

**PROCENA STANJA AB KONSTRUKCIJE I ENERGETSKA SANACIJA ZGRADE
BIVŠE MODNE KUĆE "22 DECEMBAR" U ČUPRIJI****ASSESSMENT OF RC STRUCTURE AND ENERGY REHABILITATION OF THE
FORMER FASHION STORE "DECEMBER 22" BUILDING IN ČUPRIJA**Aleksandar Stojanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – Građevinarstvo**

Kratik sadržaj – Rad se sastoji iz dva dela, teorijskog i praktičnog. U teorijskom delu su obrađeni tipovi ventilisanih fasada i fasadni sistemi kompanije „Sobotec“. U praktičnom delu urađena je procena stanja objekta „22. Decembar“ u Čupriji. Zatim je urađen proračun energetske efikasnosti za postojeće stanje objekta. Nakon predloženih mera energetske sanacije ponovo je urađen proračun energetske efikasnosti zgrade. Na kraju, upoređeni su rezultati ova dva proračuna.

Ključne reči: Ventilisane fasade, Alubond, Aluminijum, Sobotec, Energetska efikasnost, Sanacija

Abstract – The paper consists of two parts, theoretical and practical. In the theoretical part, rain screen facade types and the facade systems of the company "Sobotec" are analyzed. The practical part consists of assessment of the condition of the facility "22 Decembar" in Čuprija. An energy efficiency calculation is done for the existing condition of the building. After the proposed energy rehabilitation measures, the calculation of the energy efficiency of the building were done again. Finally, the results of these two calculations were compared.

Keywords: Ventilated - Rainscreen facades, Alucobond, Aluminum, Sobotec, Energy efficiency, Rehabilitation

1. SOBOTEC LTD. SISTEMI FASADA**1.1. Fasade**

Ventilisane fasade su fasade koje su od primarne konstrukcije odvojene slojem vazduha. Ovaj sloj vazduha, koji stalno cirkuliše, ima ulogu da vlagu unutar šupljine brzo odvede iz sistema, na taj način termoizolacija ostaje suva, čime se produžava trajnost materijala i normalno funkcionisanje sistema (vlažna termoizolacija ima manje toplotne karakteristike).

Tipovi fasada koji se mogu naći u ponudi kompanije *Sobotec Ltd* su:

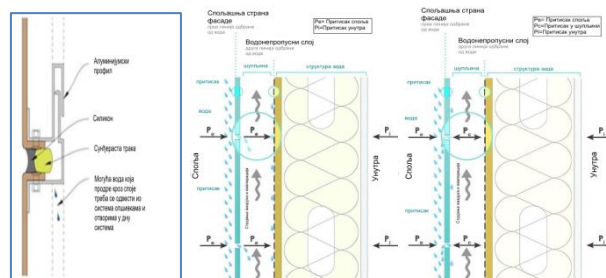
Potpuno zaptivene fasade, drenirane i ventilisane fasade i fasade sa izjednačenim pritiskom.

Potpuno zaptivene fasade su jedan od prvih tipova fasada koje su korišćene na raznim objektima. Princip ovih fasada se zasniva na potpunom zatvaranju spojeva

bilo silikonom (mokri sistem) ili nekim mehaničkim sistemom zaptivanja (suvi sistem). Celokupna odbrana od prodora vode zasniva se na spoljašnjoj površini obloge i nepropusnosti spojeva. Ovaj tip fasada se upotrebljava na objektima na kojima se zaštita unutrašnje konstrukcije zida ne može ostvariti vodonepropusnim slojevima (slika 1, levo) [7].

Drenirana i ventilisana fasada je tip ventilisane fasade kod kog se princip odbrane od vode zasniva na tome da se dopušta prolazak vode kroz spojeve na spoljašnjoj oblozi. Voda koja dospe iza panela se brzo, gravitacionim putem (dreniranjem) odvodi van sistema kroz otvore u dnu sistema. Strujanjem vazduha u šupljini eventualno preostala vlaga se evaporacijom izvlači iz sistema. Kod ovog sistema obavezna je upotreba vodootporne barijere sa unutrašnje strane šupljine (kako bi se sprečilo kvašenje ostalih slojeva zidova, naročito termoizolacije). Kako sistem omogućava prolaz vazduha kroz spojnice, slojevi iza fasade moraju biti projektovani tako da mogu da prime opterećenja od vetra (slika 1, sredina) [7].

Fasade sa izjednačenim pritiskom su još jedan sistem ventilisanih fasada. Kod ovog sistema odbrana od vode se zasniva na principu izjednačavanja vazdušnog pritiska sa spoljašnje strane i vazdušnog pritiska u šupljini iza fasade. Na ovaj način, zbog izostanka razlike u pritiscima nije moguće uvući vodu iza spoljašnje obloge. U praksi, međutim, određena količina vode prolazi kroz spojnice. Razlog ovome je delovanje vetra koje je stohastičko i menja se u svakom trenutku pa je i teško postići idelano izjednačavanje pritiska. Usled ovoga sistem se projektuje tako da određnu količinu vode koja dospe kroz spojnice može dreniranjem kroz otvore da izbaciti iz sistema (slika 1, desno) [7].



Slika 1. Tipovi fasadnih sistema [7], [8]

Sobotec Ltd. Sistemi podrazumevaju upotrebu alubonda, metalnih panela (nerđajući čelik, aluminijum, cink, bakar) i HPL panela sa raznim tipovima aluminijumskih profila

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, redovni profesor FTN.

koje služe za pričvršćivanje panela za noseću potkonstrukciju. Ovi sistemi fasada se upotrebljavaju na severnoameričkom kontinentu (SAD i Kanada).

Sobotec sistemi su : SL2000, SL1000, SL3000, SL4000, SL5000, SurFlex, FSL-100, FSL-200

Najčešće se koristi sistem SL-2000 koji je opisan u nastavku.

1.2 SL-2000

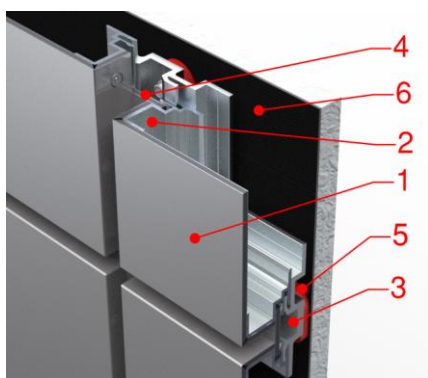
Koncept ovog sistema je na dvostrukoj zaštiti od vlage, prvo strujanjem vazduha u ventilisanom sloju odvodi se vlaga iz sistema. Ukoliko dodje do prolaska vode zaštita se vrši pomoću zaštitne barijere koja se postavlja na spoljnu stranu termoizolacije. Najveća prednost ovog sistema je mala potreba za održavanjem i mogućnost prilagođavanja različitim oblicima zgrada (Slika 1) [1].



Slika 2. SL-2000 [1]

Sistem se sastoji od više komponenti, a to su (Slika 2):

- 1 Panel (alubond ili aluminijum)
- 2 Aluminijumski okvir (pomoću kog se formiraju ivice)
- 3 Aluminijumski profili (koji se montiraju na okvir a zatim pričvršćuju za potkonstrukciju)
- 4 Aluminijumske lajsne (postavlja se na spojevima dva panela)
- 5 Termički separator (sprečava prenošenje toplote sa profilisanog panela na potkonstrukciju)
- 6 Vodonepropusni i vetrootporni sloj

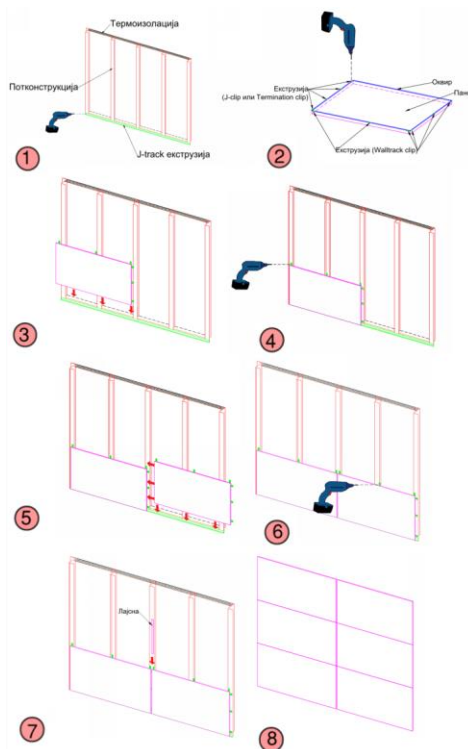


Slika 1. Komponente SL-2000 sistema [1]

Panel se seče na potrebnu dimenziju a zatim se ivice savijaju i pričvršćuju za okvir pomoću pop-nitni. Za ovako formiran panel pričvršćuju se aluminijumski profili koji su projektom predviđeni. Razmak aluminijumskih profila i broj spojnih sredstava određuju se statičkim proračunom (Slika 3). Uobičajeni razmak aluminijumskih profila je 16in (40,64cm), budući da se na severnoameričkom kontinentu razmak čelične potkonstrukcije

uglavnom postavlja na toj razdaljini. Na profilima postoje ovalne rupe čime se omogućava rad sistema usled termičkih dejstva.

Montaža panela počinje postavljanjem kontinualnog profila u dnu zida a na sklopljenom panelu postavlja se aluminijumski profili na odgovarajućim stranama panela. Panel se postavlja u položaj da okvir panela nalegne u kontinualni aluminijumski profil, zatim se vrši pričvršćivanje ostalih profila za potkonstrukciju. Sledeći panel se postavlja na način da nalegne na donji aluminijumski profil i profil na strani već postavljenog susednog panela, sledi pričvršćivanje ostalih profila za potkonstrukciju. Po postavljanju dva panela na spoju se u žljebove profila postavlja lajsna kako se ne bi video spoj. Dalje, istim principom postavlja se i ostali paneli kako po širini tako i po visini. Sistem podrazumeva upotrebu već razrađenih fazonskih detalja (oko otvora, uglova, u specifičnim situacijama. Princip postavljanja panela prikazan je na slici 4.



Slika 2. Princip postavljanja panela

2. PROCENA STANJA OBJEKTA

2.1 Tehnički opis

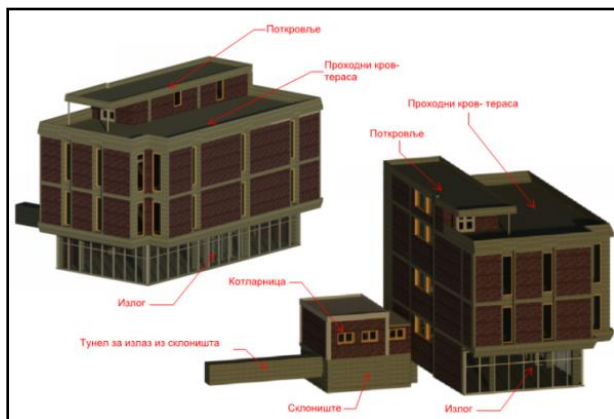
Objekat se nalazi u Čupriji na adresi Cara Lazara br.1 (Slika 5). Objekat je pozicioniran u užem centru grada. Sa severne strane u jednom delu je u kontaktu sa susednim stambenim objektom dok je na istoku u prizemlju pasaž, a na spratovima je u kontaktu sa susednim poslovnim objektom. Zapadna i južna fasada su ulično orijentisane dok je severni deo dvorišno orijentisan.

Objekat je približno pravougaone osnove dimenzija 21,00m x 10,25m sa isturenom kotlarnicom sa dvorišne strane. Na spratovima su izvedeni konzolni ispusti – erkeri i dimenzije objekta u ovom delu su 24,10m x 13,30m. Spratnost objekta je Pr+2+Pot, dok je u delu kotlarnice Po+Pr.

U prizemlju zgrade je predviđen prodajni prostor, pomoćne prostorije, toalet i kotlarnica. Na spratovima je, takođe, predviđen prodajni prostor, s tim da su na drugom spratu predviđene muška i ženska garderoba kao i kancelarija.

Potkrovlje je izvedeno samo u jednom delu objekta.

U prizemlju, ka ulici, celom dužinom objekta nalaze se izlozi. Ispod kotlarnice nalazi se sklonište. Delovi objekta se mogu videti na slici 5.



Slika 3. Delovi objekta

Konstruktivni sistem objekta je skeletni, sačinjen od AB stubova i greda u dva ortogonalna pravca sa maksimalnim rasponima od 7,75m i 7,0m i punih AB ploča. Kotlarnica je u masivnom sistemu gradnje, sa nosećim zidovima od keramičkih blokova ukurčenih vertikalnim i horizontalnim serklažima i polumontažnom tavanicom TM-3. Krov je predviđen kao ravan, prohodan, izuzev krova iznad potkrovlja i kotlarnice koji su neprohodni.

Temeljenje je izvršeno na AB temeljima samicima ispod glavnog objekta i na temeljnoj ploči ispod kotlarnice.

2.2 Vizuelni pregled objekta i analiza uočenih oštećenja

Kako objekat u nije u funkciji (u trenutku vizuelnog pregleda), bilo je moguće pristupiti svim delovima objekta. Otežan je vizuelni pregled jedino u prizemlju gde se nalazio razni inventar objekta. U toku vizuelnog pregleda proverene su stvarne dimenzija elemenata konstrukcije i upoređene sa vrednostima iz projekta kao i merenje nepoznatih dimenzija i određivanje vrsta upotrebljenih materijala. Tokom vizuelnog pregleda objekta, neophodno je uočiti sva oštećenja i defekte konstrukcije, dokumentovati ih a zatim izvršiti njihovu sistematizaciju i odrediti uzroke koji su doveli do pojave oštećenja i defekata.

2.2.1 Glavni objekat – modna kuća

Pregledom je utvrđeno da je osnovni uzrok nastanka oštećenja – voda. Sve instalacije su uklonjene iz objekta, što je rezultovalo odvođenjem vode sa krovnih površina kroz otvore i direktan prodor vode u objekat. Zbog dužeg zadržavanja vlage na betonskim pločama se pojavila biološka korozija, ispiranje kalcijumhidroksida, korozija armature što je dalje uzrokovalo oštećenje betona. Ista oštećenja su uočena i na AB gredama. Registrovan je i veliki broj defekata, koji potiču iz iz perioda gradjenja objekta. Na pločama i gredama uočeni su: betonska

gnezda, nedovoljna debljinae zaštitnog sloja betona, linijska segregacija betona na mestima spoja delova oplatnih ravni. Drvena oplata, koja je korišćena pri gradnji sa nekih elemenata nije nikada skinuta. Na zidovima su uočene prsline različitih veličina i orijentacija. Na fasadnom zidu I sprata vidi se vertikalna prsline na mestu gde se greda spaja sa gredom suprotnog smera. Zidovi od opeke na II spratu su takođe imaju prsline (dijagonalne i horizontalne koje su uzrokovane ugibom ploče. U potkrovlju su, usled nemara i vandalizma primećeni tragovi plamena na zidovima, gredama i sa donje strane ploče. Slojevi ravnog krova su zastareli i ispucali što je dovelo do propuštanja vode i deterioracije elemenata u unutrašnjosti objekta. Primećena je jaka biološka korozija na krovu u vidu stabala, rastinja i raznih vrsta biljaka. Sva metalna bravarija je korodirala, a sva stakla su popucala u vreme NATO bombardovanja 1999.godine.

2.2.2 Kotlarnica i sklonište

Ovaj deo izdvojen je od glavnog objekta i u različitom sistemu gradnje je. Prizemni deo kotlarnica je u dobrom stanju, očuvan je završni sloj osim u jednom delu u kome je primećena buđ i otpadanje ovog sloja. Bitnijih oštećenja i defekata nije bilo. Za razliku od prizemnog dela, sklonište je u lošem stanju. Primećeno je povremeno plavljenje objekta zbog neadekvatno izvedene hidroizolacije. Konstantna vlaga u ovom prostoru i nemogućnost dobre ventilacije dovele su do pogoršanja i ostalih oštećenja, kao što je korozija armature.

2.3 Zaključak o stanju objekta

Analizom registrovanih oštećenja, može se zaključiti da je osnovni uzrok njihovog nastanka atmosferska voda koja slobodno prodire u unutrašnjost objekta duži niz godina. Pored vode, veliki broj defekata, nemar, neodržavanje i vandalizam su doprineli da je objekat danas u veoma lošem stanju. Funkcionalnost objekta je narušena dok su stabilnost i nosivost konstrukcije sačuvani. Trajnost ugrađenih materijala je smanjena.

3. ENERGETSKA EFIKASNOST - POSTOJEĆE STANJE

Proračun je u svemu sproveden prema važećem Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada „Službeni glasnik RS“ br. 061/2011 [2].Elementi konstrukcije su najpre podeljeni na transparentne i netransparentne u zavisnosti od slojeva i položaja ovih elemenata. Definisano je 28 netransparentnih i 8 transparentnih pozicija. Za svaku od pozicija urađen je proračun građevinske fizike koji podrazumeva određivanje koeficijentata prolaza toplote, a za netransparentne sklopove određeni su: raspored temperatura, minimalna otpornost sklopa, difuzija vodene pare i parametri letnje stabilnosti.

Svi analizirani sklopovi su imali veći koeficijent prolaza toplote od pravilnikom propisane vrednosti. Nakon izvršenog proračuna za svaku poziciju ponaosob, pristupilo se proračunu toplotnih gubitaka i dobitaka zgrade kao celine, u cilju određivanja potrebne energije za obezbeđenje osnovnih uslova komfora. Proračunati gubici toplote prikazani su na slici 6.



Slika 4. Gubici toplote, postojeće stanje

Na kraju, proračunata je ukupna potrebna energija za grejanje zgrade na godišnjem nivou, na osnovu koje je zgradat svrstana u energetska razred F.

4. ENERGETSKA SANACIJA I ENERGETSKI RAZRED SANIRANOG OBJEKTA

Pored toga što nijedan od elemenata nije zadovoljio propisane vrednosti koeficijenta prolaza toplote, utvrđeno je i da veliki broj elemenata ima malu termičku masu, pa je izborom termoizolacije povećana i termička masa problematičnih elemenata. Potrebne debljine termoizolacionih materijala poračunate su iz uslova da svaki sklop ispuni uslov za najveći dozvoljeni koeficijent prolaza toplote.

Za termoizolaciju zidova odabran je ćelijasti beton - *Multipor* ploče debljine 125 mm [3].

Kao novo rešenje za zamenu ostarih slojeva termo i hidroizolacije ravnog krova, usvojen je zeleni krov tipa *Urbanscape* [4] sa termoizolacijom od kamene vune *Smartroof thermal* [5] debljine 170mm.

Za parnu branu usvojen je *Knauf LDS 200* [6]. Stolarija je potpuno zamenjena, umesto metalne koristi se aluminijska stolarija sa trostrukim (4-8-4-8-4mm), niskoemisionim staklom punjenim plemenitim gasom – kriptonom.

Ponovnim proračunom dobijeni su bolji rezultati, što je i očekivano (Slika 7).



Slika 5-Gubici toplote, sanirani objekat

Daljim proračunom utvrđeno je da objekat pripada energetskom razredu D.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata vizuelnog pregleda i analizom registrovanih oštećenja i defekata utvrđeno je da nosivost i stabilnost objekta nisu ugrožene, međutim trajnost i funkcionalnost objekta su narušene u velikoj meri.

Proračunom energetske efikasnosti utvrđeno je da objekat pripada kategoriji F.

Kako bi se povećala trajnost i energetska efikasnost izvršena je sanacija postojećeg objekta.

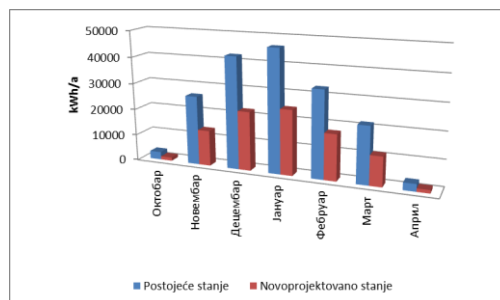
Zidovi objekata oblažu se *Multipor* pločama debljine 125 mm. Ovim pločama se pored termoizolacije objekta povećava i njegova termička masa [3].

Svi ravni krovovi zamenjuju se sistemom zelenih krovova *Urbanscape* [4].

Za termoizolaciju krova usvojena je kamena vuna *Smartroof thermal* debljine 170mm [5].

Stolarija koja je bila metalna sa gotovo svim razbijenim staklenim površinama, zamenjena je aluminijskom stolarijom sa staklenim površinama od niskoemisionog, trostrukog stakla punjenog plemenitim gasom – kriptonom.

Ponovnim proračunom energetske efikasnosti objekat je svrstan u kategoriju D. Primenjenim merama poboljšana je energetska razred za dva stepena čime se energetska sanacija smatra uspešnom (Slika 8).

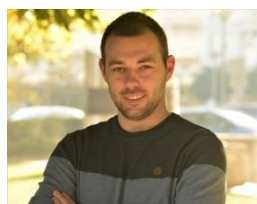


Slika 6- Potrebna energija za grejanje po mesecima za nesanirani i sanirani objekat

6. LITERATURA

- [1] SOBOTEK LTD. <https://www.sobotek.com/>
- [2] Sl.glasnik RS" br.61/2011. *Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, "Sl.glasnik RS" br.61/2011.* Beograd
- [3] YTONG. https://www.ytong.rs/sta_je_ytong_multipor_1798.php
- [4] Knaufinsulation. <https://www.knaufinsulation.rs/zeleni-krovovi>
- [5] Knaufinsulation. <https://www.knaufinsulation.rs/proizvodi/smartroof-thermal>
- [6] Knaufinsulation. https://pim.knaufinsulation.com/files/download/07_home_seal_lds_200_aluplus.pdf
- [7] MCA Tehnical Bulletin. <https://www.alpolic-america.com/wp-content/uploads/2018/03/MCM-Panel-System-Definitions-0318.pdf>
- [8] Rainscreen Design Basic <https://rainscreeninfo.com/rainscreen-design-basics/>

Kratka biografija



Aleksandar Stojanović rođen je u Čupriji 1995.god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-Konstrukcije, procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija, odbranio je 2021.god kontakt: astojanovicgr@gmail.com