

RN:78206012

NARUČITELJ:

SUVLASNICI POSLOVNE ZGRADE U SPLITU - „JADRAN“ NEBODER
KRALJA ZVONIMIRA 14, SPLIT

IZVRŠITELJ:

INSTITUT IGH D.D. ZAGREB
REGIONALNI CENTAR SPLIT
ZAVOD ZA STRUČNI NADZOR I VOĐENJE PROJEKATA
ODSJEK ZA VISOKOGRADNJU

PREDMET:

SANACIJA STAKLENO -ALUMINIJSKOG PROČELJA „JADRAN“ NEBODERA

STRUČNI ELABORAT

IZRADILI :

BOJAN JURIĆ, dipl.ing.arh.

DARKO BONJOLO, dipl.ing.str.

INSTITUT IGH D.D. ZAGREB R.C. SPLIT
Prokurist i Direktor RC Split:

ŽARKO DEŠKOVIĆ, dipl.ing.građ.

Split, 12.03.2013. god

S A D R Ź A J :

1.	UVOD	4
2.	RASPOLOŽIVA DOKUMENTACIJA	4
3.	OPĆI PODACI O NEBODERU.....	5
4.	POVIJEST OBJEKTA.....	7
5.	ARHITEKTONSKO - GRAĐEVINSKO RJEŠENJE STAKLENOG PROČELJA	8
5.1.	PREGLED I OCJENA STANJA POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE STAKLENOG PROČELJA.....	8
5.2.	PRIJEDLOG SANACIJE	12
6.	PRIMJENA FOTONAPONSKIH PANELA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	17
7.	TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA I UTJECAJ RADOVA NA UNUTRAŠNJE PROSTORE	20
8.	ARHITEKTONSKO OBLIKOVANJE:	20
9.	UPRAVNI POSTUPAK.....	21
10.	PROCJENA MOGUĆNOSTI IZVEDBE JEDINSTVENOG SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA SA MOGUĆNOŠĆU INDIVIDUALNOG UPRAVLJANJA POJEDINIH KORISNIKA	22
11.	EKONOMSKA PROCJENA ZA SVE FAZE REALIZACIJE	23
12.	ZAKLJUČAK I PREPORUKE	25

1. UVOD



Predmet ovog stručnog elaborata je analiza i procjena stanja postojećeg stakleno-aluminijskog pročelja „Jadran“ nebodera u Splitu, te prijedlog njegove sanacije, kako s tehničkog, tako s tehnološkog i oblikovnog aspekta. Potaknuto je od strane Naručitelja svjesnog višegodišnjeg problematičnog stanja staklenog pročelja, prvenstveno sigurnosnog i ekonomskog. Stoga je logična odluka da se prethodno procesu sanacije izvrši stručna procjena stanja i mogućnosti.

Značaj ovog problema proizlazi i iz činjenice da stakleno pročelje pokriva više od 70% cjelokupnog oplošja zgrade, kroz 13 nadzemnih etaža, te u današnjem obliku ne pridonosi racionalnoj eksploataciji zgrade, već suprotno.

Prisutna su zastarjela tehnička rješenja postojećeg pročelja, kao i sustava grijanja i hlađenja, što naravno ima neposredan negativan utjecaj i na energetske učinkovitost.

Sukladno današnjim trendovima u razvoju energetske efikasne zgrade poseban osvrt studijom će se dati na moguću primjenu fotonaponskih panela za proizvodnju električne energije, ugrađenih na samom pročelju, te mogućnošću unaprjeđenja sustava klimatizacije, grijanja i hlađenja.

2. RASPOLOŽIVA DOKUMENTACIJA

Nažalost, Naručitelj nije u posjedu nikakve tehničke dokumentacije iz koje je moguće izvršiti uvid u primijenjena tehnička rješenja prilikom gradnje objekta.

Jedino dostupno, što je naručitelj dostavio, a bilo je korišteno prilikom izrade ovog elaborata su digitalne podloge s tlocrtima i presjekom objekta - izvadak iz elaborata etažiranja, te elaborat „Energetski pregled“ koji je izvršila tvrtka „Roterm d.o.o.“ Split 2005. godine.

3. OPĆI PODACI O NEBODERU

Vrijeme izgradnje: 1961-1966. godine (46. godina starost objekta),
autor Lovro Perković

Vlasnička struktura: 19 vlasnika, od toga 29% Grad Split

Broj etaža i bruto površina :

- 1 etaža potkrovlja (strojarnica)	72,00 m ²
- 13 etaža katova (uredski prostori)	13 x 325 m ² = 4225,00 m ²
- 1 etaža visokog prizemlja (poslovni prostori)	260,00 m ²
- 1 etaža niskog prizemlja (poslovni prostori)	1030,00 m ²
- 1 etaža podruma (spremišta)	120,00 m ²
- 1 etaža podruma (strojarnice)	420,00 m ²
UKUPNO BRUTTO	6127,00 m²

Širina objekta:

- I-Z	25,00 m
- S-J	13,00 m

Visina objekta:

- nadzemno	46,00 m
- podzemno	8,00 m

Visina etaža, netto:

- uredski prostori (katovi)	235-270 cm
- poslovni prostori (prizemlje)	250-320 cm

Konstrukcija: AB skeletni sistem stupova, greda i međukatnih
sitnobrečastih ploča

Vertikalne komunikacije: 1 armiranobetonsko stubište i 2 dizala

Površina staklenog pročelja:

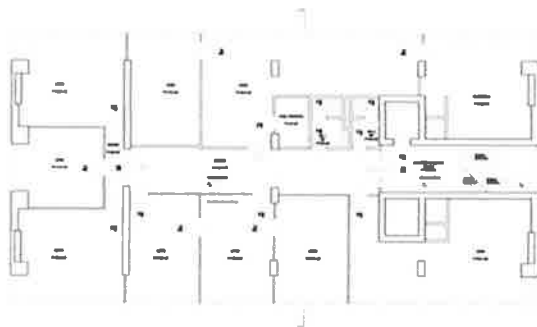
- 1-13 kata	2430,00 m ²
- nisko i visoko prizemlje	250,00 m ²

Površina samo parapetnog dijela za fotonaponske panele:

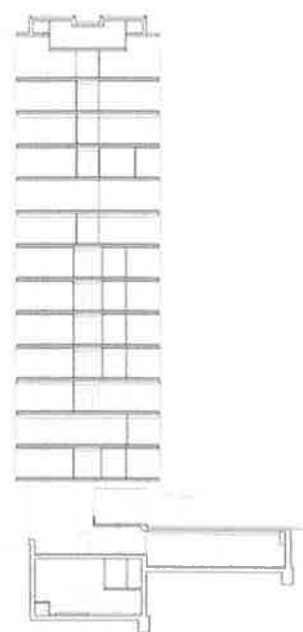
- jug	324,94 m ²
- istok	83,50 m ²
- zapad	83,50 m ²

Površina krova: 325,00 m²

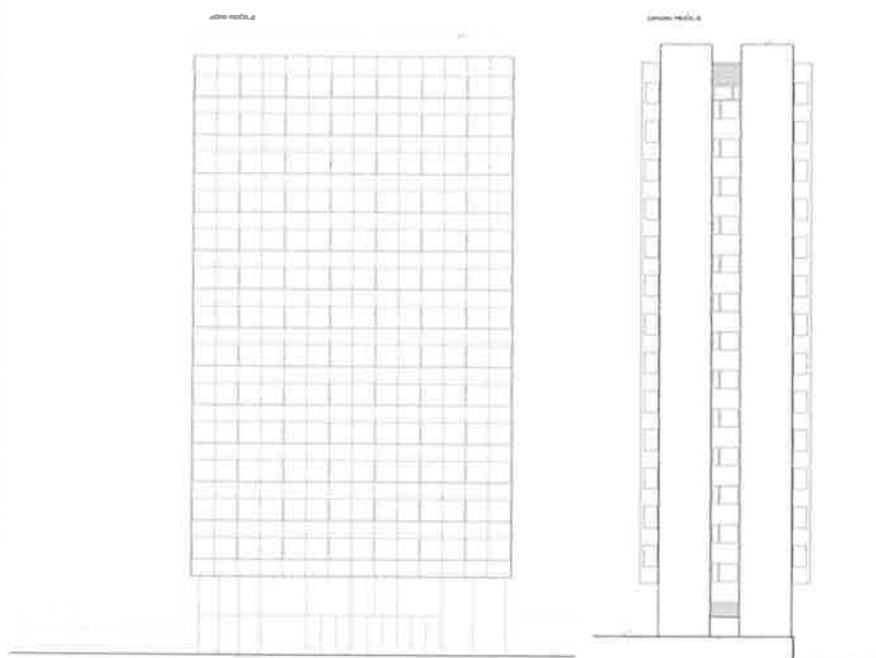
- Grijanje:** Centralni sustav s kotlom na lož ulje, te individualni „split“ sustavi ili dizalice topline (pojedini vlasnici)
- Hlađenje:** Centralni sustav freonskom rashladnom centralom, te individualni „split“ sustavi ili dizalice topline (pojedini vlasnici)
- Elektroopskrba:** TS „Lučac 44“, 10/04kV, smještena u prizemlju zgrade



-tlocrt karakteristične etaže



-karakterističan presjek

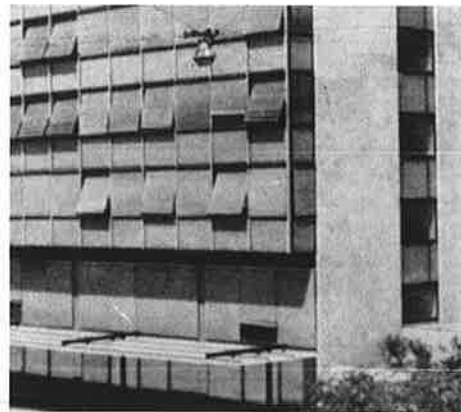


-pročelja

4. POVIJEST OBJEKTA

Neboder je građen od 1961.-1966. Godine prema projektu priznatog splitskog arhitekta Lovre Perkovića. Obzirom na značajan doprinos modernoj arhitektonskoj baštini grada Splita koje je Lovro Perković ostavio kroz svoj dugogodišnji rad tako je s vremenom i „Jadran“ neboder postao jedan od prepoznatljivih simbola grada. Iz tog razloga uvršten je na listu zaštićenih građevina Ministarstva kulture, odnosno Konzervatorskog odjela u Splitu.

Projektiran i sagrađen kao prvi poslovni neboder u Splitu ostao je to i do danas, jedini poslovni neboder. Arhitektonski element zaštite od sunca kojeg je Lovro Perković često primjenjivao na ovom projektu integriran je u vidu vanjskih horizontalnih pomičnih brisoleja na tehnički zahtjevan sustav otklopnih prozora, naravno uz nastojanje da se zadrži oblikovni izraz staklenog poslovnog nebodera.



- izvorni izgled nebodera prije rekonstrukcije i zamjene pročelja, vidljivi otklopni prozori s vanjskim brisolejima

Nažalost takvo složeno rješenje zaštite od sunca postavljenih na otklopne prozore imale su tragičnu posljedicu kada su elementi tog pročelja pali s visine na prolaznike.

Iz tog razloga tijekom 80-ih godina izvršena je sanacija pročelja, koju je izvodila tvrtka „Elemes“, a koja je obuhvatila cjelokupnu zamjenu stakleno- aluminijskog pročelja, te je takvo rješenje ostalo do danas. Prilikom te zamjene ukinuta je zaštita od sunca, prozori su iz otklopnih pretvoreni u klizne, dok je jedino zadržan istovjetni oblikovni horizontalni i vertikalni raster staklenih polja. Nažalost, i ovo rješenje je doživjelo sličnu sudbinu kao i prethodno jer su tijekom vremena i s ove

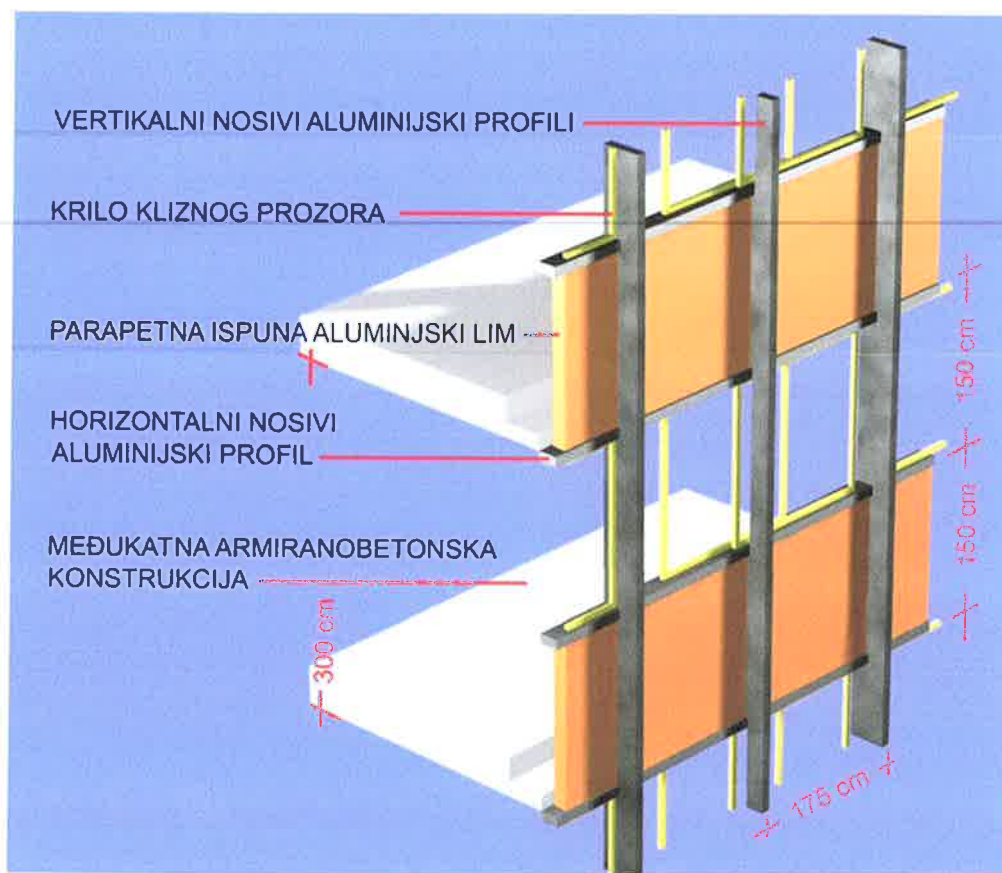
fasade otpadali dijelovi prapetnih obložnih limova, čiji su nedostaci vidljivi i danas.

5. ARHITEKTONSKO – GRAĐEVINSKO RJEŠENJE STAKLENOG PROČELJA

5.1. PREGLED I OCJENA STANJA POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE STAKLENOG PROČELJA

Stakleno-aluminijsko pročelje obuhvaća gotovo cjelokupnu površinu pročelja zgrade (72%), tek su manji dijelovi na užim zabatnim stranicama izvedeni od armiranog betona s kamenom oblogom, stoga je aluminijsko pročelje bitan dio konstrukcije nebodera.

Izvedeno je od primarnih nosivih vertikalnih kontinuiranih aluminijskih profila u rasteru od 175 cm, ovješnih na međukatne armirano betonske ploče putem čeličnih sidara. Horizontalna polja prozora i parapetnih ispuna formirana su sekundarnim horizontalnim profilima ovješnim na vertikalne profile u rasteru od 150 cm. Horizontalni profili ujedno su i vodilice i nosivi element kliznih prozora. Ispod prozora nalazi se polje parapeta koje pokriva i međukatnu konstrukciju, a izvedeno je kao višeslojna konstrukcija termoizolatora - kamene vune u sredini presjeka i aluminijskih završnih limova s vanjske i unutrašnje strane.



-detalj postojećeg stakleno-aluminijskog pročelja „Jadran“ nebodera

Po pitanju termičkih karakteristika profili nosive aluminijske konstrukcije, vertikalni i horizontalni, izvedeni su kao „hladni“ profili, bez prekinutih toplinskih mostova.

Pregledom stakleno-aluminijskog pročelja na terenu utvrđeno je relativno dobro stanje osnovne nosive konstrukcije, čeličnih sidara, vertikalnih i horizontalnih osnovnih nosivih aluminijskih konstruktivnih elemenata, gotovo bez vidljivih tragova starenja i deformacija.

- čelično sidro, veza ab konstrukcije
i nosivog al profila



- vanjski vertikalni al profil



- ugao pročelja s vidljivim podnim
kanalom za instalaciju ventilacije

- spoj vertikalnog i horizontalnog
al profila



Sustav kliznih prozora je u nešto lošijem stanju u pogledu funkcioniranja, pokretljivosti krila, funkcioniranja mehanizama zatvaranja, brtvljenja. Prozorska krila također su izvedena od „hladnih“ profila bez prekida toplinskog mosta, s ostakljenjem izo-staklom na kojima je vidljivo propuštanje zraka i vlage u međuprostor stakala, te se djelomično gubi providnost.

Najveći problem staklenog pročelja je sigurnosni, a nalazi se u parapetnom dijelu višeslojne konstrukcije, koja pod djelovanjem atmosferskih prilika, prvenstveno vjetra, korozije, zamora materijala, pokazuje slabljenje veze između vanjskih završnih limova i aluminijskih nosivih profila, te u krajnjem slučaju dolazi do odvajanja - otpadanja vanjskih obložnih limova neposredno u okoliš zgrade. Dodatni problem u tom slučaju je i prodor vlage unutar višeslojne konstrukcije panela kao i daljnje slabljenje preostalih elemenata parapeta, te dodatno smanjenje toplinskih izolacijskih karakteristika, uz manje bitan, ali narušen izgled cjelokupne građevine.



Pored navedenog važno je naglasiti da postojeće rješenje staklenog pročelja ne sadrži nikakvo rješenje zaštite od prekomjerne insolacije u ljetnom režimu korištenja, već su pojedini suvlasnici samostalno ugrađivali s unutrašnje strane različite varijante žaluzina, brisoleja, zavjesa i slično. Postojeća stakla su neutralne boje, potpuno providna, bez refleksijskih premaza. Nedostatak kvalitetnog rješenja zaštite od upada sunčevih zraka i rješenja s unutarnjim sjenilima ima za posljedicu da sunčeva energija u cijelosti prolazi kroz prozorsko staklo i zaustavlja se tek u unutrašnjem prostoru, što uzrokuje efekta staklenika, gdje se sunčeva energija akumulira u unutar hlađenog radnog prostora, a čime se posljedično poništavaju efekti hlađenja, te se stvara neugodna mikroklima za rad i boravak.

Sukladno gore navedenoj analizi problematika se može sumirati u 3 bitne točke:

- ***Sigurnost korištenja***

Zbog višegodišnje izloženosti atmosferilijama i pod utjecajem vjetra došlo je do otpadanja elemenata fasade - parapetnih obložnih vanjskih limova velikih dimenzija (cca 170x130 cm), koji predstavljaju neposrednu opasnost kako za korisnike zgrade, tako i za prolaznike i javni promet koji se odvija na prometnicama uz zgradu.

- ***Smanjena kvaliteta mikroklimatskih uvjeta unutar korisničkih prostora***

Uvjetovano lošim fizikalnim svojstvima staklenog pročelja, koje se očituje kroz nedostatak kvalitetne toplinske zaštite, prekomjerne insolacije južno orijentiranih prostorija, zrakopropustnosti kliznih prozora, te nemogućnost sprečavanja stvaranja kondenzacijske vlage unutar elemenata konstrukcije. Usporedo s današnjim standardima u projektiranju, ionako loša fizikalna svojstva postojećeg staklenog pročelja dodatno su pogoršana dotrajalošću svih elemenata konstrukcije pročelja (zamagljen međuprostor dvostrukih stakala, dotrajale brtve na kliznim elementima, poluispravan okov prozorskih krila, otpali - nedostajući elementi parapetnog dijela ...itd). Problem je posebno naglašen zbog neposredne izloženosti zgrade intenzivnim lokalnim prevladavajućim vjetrovima, bure (sjevero-istok) i juga (jugo-istok), koji dosežu brzine i do 150 km/h. Iz svih navedenih razloga jasno je da je za održavanje optimalnih mikroklimatskih uvjeta potreban bitan angažman sustav grijanja i hlađenja ovisno o godišnjem dobu i orijentaciji radnih prostora unutar zgrade.

- ***Visoki troškovi grijanja i hlađenja***

Iz gore navedenih razloga, neučinkovite zaštite staklenog pročelja koje prevladava kao omotač zgrade logično je da je utrošak energije za održavanje mikroklimatskih uvjeta grijanja i hlađenja povećan.



5.2. PRIJEDLOG SANACIJE

Prema izvadku iz „Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama“, N.N. 110/08, 89/09, vidljiva je maksimalna dozvoljena vrijednost koeficijenta prolaska topline U , a koja uvjetuje odabir aluminijskih profila, nosivih i prozorskih, kao i vrstu stakla, te parapetne ispune, što se u sljedećim člancima propisa i navodi:

Članak 31.

(1) Tehnički zahtjevi za racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu koje treba ispuniti prilikom projektiranja rekonstrukcije postojećih zgrada određuju se za slučajeve rekonstrukcije:.....3. kojom se obnavljaju samo pojedini građevni dijelovi zgrade iz omotača grijanog dijela zgrade na površini većoj od 25 %,

Članak 32.

(3) Prilikom rekonstrukcije postojećih zgrada iz članka 31. stavka 1. točke 3. ovoga Propisa, koeficijent prolaska topline, U [$W/(m^2 \cdot K)$], čitavog građevnog dijela na kojem je proveden građevinski zahvat ne smije biti viši od vrijednosti utvrđenih u tablici 5. iz Priloga »C« ovoga Propisa.

Redni broj	Građevni dio	U [$W/(m^2 \cdot K)$]
		$\Theta_i \geq 18^\circ C$
2.	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	1,80

Iako je namjera i zahtjev naručitelja da se izvrši parcijalna sanacija, odnosno pronađe način sanacije koji će postojeće stakleno pročelje zadržati i uz minimalno potrebne zahvate dovesti u stanje koji bi se eliminirali svi gore utvrđeni problemi, nažalost takvo rješenje nije moguće. Opravdan razlog takvom zahtjevu je između ostalog i uvjet da svi radni prostori unutar zgrade ostanu u funkciji dok traje sanacija. Nažalost tom zahtjevu se ne može udovoljiti, a iz sljedećih bitnih razloga:

- zamjena samo pojedinih segmenata, npr. prozorskih krila i parapeta ne rješava u cijelosti pitanje toplinske izolacije, osnovni nosivi profili i dalje ostaju bez izolacije, a zakonski uvjet je da se prilikom rekonstrukcije kao što bi bila ova moraju postići minimalne U vrijednosti 1,80 $W/(m^2 \cdot K)$, koje ju ovoj varijanti ne mogu ispuniti
- dodavanje novog staklenog omotača oko postojećeg bi povećalo gabarit cjelokupne zgrade i promijenilo odnos s kamenim dijelom pročelja što bi bitno utjecalo na oblikovni arhitektonski izraz, koji je kao takav pod zaštitom kao kulturno dobro. Dodatno opterećenje nosive konstrukcije zgrade bez uklanjanja postojećeg pročelja je upitno i iz statičkih razloga koja, iako nije dostupna projektna dokumentacija, zasigurno nije proračunata da podnose dodatno opterećenje

- povećanje ukupnog opterećenja na nosivu armirano betonsku konstrukciju zgrade, a čiju nosivost nije moguće utvrditi zbog nedostatka dokumentacije

Ukratko, zbog specifičnosti tehničke izvedbe postojeće konstrukcije pročelja i njenih toplinskih karakteristika parcijalna sanacija nije opravdana, već se predlaže kompletna zamjena novim rješenjem.

varijanta 1

Racionalno rješenje predviđa primjenu tzv. „kontinuirane fasade“, sustav aluminijskih nosivih profila i ispuna staklenim poljima, slično kao i postojeće pročelje, kod kojeg su vidljivi aluminijski profili s vanjske strane na spojevima ostakljenih polja, međutim uz primjenu aluminijskih profila s prekinutim toplinskim mostovima, a kako bi se osigurala primjerena toplinska zaštita, dok bi se primjenom kvalitetnog ostakljenja omogućila zaštita od prekomjerne insolacije u ljetnom periodu, a u zimskom periodu smanjio gubitak topline. Takvo rješenje zadovoljava današnje zakonske uvjete u pogledu postizanja toplinskih parametara zaštite, te je njegov ukupni koeficijent prolaska topline $U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (max dozvoljeni = $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Važno je napomenuti da uz primjenu učinkovitog sustava ventilacije s rekuperacijom zraka, kao i sustava grijanja i hlađenja, potreba za izvedbom prozorskih krila nestaje, što je i današnja praksa u svijetu kod ovakvih tipova zgrada, međutim ipak predlažemo da zbog psihološkog efekta korisnika se i dalje zadrži mogućnost otvaranja prozora kao je to i danas. Horizontalni i vertikalni raster, odnosno dimenzija polja pročelja zadržala bi se istovjetna današnjoj kako bi se zadovoljili budući konzervatorski uvjeti zaštite arhitektonskog izraza. Sustav prozora u predloženoj varijanti bi bio „na izbačaj“ u odnosu na današnje klizne, što znači da bi se otvarali oko gornje horizontalne osi, prema vanjskom prostoru. Obzirom da takvi sustavi otvaranja moraju podnijeti težinu prozorskog krila koje bi u ovom slučaju bilo relativno veliko $175 \times 150 \text{ cm}$, bitno utječu na cijenu i jednostavnost korištenja, te se iz tog razloga predlaže da se unutar jednog polja rastera predvidi manja dimenzija krila, dok bi drugi dio ostao fiksni. Ostakljenje ovih površina, prozorskih i fiksnih dijelova iz sigurnosnih razloga bi se predviđjela u izvedbi dvostrukog izolacijskog stakla, od čega je vanjsko kaljenog minimalne debljine 8 mm sa „stopsol“ reflektirajućim premazom, zatim 16 mm zračni prostor ispunjen plinom argonom, te unutrašnjeg običnog lameliranog stakla deb. 6 mm sa low-e premazom.

Parapetni dio pročelja izveo bi se kao višeslojna konstrukcija debljine $10\text{--}12 \text{ cm}$, pri čemu je vanjski sloj kaljeno staklo, emajlirano s unutrašnje strane u boju po želji, srednji sloj je toplinska izolacija, te prema prostoru unutrašnjem prostoru završni aluminijski lim.

U odnosu na postojeće rješenje pročelja, ovaj sustav se razlikuje u potpunoj toplinskoj izoliranosti, djelomičnom smanjenju insolacije, te bolje brtvljenje prozorskih elemenata.



Montaža ovakvog sustava staklenog pročelja izvodi se u potpunosti na samoj zgradi gdje se nakon uklanjanja postojećeg pročelja prvo postavljaju nosivi aluminijskih profili, te se naknadno ostakljuju. Prilikom montaže nužna je fasadna skela.

- primjer „kontinuirane fasade“ sa stopsol i low-e premazom i otklopnim prozorima na izbačaj, Javni bazen, Korčula



- primjer rekonstrukcije nebodera u Zagrebu na Trgu Bana Jelačića „kontinuiranom fasadom“ sa toniranim staklima i otklopnim prozorima na izbačaj i unutrašnjom zaštitom rolo zavjesa

varijanta 2

Druga varijanta koju treba uzeti u obzir je „element fasada“, tip staklenog pročelja koje se razlikuje od prethodnog po tome što se gotovi ostakljeni fasadni elementi pripremaju radionički, te na gradilište dolaze kao gotove ostakljene plohe katne visine sa ugrađenim prozorima, parapetnim ispunama i fiksnim ostakljenim dijelovima, što je čini jednostavnijom i bržom za montažu u odnosu na prethodnu varijantu. Ova varijanta je preciznija u izradi, postiže bolje toplinske karakteristike, te bitno skraćuje rok izvedbe, uz nešto višu cijenu u odnosu na prethodnu varijantu. Ostakljenje i dijelovi parapetnih konstrukcija, kao i sustav prozora istovjetan je prethodnoj varijanti.

Pored fasadne skele za montažu ovog sustava potrebna je kranska dizalica.



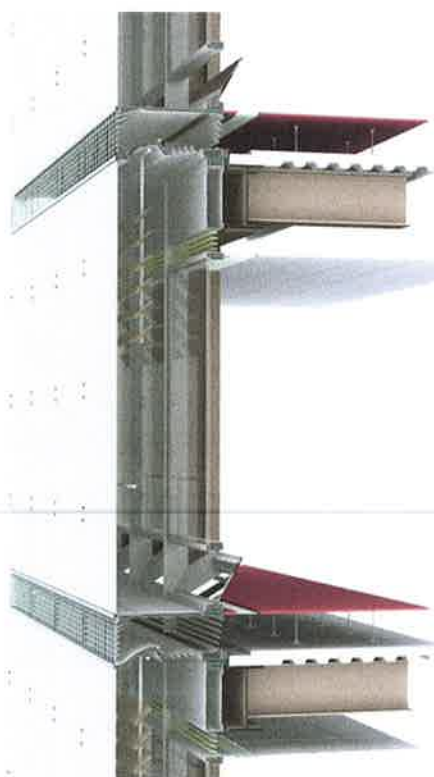
- *primjer „element fasade“,
Zagreb, Green Gold trgovački centar*

varijanta 3

Treća varijanta koja se mora spomenuti je niskoenergetska izvedba, odnosno stakleno pročelje čije je ukupni koeficijent prolasku topline $U < 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Da bi se postigle takve niske vrijednosti potrebna je primjena posebnih aluminijskih profila s dodatnom toplinskom izolacijom i ostakljenjem trostrukim izolacijskim staklom. Izvodi se u raznim varijantama dvostrukih sustava gdje je primarni sličan jednoj od prethodne dvije varijante, dok je sekundarni ustvari dodatni vanjski plašt od jednostrukog stakla u čiji se



međuprostor ugrađuju složeni sustavi zaštite od sunce, uglavnom elektronski upravljani uz često nedostatak klasičnih prozora zbog stroge kontrole klimatiziranog unutrašnjeg zraka. Ovakvi sustavi su visoko energetske učinkoviti u svim režimima korištenja i omogućavaju realno velike uštede na energentima, međutim uz višestruko veću cijenu u odnosu na prethodne varijante.



- Sveučilišna knjižnica u Splitu



6. PRIMJENA FOTONAPONSKIH PANELA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE



Trendovi razvijenih zemalja svijeta u racionalnom korištenju energije kod eksploatacije zgrada započeli su sa primjenom i kod nas, te je posljednjih godina prisutan poticaj privatnim investitorima za ugradnju fotonaponskih sustava za proizvodnju električne energije, koja se subvencionira kroz otkup proizveden energije od strane lokalnog energetske operatera HEP-a. Prvotno visoke otkupne cijene tako proizvedene energije potakle su pravi trend u ponudi na lokalnom tržištu fotonaponskih sustava, čija je cijena sukladno svjetskim tržištima u stalnom padu. Prošle godine, kao i ove godine,

snižena je i cijena otkupa energije, te je amortizacija kod ulaganja u takav sustav produžena u odnosu na početnu. Međutim, bez obzira na današnje lošije uvjete investiranja i dalje je situacija da se godišnje predviđene ukupne kvote o ukupnoj otkupnoj količini alternativno proizveden energije, na razini države, brzo ispune, što pokazuje daljnji interes u investiranje fotonaponskih sustava. Iako još uvijek ekonomski opravdano ulaganje u takvu infrastrukturu neizvjesno je da li će takvi tržišni uvjeti opstati i narednih godina.

U konkretnom slučaju „Jadran“ nebodera može se kalkulirati s ugradnjom fotonaponskih panela u parapetnim poljima pročelja i eventualno u fiksnim dijelovima prozorskih polja gdje se su moguće varijante potpunog zatvaranja pogleda ili primjena transparentnih fotonaponskih panela.

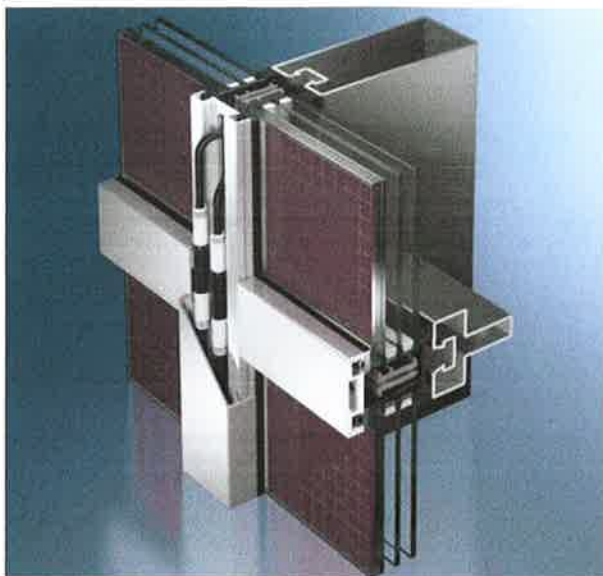
Obzirom na današnja tehnička rješenja fotonaponskih panela važno je spomenuti dva tipa panela. Prvi su izvedeni od mono ili polikristala koji su efikasniji u proizvodnji el. energije kod optimalnog upada sunčevih zraka,



nešto više cijene u nabavi, međutim neefikasni u zasjenjenim područjima i osjetljivi na visoke temperature, kada bitno pada njihova učinkovitost, do 20%. Izgledom podsjećaju na ledenu strukturu tamnih boja u obliku sača, s vidljivim crtama pojedinih ćelija.

Drugi tip su paneli od tankih filmova, („thin film“), nešto niže cijene, ujednačenog neutralnog izgleda poput bojane površine, energetski manje učinkoviti od prethodnih, međutim manje osjetljivi na visoke temperature i energetski učinkoviti i u zasjenjenim područjima.

Za konkretnu primjenu preporuka bi išla svakako za drugi tip panela od tankih filmova iz razloga utjecaja visokih temperatura, estetskih razloga - ujednačenog izgleda i efikasnosti na ostalim pročeljima osim južnog.



Međutim, kada se uzme u obzir da je cijena ovakvih specifičnih fasadnih sustava je još uvijek relativno visoka, što zbog samog tipa panela, što zbog specifičnih, vanstandardnih dimenzija panela koji se moraju ugraditi u zadani raster pročelja, te smanjenu efikasnost zbog vertikalne ugradnje panela u odnosu na optimalni nagib, postaje upitna financijska opravdanost investicije čak i uz današnje uvjete državnih potpora.

Prosječne, uobičajene proizvođačke garancije normiraju da će panel proizvoditi 90% deklarirane energije kroz prvih 10 godina, 80% kroz sljedećih 10 godina, uz maksimalni životni vijek panela od 30-35 godina. Garancija na prateću opremu, invertera i ostalog je kraća i traži češća održavanja - zamjene.

U slučaju „Jadran“ nebodera važno je i napomenuti da prilikom odluke o primjeni solarnih sustava treba voditi računa i o oblikovnim posljedicama ugradnje panela na samo jedno ili dva pročelja nebodera čime bi se dobio neujednačen i nesimetričan izgled, suprotan današnjem i izvornom.

Današnje tehnologije fotonaponskih sustava omogućavaju i aplikaciju poluprovodnih panela na prozorske dijelove, prihvatljive estetske komponente i umanjene efikasnosti u proizvodnji el. energije zbog poluprovodnosti. Isto se može koristiti kao arhitektonski element, iako smo stava da vizure iz radnih prostora nebodera treba sačuvati kao rijetku prednost ovih poslovnih prostora.



Prilikom odluke o odabiru pročelja sa integriranim fotonaponskim panelima preporuka je da se sustav solarnih panela bude kompatibilan s sustavom staklenog pročelja u koje se ugrađuje, odnosno da je sustav panela sastavni dio jamstva proizvođača cjelokupnog pročelja. Za takve panele vrijede sve mjere u pogledu ispunjavanja sigurnosnih odredbi kao i za stakleno pročelje, te se budući izvođač mora obvezati jamstvom za cjelokupan proizvod staklenog pročelja zajedno sa solarnim panelima. Ne preporuča se dobava dijelova pročelja od različitih proizvođača prilikom čega cjelina nije pokrivena jamstvom.

Približni proračun primjene panela u varijanti postave na južno, istočno i zapadno pročelje

Važna napomena se odnosi na iskazanu cijenu fotonaponskog sustava prema proizvedenom kWh električne energije, koja je viša zbog neoptimalne postave panela (vertikalni postav, istočno i zapadno pročelje) čime je smanjen tvornički deklariran učinak panela.

- Površina parapeta za postav panela, jug $P = 325 \text{ m}^2$
+ istok i zapad $P = 170 \text{ m}^2$, iznosi ukupno $P \sim 500,00 \text{ m}^2$
- maksimalna snaga elektrane
za površinu od $\sim 500 \text{ m}^2$ iznosi $\sim 30,00 \text{ kWh}$
- maksimalna godišnja proizvodnja iznosi $30.000,00 \text{ kWh/god}$
- **cijena sustava** $\sim 3.000,00 \text{ E/kWh}$
 $3.000,00 \text{ E/kWh} \times 30,00 \text{ kWh}$ **$\sim 90.000,00 \text{ EUR}$**
 $(675.000,00 \text{ kn})$
- otkup HEP $2,23 \text{ kn/kWh}$ (za sustave $< 30 \text{ kWh}$)
 $2,23 \text{ kn} \times 30.000,00 \text{ kWh/god}$ $\sim 67.000,00 \text{ kn/god}$
- **rok otplate** investicije kroz otkup HEP-a
 $675.000,00 / 67.000,00 / 12 \text{ mjeseci}$ **$\sim 10 \text{ godina}$**

7. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA I UTJECAJ RADOVA NA UNUTRAŠNJE PROSTORE

Prvotna ideja naručitelja da se izvrši parcijalna sanacija postojećeg pročelja ili se izvrši dogradnja novog pročelja preko postojećeg proizašla iz namjere neometanog korištenja radnih prostora tijekom radova sanacije, ipak nije moguća. Kako je već navedeno ranije, jedina varijanta sanacije odnosi se na zamjenu postojećeg pročelja, što neminovno podrazumijeva demontažu postojećeg pročelja i montažu novog. Međutim, i u tom slučaju nije nužno istovremeno uklanjanje cjelokupnog pročelja, pa tek onda montaža novog, već bi se radovi odvijali parcijalno po etažama i pročeljima, što donekle omogućava „velikim“ uredima da se sele s jedne strane na drugu, odnosno, da dio prostora bude ipak u funkciji. Kod „manjih“ ureda prestanak rada dok traje zamjena na toj etaži je neophodan. Ovisno o odabiru tipa fasade, „kontinuirana“ ili „element“, rok zamjene može biti duži ili kraći, u prosjeku 10-15 dana po etaži, a vremenski period radova je optimalan tijekom ljeta za vrijeme godišnjih odmora i relativno stabilnih meteoroloških uvjeta.

Također, prilikom zamjene, nužno je izvesti i radove u unutrašnjem prostoru, a koji su u kontaktu s pročeljem, parapeti, zidovi, podovi i stropovi. Opseg tih radova individualan je i ovisan o današnjim intervencijama u pojedinim uredima.

Dodatno, ovakva vrsta sanacije pročelja zahtjeva postavu fasadne skele na cijelom objektu, a u slučaju „element“ fasade i primjenu kranske dizalice, što naravno ima utjecaj na ukupnu cijenu.

8. ARHITEKTONSKO OBLIKOVANJE:

Kako je već rečeno, „Jadran“ neboder nalazi se pod zaštitom ministarstva kulture, kao kulturno dobro grada Splita i arhitektonsko nasljeđe arhitekta Lovre Perkovića. Bitni arhitektonsko - oblikovni elementi njegove arhitekture je primjena stakla i kamena na pročelju, njihov oblikovni međuodnos, te ukupni gabariti i proporcije građevine. Zamjenom stakleno-aluminijskog pročelja zadržali bi se svi navedeni elementi uz obvezu poštivanja horizontalnog i vertikalnog rastera staklenih polja prozora i parapeta, što je moguće ispuniti odabirom „kontinuirane“ ili „element fasade“. Iznimka je kod primjene „niskoenergetske fasade“, koje je zbog tehnološke složenosti većeg poprečnog presjeka, čime bi se poremetio odnos kamenog i staklenog djela pročelja, odnosno kamene plohe istočnog i zapadnog pročelja bi ostale upuštene u stakleni volumen, za razliku od današnje obrnute situacije.

Još jedna karakteristika današnjeg izgleda staklenog pročelja su naglašene vertikale aluminijskih profila, izvedene tako iz isključivo oblikovnih razloga. Pretpostavka je da je uzrok tog oblikovnog elementa proizašao iz kopiranja detalja prvotnog, već zamijenjenog pročelja iz 60.-ih godina, čije su vertikale bile naglašene kao posljedica tehničkog rješenja uklapanja vanjskih horizontalnih brisoleja.

Iz tog razloga, stava smo da nije nužna obnova pročelja s naglašenim vidljivim profilima, već je dovoljno poštivanje postojećeg horizontalnog i vertikalnog rastera.

Danas vidljiva horizontalna podjela zona prozora i limenih parapeta novim rješenjem koje bi u cijelosti bilo stakleno može se reproducirati samo različitim nijansama boje za prozore u odnosu na parapete.

Ipak konačnu odluku treba prepustiti budućem projektantu odgovornom za rješenje sanacije i nadležnom Konzervatorskom uredu.

Mogući problem arhitektonskog oblikovanja i zadovoljavanja budućih konzervatorskih smjernica može predstavljati primjena fotonaponskih panela koji nemaju mogućnost polikromatskog odabira, jer je današnja ponuda „thin film“ panela ograničena na svega 2 moguće boje, smeđu i crnu, te uz postavu na samo jedno (južno) pročelje, vjerojatno neće rezultirati oblikovno prihvatljivim rješenjem, dok primjena na svim pročeljima nema ekonomsku opravdanost.

9. UPRAVNI POSTUPAK

Iako je nedugo na snazi Izmjena i dopuna „Pravilnika o jednostavnim građevnima i radovima“ N.N. 81/2012, čijim se člankom br.3.

„Bez akta kojim se odobrava građenje i lokacijske dozvole, a u skladu s glavnim projektom ili tipskim projektom za kojega je doneseno rješenje na temelju članka 196. Zakona o prostornom uređenju i gradnji, mogu se izvoditi radovi na:.....

4. Postojećoj zgradi kojim se dodaju, obnavljaju ili zamjenjuju dijelovi zgrade koji su dio omotača grijanog ili hlađenog dijela zgrade ili su dio tehničkog sustava zgrade, kao što su prozori, vrata ili prozirni elementi pročelja....“,

dopušta ovakva vrsta sanacije bez provedbe upravnog postupka, odnosno ishoda bilo kakve vrste dozvola za gradnju, već je sanacija moguća samo temeljem izrađenog Glavnog projekta od strane ovlaštene osobe, naša je preporuka da se ipak zbog veličine zahvata i intervencije u unutrašnjim radnim prostorima, ishodi Potvrda glavnog projekta, sukladno *“Zakonu o prostornom uređenju i gradnji“* N.N. 76/07, 38/09, 55/11, 90/11, 50/12.

Glavni projekt zato mora obuhvatiti osim samog tehničkog - tehnološkog rješenja i arhitektonsko rješenje, statički proračun stabilnosti, proračun fizikalnih svojstava, mjere za provedbu zaštite na radu i zaštitu od požara.

10. PROCJENA MOGUĆNOSTI IZVEDBE JEDINSTVENOG SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA SA MOGUĆNOŠĆU INDIVIDUALNOG UPRAVLJANJA POJEDINIH KORISNIKA

Postojeći termoenergetski sustav „Jadran“ nebodera je neučinkovit, dotrajavao i kao takav dalje gotovo neupotrebljiv.

Sanacijom pročelja nebodera i usklađivanjem sa važećim propisima o očuvanju energije stvorili bi se uvjeti za realizaciju novog racionalnog rješenja instalacije grijanja i hlađenja.

Novo rješenje instalacije klimatizacije (grijanje i hlađenje) izvelo bi se primjenom VRV sustava (Variable Refrigerant Volume) sa reverzibilnim dizalicama topline zrak/zrak inverterske tehnologije.

Predloženo rješenje je krajnje racionalno i fleksibilno jer omogućava:

- jednostavno povećanje kapaciteta širenjem instalacije dodavanjem novih vanjskih jedinica (modula) koji se smještaju u vanjski prostor.
- kao pogonski energent koristi se električna energija
- visoki toplinski množitelj ($COP \geq 4$, za $t_{v.zr.}=7^{\circ}C$) sa minimalni pogonskim troškovima
- nepotreban prostor strojarnice
- veliki izbor unutrašnjih klima jedinica koje se mogu prilagoditi svakom uređenju prostora
- mogućnost egzaktnog mjerenja utroška topline i razdiobe troškova pogona
- postojeći samostalni sustavi ostaju u funkciji sa mogućnošću naknadnog priključenja
- mogućnost povezivanja na zajednički centralni sustav upravljanja i nadzora građevine

Novo pročelje trebalo bi imati jedan min. broj prozora sa mogućnošću otvaranja, više iz psiholoških razloga, tj. osjećaja osoba koji borave u prostoru.

Prisilna izmjena zraka - ventilacija, istovremenim ubacivanjem obrađenog zraka i odsisom, osigurala bi se preko centralne ventilacione komore sa rekuperatorom, smještene na krovu ili u prostorima sadašnjih strojarnica.

Razvod zraka izveo bi se kanalima od čeličnog pocinčanog lima i Al-istrujnih rešetki, putem postojećih vertikalnih kanala - šahtova uz okno dizala, dok bi se horizontalni razvod rješavao kroz spuštene stropove svake od etaža.

Ovisno o planiranom stupnju rekonstrukcije građevine proizašli bi i dodatni troškovi na radovima interijera i vođenja kanalskog raspleta, a posebno je moguće očekivati značajne troškove na usklađivanju sa novim sigurnosno-protupožarnim uvjetima.

EKONOMSKA PROCJENA ZA SVE FAZE REALIZACIJE

Procjena vrijednosti sustava stakleno-aluminijskog pročelja temelji se na prikupljenim ponudama s tržišta u Hrvatskoj i drugih dostupnih podataka. U usporedbi s cijenama unutar Europske unije cijene u Hrvatskoj su ipak nešto niže. Razlog tome su vjerojatno stroži kriteriji po pitanju ispunjavanja fizikalnih svojstava odnosno postizanja veće toplinske izolacije, kroz zadovoljavanje koeficijenta prolaska topline U , koji u Hrvatskoj iznosi $U_{max} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, a čije postizanje neposredno utječe na vrstu aluminijskih profila i stakla, a samim tim i na cijenu.

Dakle pregled cijena prema navedenim tipovima staklenog pročelja bio bi sljedeći:

varijanta 1) „kontinuirana fasada“ **~250-270 EUR/m²**

- racionalno ekonomsko rješenje
- $U \sim 1,7 \text{ W/m}^2$, duži rok montaže
- ukupna cijena
 $2700 \text{ m}^2 \times \sim 250 \text{ EUR/m}^2 = \sim 675.000,00 \text{ EUR}$

varijanta 2) „element fasada“ **~310-350 EUR/m²**

- optimalno ekonomsko - tehničko rješenje
- $U \sim 1,5 \text{ W/m}^2$, najkraći rok montaže
- ukupna cijena
 $2700 \text{ m}^2 \times \sim 310 \text{ EUR/m}^2 = \sim 945.000,00 \text{ EUR}$

varijanta 3) „niskoenergetska fasada“ **~500-800 EUR/m²**

- visoka početna cijena, povrat kroz eksploataciju zbog uštede na troškovima energenata
- $U < 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ukupna cijena
 $2700 \text{ m}^2 \times \sim 500 \text{ EUR/m}^2 = \sim 1.350.000,00 \text{ EUR}$

Dodatni troškovi :

- izrada projektne dokumentacije ~2% investicije ~20.000,00 EUR
- trošak građevinske skele ~20.000,00 EUR
- demontaža postojećeg pročelja ~50.000,00 EUR
- radovi na uklapanju interijera ~50.000,00 EUR

Alternativni troškovi :

- fotonaponski sustav (90.000,00 EUR - PDV) ~72.000,00 EUR
- VRV sustav klimatizacije ~150.000,00 EUR
- ventilacija ~100.000,00 EUR
- interijerski radovi vezani uz radove ventilacije ~50.000,00 EUR

napomena: - sve cijene su izražene bez PDV-a

Procjena ušteda na troškovima grijanja i hlađenja :

- ovisno o sustavu grijanja i hlađenja, sadašnje stanje
ili racionalna izvedba VRV centralnog sustava,
godišnje uštede za cijelu zgradu,
nakon zamjene stakleno-aluminijskog pročelja,
mogu varirati između **10.000,00 - 20.000,00 EUR/god**

- *za usporedbu, tabelarni prikaz cijena stakleno -aluminijskih pročelja ovisno o tipu u Velikoj Britaniji*

	Solution	Comments	Cost range
1	Fully glazed curtain walling solution with glass 'fronted' spandrel panels (back painted glass or shadow boxes) effectively reducing vision area. Insulated glass units (IGU's) with high performance (HP) coating, 'g' values likely to be below 0.25	Cost effective solution, however daylight quality impact upon occupants and thus potential negative impact upon marketability of the asset	£600 - £650/m ²
2	Variation on a theme of 1, however introduction of more solidity reduces effective area of vision area, which paradoxically does not need to achieve same control performance and thus could enable a higher ratio of natural light to enter the floor space	Solid areas could be glass as 1 or with an alternative 'rain screen' material for Architectural Intent purposes. Solid areas generally attract a higher cost premium compared to glass. No significant cost change for different HP coated glass	£650 - £750/m ²
3	Opportunity to introduce fixed (static) external shading, either with or without additional solid 'panels.' Vertical shading to east and west oriented elevations, horizontal to south elevation. HP glass still required but again opportunities for higher ratio of natural light	Added cost for shading, deeper façade 'zone' so impact on efficiencies unless 'air rights' can be purchased. Fixed shading visual impact on occupants irrespective of light conditions. Possible impaired access to glass for cleaning and glass replacement. Damage risk from cleaning cradle. Wind noise risk, exacerbated for high rise	£700 - £850/m ²
4	Double skin 'narrow depth' ventilated cavity curtain wall. Depth identical to double glazed solutions as 1-3. Motorised Venetian or roller blinds in the cavity delivers 'g' value of circa 0.12 when blinds are down and maximises light transmittance when sun has moved around the building. Examples include The Shard at London Bridge	Added cost for additional glass 'skin.' Single glazed outer surface, double-glazed inner surface. One skin must be openable for cleaning and maintenance access to cavity, estimated as once a year. If opening to inside, landlord access to tenant space and necessity to leave accessible space between any desks and the curtain walling. Added cost in the MEP budget for electrical and BMS supply to the blinds, including connections, control panels, etc	£800 - £950/m ²

11. ZAKLJUČAK I PREPORUKE

Stakleno-aluminijsko pročelje poslovnog nebodera je u relativnom lošem stanju, te osnovni razlozi njene sanacije su sigurnosni, dok će se posljedično riješiti i svi ostali problemi vezani nju. Nažalost, djelomična sanacija nije moguća, već je jedino ispravno rješenje zamjena cjelokupnog sustava aluminijski profila, ispuna i prozora.

Preporučeni sustavi su i „kontinuirana“ i „element fasada“ ovisno o željenom efektu i brzini montaže, tehnički oba ispunjavaju sve potrebne parametre suvremenog pročelja, te se odabir svodi na odabir prema prioritetima.

Ideju o primjeni fotonaponskih sustava moguće je realizirati, prvenstveno na južnom pročelju u zoni parapetnih obloga, dok je alternativna postava moguća na istočnom i zapadnom pročelju. Zbog primjene specifičnih panela po tipu i dimenzijama, te smanjenoj učinkovitost zbog vertikalnog postava cijena takvih sustava je relativno visoka, te uz primjenu današnjih subvencija još uvijek upitne isplativosti, jer se rok otplate investicije proteže na više od 10 godina.

Zamjenom postojećeg pročelja novim energetske efikasnijim ostvarila bi se bitna ušteda na troškovima energije potrebnim za grijanje i hlađenje, te uz primjenu suvremenih VRV klimatizacijskih sustava mogla bi se očekivati znatne uštede na troškovima energenata.

Obzirom na trendove u Europi i svijetu u pogledu smanjenje potrošnje energije, odnosno povećanja energetske učinkovitosti, povremeno su prisutni i na našem tržištu poticaji Europske unije za potporu ovakvih projekata, gdje se putem banaka subvencioniraju bilo bespovratna sredstva ili krediti s povoljnim uvjetima, koji obuhvaćaju faza projektiranja do faza izvođenja. Stoga je preporučljivo ispitati i ove mogućnosti, kojim bi se bar dijelom umanjili ovako visoki troškovi zahvata.

Bojan Jurić, dipl.ing.arh.

Popis zakonske regulative

Zakon o prostornom uređenju i gradnji, N.N. 76/07, pdf, 38/09, 55/11, 90/11, 50/12

Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, N.N. 79/05, 155/05, 74/06

Zakon o građevnim proizvodima, N.N. 86/08, 25/13

Tehnički propis o sustavima ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije zgrada, N.N. 03/07

Tehnički propis o sustavima grijanja i hlađenja zgrada, N.N. 110/08

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, N.N. 110/08, 89/09

Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima, N.N. 21/09, 57/10, 126/10, 48/11, 81/12