osnovnih tipova fasada i osnovnih terminoloskih izraza vezanih za njih.*

Zid zavesa je uobicajeni, naziv za fasadu od lakih elemenata, koji su okaceni o noseću konstrukciju i više ispred nje. Kako zid zavesa predstavlja spoljasnji omotac zgrade, mora da zadovolji određene uslove zaštite unutrašnjeg prostora:

- zaštitu od atmosferskih uticaja;
- toplotnu zaštitu (ugodan boravak i leti i zimi);
- zvučnu zaštitu;
- regulisanje uticaja sunca (osvetljenje i osuncanje prostora);
- zaptivanje i vatrootpornost.

Medutim, kod velikih zastakljenih površina postoji problem zaštite unutrašnjeg prostora od prekomernog osuncanja što izaziva pregrevanje prostorija i potrebu za hladenjem, kao i prekomerno osvetljenje što takode zahteva odgovarajuću zaštitu. Ovi problemi se efikasno rešavaju izolacionim staklima i specijalnim vrstama stakla za zaštitu od sunca. Takode se i aluminijumski profili rade sa prekinutim termickim mostom uz povećanu toplotnu izolovanost punih delova fasade. Ovakav način izvođenja je relativno skup zbog komplikovanosti spojeva i visoke cene ugrađenih materijala. Medutim znatne uštede se ostvaruju u toku koriscenja objekta jer se neuporedivo manje energije trosi na grejanje i hladenje objekta.

Klasicna fasada se formira od horizontalnih i vertikalnih nosećih aluminijumskih profila koji su u punoj veličini vidljivi na fasadi. Otvarajući otvori - prozori otvaraju se oko vertikalne i/ili oko donje horizontalne ose. Prednosti su dobro zaptivanje, klasicno otvaranje i jednostavno održavanje. Veliki nedostatak ovog rešenja je što se otvarajući delovi razlikuju od fiksnih sa spoljasnje strane, tj. vidljivi su na fasadi.

Pri projektovanju fasada postoji težnja arhitekata za što manjim aluminijumskim profilima na fasadi i što većim staklenim površinama. Zbog ovog uslova se elementi noseće konstrukcije - zida zavesa sakrivaju iza stakla. Zahvaljujući novim tehnologijama i materijalima za međusobno povezivanje različitih materijala, spoj između aluminijuma i stakla može se izvesti tako da su vidni aluminijumski profili minimalni - polustrukturalna fasada ili se uopšte ne vide - strukturalna fasada. Nemogućnost dobijanja garancija za neograničenu trajnost lepka, a samim tim i nedovoljnih garancija da se ploče neće odlepiti, prouzrokovala je skromniju primenu strukturalnih fasada, a veću polustrukturalnih kod kojih postoje aluminijumski držači stakla koji su vidni u fasadi u minimalnoj meri (oko 2,5 cm + fuga). Kod strukturalnih i polustrukturalnih fasada otvaranje prozora se vrši isključivo oko gornje horizontalne osovine prema spolja (od objekta). Izgled na fasadi je potpuno isti i otvarajućih i fiksnih i parapetnih delova fasade.

Kvalitet jedne fasade zavisi od načina rešavanja problema statičke nosivosti, toplotne izolacije, zvučne izolacije, kondenzacije vodene pare, nosenja stakla, zaptivanja, sistema pricvrscavanja, dilatacionih spojnica, vatrootpornosti i estetskih dometa.

## Poslovna zgrada DELTA HOLDING-a

Poslovna zgrada DELTA HOLDINGA se nalazi u Bloku 20 na Novom Beogradu, u ulici Milentija Popovica, između hotela Hyatt i Sava Centra (slika 1). Autor objekta je Relja Kostic, dipl.ing.arh. Objekat se sastoji iz podzemne garaze, površine oko 3.881 m<sup>2</sup> i nadzemnog dela, površine oko 12.000 m<sup>2</sup>. Nadzemni deo objekta ima deset spratova tj. prizemlje, mezanin, restoran sa kuhinjom, 7 tipskih spratova i penthaus. Ukupna površina fasade zgrade je oko 9.200 m<sup>2</sup>, a korisnici su fasada aluminijum-staklo oko 5.100 m<sup>2</sup> i fasada od prirodnog granita, tip PAMIR WHITE, oko 4.100 m<sup>2</sup>.

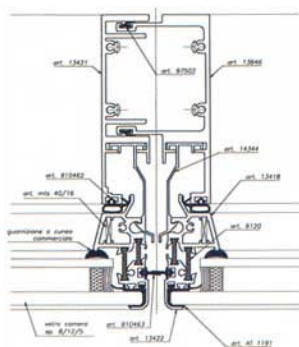


Slika 1 - Fasada zgrade DELTA HOLDINGA u Beogradu

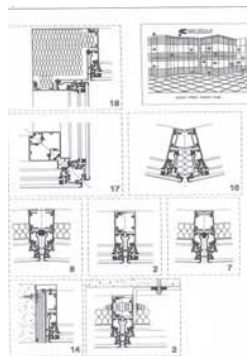
Fasadu od aluminijuma i stakla je izvela italijanska firma CLIMA S.r.l. iz mesta Cordenons. Fasada je podeljena u tri konceptualno razlicita dela. Prvi tip fasade je primenjen na prizemlju, mezaninu i restoranu i ima površinu od oko 1.700 m<sup>2</sup>. Drugi, najinteresantniji tip fasade, primenjen je na tipskim spratovima i ima površinu od oko 2.700 m<sup>2</sup>. Na penthausu je primenjen treci tip fasade površine oko 280 m<sup>2</sup>. Ostale površine za pokrivanje cine: kosa fasada na krovu, krovna kupola, dve ulazne nadstresnice i poligonalni glavni ulaz površine oko 150 m<sup>2</sup>.

Fasada prizemlja i mezanina je izvedena u sistemu klasicne ventilisane fasade aluminijum-staklo, sa termoprekidom, i sa naglasenim vidnim spoljnim profilima širine  $d=50$  mm, proizvođača Metra (Italija). Fasada se sastoji iz 4 segmenta po vertikali. Dva parapetna netransparentna elementa cine visokokvalitetno kaljeno emajlirano staklo debljine  $d=8$  mm, tip Stopray Emerald, proizvođača Glaverbel (Belgija), vazdusni prostor i tvrdo presovana mineralna vuna (100 kg/m<sup>3</sup>) debljine  $d=10$  cm. Dva transparentna elementa se sastoje od termoizolacionog stakla (6+15+10 mm), gde je za spoljasnje staklo usvojena veca debljina od  $d=10$  mm.

Stakla su takode kaljena, tip Stopray Emerald, proizvođač Glaverbel (Belgija). S obzirom na veliku visinu stakla na prizemnom delu objekta, a radi vecе sigurnosti i estetski povoljnijeg izgleda na ovom delu fasade, usvojena je veca debljina spoljasnjeg stakla nego na ostalim delovima fasade. Montaza ovog tipa fasade je klasicna, sa tradicionalnim vertikalama i horizontalama u ciji raster se postavlja ostakljeni ram, odnosno termo paket. Montaza se izvodi kompletno na licu mesta, sa potrebnom skelom. Veza sa postojecom armiranobetonskom konstrukcijom ostvarena je pomocu toplo cinkovanih ankerskih ploca i ankera.



CLW 170 TB firme CLIMA



Slika 3 - Tipski detalji fasade CLW 170 - TB

Fasada tipskog sprata je patentirani proizvod firme CLIMA, tip CLW 170 TB i koristi se za visespratne objekte sa nosećom konstrukcijom od armiranog betona ili celika ili njihovom kombinacijom. Ona predstavlja polustrukturalnu ventilisanu fasadu sa termoprekidom u panelnom sistemu. Panel predstavlja segment projektom određene širine i spratne visine, u ovom slučaju 340 cm i potpuno je izrađen i zastakljen u fabrici u Cordenonsu.

Profil CLW 170 TB je 66 mm širok i dubok, a zajedno sa zastakljenim ramom ima dimenziju od 178 mm. Vidna spojnica između dva staklena panela je širine 9 mm. Termoprekid se nalazi u liniji stakla, što je kvalitetnije rešenje od onih kod kojih je termoprekid povučen iza, čime se ranije prekida prenos topline na unutrašnjost profila, a time i poboljšavaju termičke karakteristike. Profil se sastoji iz dva elementa, tzv. "muskog" i "zenskog" dela. Svaki panel sa jedne strane, i po vertikali i po horizontali, ima "muski", a sa druge "zenski" element, tako da se spajanjem dva susedna panela u oba pravca formira profil CLW 170 TB. Debljina zida "muskog" profila je veća od debljine zida "zenskog" profila, jer se panel vezuje za ankernu konstrukciju uvek preko "muskog" dela profila. Medusobno spajanje panela se vrši bez ijednog zavrtnja čime se omogućava elastično pomeranje, a time se apsorbuju termički sokovi, manji seizmički udari, temperaturna dilatiranja i potpuno se eliminiše bilo kakva buka koju ovaj fenomen može da proizvede.

Sistem je tako koncipiran da su sve spojnice sa spoljašnje strane jednake, kao i dimenzije svih vidnih horizontala i vertikala u enterijeru, bez obzira da li se radi o otvarajućem ili fiksnom staklenom elementu. Time je omogućeno, da je u bilo kom trenutku, fiksni element može zameniti otvarajućim i obrnuto. Ovakav panelni sistem može umesto staklenih panela nositi prirodni ili veštački granit, "Alucobond" ili bilo koju drugu oblogu. Na slici 3 prikazani su različiti tipski detalji koji se javljaju u primeni ovakvog tipa fasade.

Panel se pričvršćuje specijalnim ankernim sistemom za noseću armiranobetonsku konstrukciju. Ankerni sistem je izveden od toplo cinkovanog celika i omogućava da se položaj panela može podesavati u sva tri ortogonalna pravca. Svaki panel je montiran na noseću armiranobetonsku konstrukciju nezavisno od susednog panela, tako da se može precizno podesavati čime je omogućeno otklanjanje gresaka u vertikalnosti spratova zgrade i horizontalnoj linearnosti ivice svakog sprata.

Profil sistema CLW 170 TB je proizveden od legure aluminijuma 6060, a ekstrudiran u poznatoj fabrici za proizvodnju aluminijumskih profila INDINVEST S.p.a. u Italiji.

Termoprekid je od poliamida i proizvod je firme BASF. Profil je plastificiran u jednoj od najvećih fabrika u Italiji - VLV S.p.a. na osnovu evropskog sertifikata QUALICOAT. Sve zaptivne gume su na bazi VKQ i EPDM proizvedene u fabrici ISEOGOMMA S.p.a.

Projektovani panel za tipski sprat se sastoji iz tri staklena segmenta. Donji stakleni deo visine  $h=75$  cm je transparentan i zastakljen je termoizolacionim staklom  $d=3/3+15+8$  mm. Srednji deo je transparentan, visine  $h=155$  cm, iste koncepcije kao i donji, a projektom je predviđeno da od ukupno 88 panela na jednom tipskom spratu bude 31 otvarajući element, koji se otvara "u polje". Gornji element visine  $h=110$  cm je netransparentan, jer prekriva armiranobetonski parapet i međuspratnu konstrukciju, i po svom sastavu je identičan parapetu na prizemlju (mineralna vuna debljine  $d=10$  cm, vazdusni sloj i kaljeno emajlirano staklo debljine  $d=8$  mm, tipa Stopray Emerald). Proizvodnja panelnih jedinica u fabrici je u potpunosti automatizovana, čime se eliminiše uticaj "laktora čovek", a kvalitet dobijenog proizvoda je izuzetan i stabilan. Specifičnost ovog sistema, a i njegova osnovna prednost je što za ovaj tip fasade nije potrebna skela za montazu. Montaza se može vršiti kranom, autodizalicom ili lakim dizalicama nosivosti do 500 kg, koje se montiraju na najvisoj etaži.

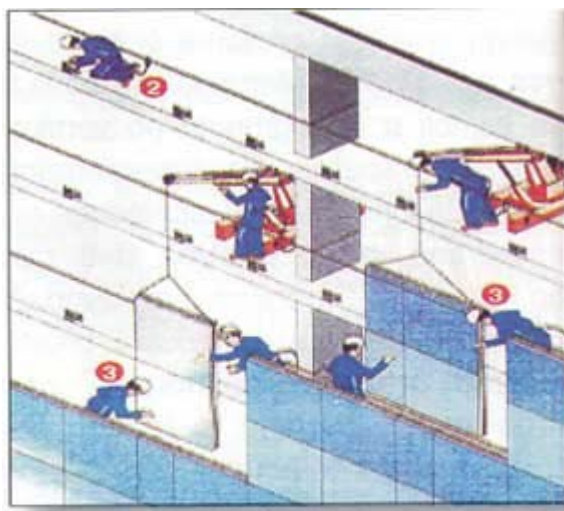
Montaza fasade u ovakvom panelnom sistemu sastoji se iz nekoliko radnih operacija sa sledećim redosledom:

- razmeravanje i obeležavanje kompletne fasade;
- montaza celicnih ankeri, nivelisanje spoljašnje linije ankeri po horizontali i vertikali;
- podizanje panela do projektovanog položaja;
- montaza, odnosno vezivanje panela;
- kontrola vertikalnosti i linearnosti položaja panela;
- konačno zatezanje anker - zavrtnjeva i njihovo fiksiranje;
- montaza unutrašnjih aluminijumskih opsivki;
- zaptivanje fasade po obodu;
- podesavanje sistema za otvaranje.

Na svakom panelu gornji profil je "muski" i preko njega se panel spaja sa montiranim ankerom.

Prvi panel (panel 1. sprata) se kaci u uglu gde se spajaju vertikalni "muski" i gornji, horizontalni "muski" profil, za ankerni sistem koji je namontiran na parapet 2. sprata. Nakon montaze ovog panela pristupa se montazi susednog, po horizontali, panela 1. sprata. Susedni panel 1. sprata se montira po istom principu, s tim sto se osim spajanja panela po vertikali spajaju i "zenski" i "muski" vertikalni profil susednih panela po horizontali. Sledeci panel po vertikali (panel 2. sprata), ima na donjoj strani "zenski" profil i spusta se na gornji profil, "muskog" panela 1. sprata.

Zatim se vrsi vezivanje gornjeg profila panela 2. sprata za ankerni sistem 3. sprata. Redosled se završava montazom panela poslednjeg, najviseg sprata. Ovakvim sistemom montaze fasade, odnosno vezivanjem svakog panela za parapet u jednoj tacki i medusobnim povezivanjem panela dobija se kompaktna fasada koja dozvoljava elasticna pomeranja. Panelni sistem fasade, sa ovakvom montazom, omogucava montazu od oko 100 m<sup>2</sup> dnevno kompletno zastakljene fasade. Usvojeni panelni sistem firme CLIMA se standardno montira na ravnim meduspratnim plocama, bez parapeta (**slika 6**). S obzirom da je u slucaju zgrade DELTA HOLDINGA postojao na krajevima ploca armiranobetonski parapet, male sirine, to je primenjen nestandardan ankerni sklop, koji je morao da dopusti uvecani prepust, od max. 75 mm, i time omoguci podesavanje panela usled odstupanja od projektovane geometrije armiranobetonske konstrukcije. Pre montaze prvih panela izvršeno je ispitivanje na objektu dva tipicna slucaja primenjenog sistema ankerovanja. Ispitivanje je izvršio Institut za materijale i konstrukcije Gradevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Rezultati ispitivanja su pokazali da koeficijenti sigurnosti na lom iznose najmanje 2,5. Deformacija u domenu radnih opterecenja je potpuno elasticna i za maksimalno radno opterecenje i uvecani prepust iznosi najviše 1,2 mm. S obzirom na tehnicko resenje panelnog sistema fasade, koje omogucava dilatiranje pojedinačnih panela i do 8 mm, kao i uobicajene tolerancije u montazi ( $\pm 2$  mm na malim rastojanjima) ovolika deformacija se moze prihvatiti.



Slika 6 - Šematski prikaz montaže fasade

Sistem CLW 170 TB je atestiran u Institutu ICITE - CNR (S.Donato, Italija) na sledeca ispitivanja, a u skladu sa Evropskim standardom UEATC:

- Test propustanja vazduha KLASA A3 - Pritisak od 600 Pa
- propustanje vazduha pre busenja otvora 9,34 m<sup>3</sup>/hr/m<sup>2</sup>
- propustanje vazduha posle busenja otvorav 11,62 m<sup>3</sup>/hr/m<sup>2</sup>
- Otpornost prema delovanju vode KLASA E4 - Pritisak od 1.000 Pa nema propustanja vode
- Otpornost na udare vetra KLASA V3 - Pritisak od +4.000 Pa i sisece dejstvo -3.500 Pa nema funkcionalnih poremećaja

Radi kontrole italijanskih atesta izvršena su nezavisna ispitivanja u Institutu IMS iz Beograda za sledece karakteristike:

- test propustanja vazduha KLASA D - Pritisak od 500 Pa

- propustanje vazduha pre busenja otvora 7,38 m<sup>3</sup>/hr/m<sup>2</sup>
- propustanje vazduha posle busenja otvora 10,97 m<sup>3</sup>/hr/m<sup>2</sup>
- Otpornost prema delovanju vode KLASA D Pritisak od 800 Pa nema propustanja vode
- Ispitivanje koeficijenta prolaza toplote k (panel bez parapetnog elementa):

1. *Termoizolaciono staklo (6+15+8 mm)*

Otpor toplotnom protoku RS=0,44 m<sup>2</sup>K/W Koeficijent prolaza toplote ks=1,64 W/m<sup>2</sup>K

2. *Okvir*

Otpor toplotnom protoku RO=0,46 m<sup>2</sup>K/W Koeficijent prolaza toplote kO=1,92 W/m<sup>2</sup>K

3. *Fasadni element* (sa relativnim ucescem u površini: staklo 85%, okvir 15%)

Ekvivalentni koeficijent prolaza toplote uzorka - fasade iznosi: k=1,80 W/m<sup>2</sup>K

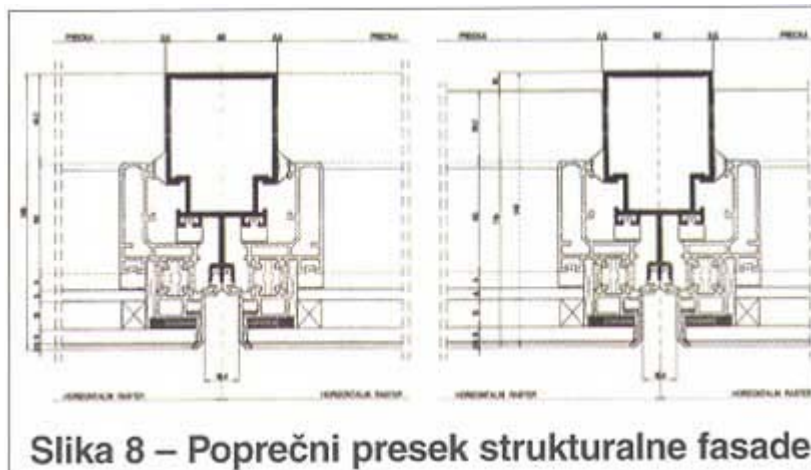
zvucne izolacije zastakljenog dela fasade: Izolaciona moc R=37 dB - I klasa

### Poslovni objekat RTV PINK

Poslovni objekat RTV PINK nalazi se u Beogradu u ulici Neznalog junaka br. 1 i ima korisnu površinu od 3.150 m<sup>2</sup>. Autor objekta je Sasa Spajic, dipl.ing.arh. Gabarit objekta je 18,0x35,4 m, sa dve podzemne etaze, prizemljem, dva sprata i potkrovljem. Visina objekta je 15,25 m, a visina vrha antenskog stuba iznosi 33,7 m. U prizemlju je predviđen ulazni hol sa kafe-barom, pultom i tehnicko-tehnoloske prostorije sa montazom i rezijom. Podzemni deo je podeljen u dva nivoa. U najnižem se nalaze tri studija razlicite velicine, prostor dekor, rezija i pomocne prostorije.

U visem nivou je predvidjen magacinski prostor, garderobe, sminkernice, mokri cvor, velika rezija i tehnicke prostorije za masinske instalacije. Na spratovima tj. na nivoima +3,9 m i +7,5 m predvidjene su kancelarije, a u potkrovlju apartmanska soba za odmor, kafe, kancelarije, masinske prostorije i dve terase. Za vertikalnu komunikaciju u objektu predvidjena su dva stepenista, jedan putnicki lift, jedan panoramski lift i jedan teretni.

Izgled zgrade RTV PINK Fasada objekta je izvedena sa transparentnim i netransparentnim delovima. Transparentna fasada površine 650 m<sup>2</sup> izvedena je u sistemu staklo-aluminijum, od cega je 140 m<sup>2</sup> strukturalna. Resenje strukturalne fasade prikazano je na slici 8 i predstavlja originalno resenje proizvođaoca fasade. Netransparentni deo površine 1.200 m<sup>2</sup> je uradjen sa oblogom od "Alukobond"-a.



Prednja fasada na ovom objektu je izvedena kao kombinacija vise fasadnih pozicija, koje su izradjene na razlicite nacine. Puni delovi zida obloženi su "Alukobond"-om preko podkonstrukcije i termoizolacije od mineralne vune u vidu vetrene fasade. Oblik "Alukobond"-a prati oblik zida, tako da je obloga stepenisanog jezgra lucno savijena, a ostali delovi zidova su ravni. Fasade u prizemlju, prvom i drugom spratu izradene su kao strukturalne, sa izbacenim brisolejima od aluminijumskih profila. Otvori u oblozi od "Alukobond"-a su izvedeni kao fiksni kruzni prozori, a na stepenisanom jezgru kao lucni. Fasada u potkrovlju sa lucnim zavrsetkom je izvedena kao klasicna, sa pokrivnim profilima sirine 50 mm. Po ivici krova projektovana je pergola od aluminijumskih plastificiranih profila sa vezama od nerdjajuceg celika (slika 10). Nadstresnica iznad glavnog ulaza izvedena je u kombinaciji konstrukcije od nerdjajuceg celika i aluminijuma sa krovnim pokrivačem od kaljenog stakla.



slika 11

Najinteresantniji deo ove fasade je obloga od "Alukobond"-a (slika 11). Primenjen je "Alukobond" debljine 4 mm plastificiran u ton silver metallic RP 025. "Alukobond" obloga je radjena sistemom panela, koji su u radionici iskrojeni i savijeni prema radionickim crtezima. Podkonstrukcija je aluminijumska sa svim vezama od nerdjajućeg materijala. Na svim vertikalnim fugama montirane su vertikale na koje se kace paneli "Alukobond"-a. U zavisnosti od velicine "Alukobond" panela odreduje se nacin horizontalnog ukrucenja panela i proracunava velicina fuge, kao i smer u kome fasada treba da dilatira. "Alukobond" paneli su ojacani posebnim elementima u uglovima, pomocu kojih se vrsi kacenje za podkonstrukciju. Da bi dilatiranje "Alukobond"-a bilo besumno, potrebno je sve kontaktne elemente uraditi od posebne plastike i nerdjajućeg celika. Za termoizolaciju upotrebljena je tvrda mineralna vuna, namenjena za provetrene fasadne konstrukcije. Na fasadi ovog objekta u velikom obimu su primenjeni brisoleji od aluminijuma. Izgled brisoleja sa radionickim prikazom detalja sa vezom prikazani su na slikama 13 i 14. Kompletnu fasadu je izradila firma "Montazni objekti" iz Novog Sada.

