

Ventilirani fasadni sustavi

Beljak, Elena

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:703906>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-05**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Elena Beljak

VENTILIRANI FASADNI SUSTAVI

ZAVRŠNI ISPIT

Zagreb, godina 2024.



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Elena Beljak

VENTILIRANI FASADNI SUSTAVI

ZAVRŠNI ISPIT

Mentor: Nikolina Vezilić Strmo

Zagreb, godina 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Elena Beljak

VENTILATED FACADES SYSTEM

FINAL EXAM

Mentor: Nikolina Vezilić Strmo

Zagreb, year 2024.



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet



OBRAZAC 3

POTVRDA O POZITIVNOJ OCJENI PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Student/ica :

Elena Beljak (Ime i prezime)	0082068821 (JMBAG)
---------------------------------	-----------------------

zadovoljio/la je na pisanom dijelu završnog ispita pod naslovom:

Ventilirani fasadni sustavi (Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)
--

Ventilated facade systems (Naslov teme završnog ispita na engleskom jeziku)
--

i predlaže se provođenje daljnjeg postupka u skladu s Pravilnikom o završnom ispitu i diplomskom radu Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta.

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu znanstvenog projekta: (upisati ako je primjenjivo)

 (Naziv projekta, šifra projekta, voditelj projekta)

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu stručne prakse na Fakultetu: (upisati ako je primjenjivo)

 (Ime poslodavca, datum početka i kraja stručne prakse)
--

Datum: 16.9.2024.

Mentor: izv.prof.dr.sc. Nikolina Vezilić Strmo

Potpis mentora: *N. Vezilić Strmo*

Komentor:



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet



OBRAZAC 5

IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja:

ELENA BELJAK, 0082068821

(Ime i prezime, JMBAG)

student/ica Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta ovim putem izjavljujem da je moj pisani dio završnog ispita pod naslovom:

VENTILIRANI FASADNI SUSTAVI

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristio/la drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Datum: 16. 08. 2024.

Potpis: Elena Beljak



OBRAZAC 6

IZJAVA O ODOBRENJU ZA POHRANU I OBJAVU PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Ja :

ELENA BELJAK, 49042420568

(Ime i prezime, OIB)

ovom izjavom potvrđujem da sam autor/ica predanog pisanog dijela završnog ispita i da sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti odgovara sadržaju dovršenog i obranjenog pisanog dijela završnog ispita pod naslovom:

VENTILIRANI FASADNI SUSTAVI

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

koji je izrađen na sveučilišnom prijediplomskom studiju Građevinarstvo Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta pod mentorstvom:

NIKOLINA VEZILIĆ OTROHO

(Ime i prezime mentora)

i obranjen dana:

24. 09. 2024.

(Datum obrane)

Suglasan/suglasna sam da pisani dio završnog ispita bude javno dostupan, te da se trajno pohrani u digitalnom repozitoriju Građevinskog fakulteta, repozitoriju Sveučilišta u Zagrebu te nacionalnom repozitoriju.

Datum: 16. 09. 2024.

Potpis: Elena Beljak

SAŽETAK

U ovom završnom radu kroz temu ventiliranih fasadnih sustava osim načina funkcioniranja, analizirani su i njihovi sastavni dijelovi s primjerima materijala koji su jedni od najčešćih u upotrebi. Također, provedeno je uspoređivanje ventiliranih fasada s kontaktnim fasadama koje se nazivaju ETICS sustavima. Osim navedenog predstavljene su karakteristike svakog sustava te problemi koji se mogu javiti zbog neodgovarajuće izvedbe, a koja može dovesti i do sloma čitave cjeline. Također, materijali koji se koriste za izradu imaju brojne poželjne i nepoželjne osobine koje utječu na rad i funkcioniranje sustava. Zato je vrlo bitno sagledavanje svih potrebnih čimbenika koji novi sustav treba imati kako bi on što više odgovarao potrebnim zahtjevima. Uzevši to u obzir, svakodnevno je poželjno proučavati i unaprjeđivati već poznate sustave i materijale kako bi se postigao jedan idealan, sveobuhvatan sklop koji zadovoljava ekološkim, funkcionalnim i estetskim karakteristikama.

Ključne riječi: ventilirana fasada, podkonstrukcija, izolacija, obloga, prednosti, nedostaci, ETICS

SUMMARY

In this final paper, through the topic of ventilated façade systems, not only their functioning is analyzed, but also their components with examples of commonly used materials. Additionally, a comparison between ventilated façades and contact façades, which are known as ETICS systems, is made. Besides mentioned, the characteristics of each system are presented, along with the issues that can arise from improper execution, which can lead to the failure of the entire structure. Furthermore, the materials used in the construction have numerous desirable and undesirable properties that affect the functioning of the system. Therefore, it is crucial to consider all the necessary factors that a new system should have in order to meet the required demands as much as possible. Taking this into account, it is desirable to daily study and improve already known systems and materials in order to achieve an ideal, comprehensive assembly that meets ecological, functional, and aesthetic characteristics.

Key words: ventilated facade, substructure, isolation, lining, advantages, disadvantages, ETICS

SADRŽAJ

SAŽETAK	i
SUMMARY	ii
SADRŽAJ	iii
1. UVOD	1
2. RAZVITAK I ULOGA VENTILIRANIH FASADNIH SUSTAVA	2
3. DIJELOVI VENTILIRANIH FASADNIH SUSTAVA	3
3.1. Nosivi dio	3
3.2. Podkonstrukcija	4
3.3. Toplinska izolacija	4
3.3.1. Mineralna vuna	5
3.3.2. Pjenasto staklo	6
3.3.3. Ekspandirani polistiren	7
3.3.4. Ekstrudirani polistiren	8
3.3.5. Poliuretan	9
3.4. Kišne brane	9
3.5. Ventilirani zračni sloj	10
3.6. Završna obloga	10
3.6.1. Fasadne obloge od opeke	10
3.6.2. Fasadne obloge od kamena	12
3.6.3. Fasadne obloge od keramike	13
3.6.4. Vlakeno – cementni paneli	15
3.6.5. Fasadne obloge od drveta – HPL ploče	16
3.6.6. Fasadne obloge od aluminija	17
3.6.7. Inovativne fasadne obloge koje koriste sunčevu energiju	18
4. KARAKTERISTIKE VENTILIRANIH FASADNIH SUSTAVA	20
4.1. Ponašanje ventiliranih fasadnih sustava	20
4.2. Postupak izrade ventiliranih fasada	21
4.3. Razlozi za odabir ventiliranih fasadnih sustava	21
4.4. Nedostaci ventiliranih fasadnih sustava	22
4.5. Problemi uslijed nepravilne izvedbe	22
5. PROZIRNE VENTILIRANE FASADE	24
5.1. Ugradnja dvostruke ventilirane staklene fasade	24
5.2. Vrste dvostruke ventilirane staklene fasade	25
5.3. Potpun međustakleni prostor	25
5.4. Podijeljen međustakleni prostor	26
5.5. Prednosti i nedostaci staklenih ventiliranih sustava	27

6.	USPOREDBA VENTILIRANIH FASADNIH SUSTAVA S ETICS SUSTAVIMA.....	28
6.1.	ETICS sustavi	28
6.2.	Karakteristike ETICS sustava	29
6.3.	Prednosti i nedostaci ETICS sustava	29
6.4.	Ventilirani fasadni sustavi u odnosu prema ETICS sustavima	29
7.	ANALIZA PRIMJERA GRAĐEVINA S VENTILIRANIM FASADNIM SUSTAVIMA	31
7.1.	Centar za razvoj poduzetništva – SEECCEL centar.....	31
7.2.	Harry Parker Community Boat House	35
7.3.	Olimpijska kuća.....	39
8.	ZAKLJUČAK	42
	POPIS LITERATURE	43
	POPIS SLIKA	48
	POPIS TABLICA.....	50

1. UVOD

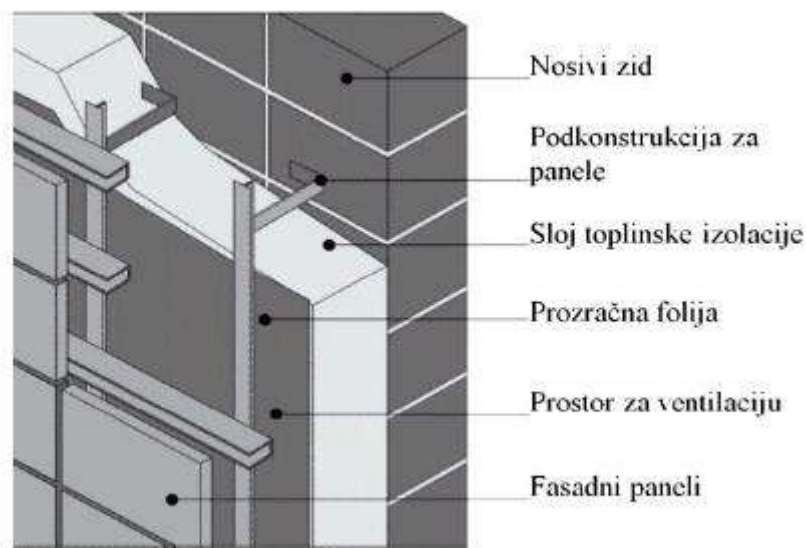
Ventilirani fasadni sustavi sve češća su pojava novih projekata u posljednjem desetljeću. Razlog proizlazi iz težnje da se smanji veliki utjecaj građevinske industrije na okoliš. Navedeno svojstvo, ovim sustavom, postiže se prirodnom cirkulacijom zraka kojom se smanjuje utrošak energije, ali i mogućnosti korištenja brojnih prirodnih, ali i recikliranih materijala koji su ekološki prihvatljivi. Kako bi se osigurao pravilan rad sustava i time opravdala njegova funkcija potrebno je pravilno izvesti sve propisane dijelove – nosivi zid, podkonstrukcija, izolacija, ventilacijski prostor i završna obloga. Ovisno o vrsti materijala koji se odabere za svaki pojedini dio mogu se postići razni funkcionalni oblici. U ovom radu također su opisani ETICS sustavi koji zbog svoje slojevitosti i dobro isplanirane toplinske izolacije također nastoje povećati uštedu energije odnosno smanjiti energetske potrebe. Funkcionalnost i trajnost navedenih sustava uvelike ovise o kvaliteti i izboru materijala za izradu, a gotovo ni jedan nije savršen. Svaki donosi prednosti, ali i nedostatke koji se brojnim ispitivanjima nastoje ispraviti kako bi se postigla što bolja kvaliteta. Zbog svih karakteristika ovih sustava, koje su detaljnije razrađene kroz sljedeća poglavlja uviđa se bit njihovog razumijevanja i analize za buduće projekte.

2. RAZVITAK I ULOGA VENTILIRANIH FASADNIH SUSTAVA

Fasada je naziv za vanjski dio neke građevine. Još od davnina čovjek gradi kuće koje su predstavljale zaštitu od vjetra, kiše, hladnoće, ekstremnih temperatura i drugih okolišnih čimbenika. U početku, ovojnice građevina bile su orijentirane prema ispunjavanju osnovne funkcije – zaštite, no vrlo brzo ljudi se okreću njihovom estetskom oblikovanju [1]. Posljednjih nekoliko godina industrijski razvijene zemlje provode politiku smanjivanja potrošnje energije jer su brojna istraživanja pokazala da građevinska industrija sama troši oko 40 % ukupne globalne energije. Zbog toga, u pogledu vanjske obloge zidova – fasade, dolazi do razvoja ventiliranih fasadnih sustava [2]. Za razliku od klasičnih fasada pri kojima se potrebni slojevi (toplinska izolacija, armaturni sloj, staklena mrežica, završna žbuka) lijepe na prethodno izrađen zid, kod ventiliranih fasadnih sustava postoji ventilacijski sloj između vanjske obloge i nosivog zida koji može biti toplinski, izolirani ili neizolirani. Upravo zbog postojećeg ventiliranog dijela, ovaj oblik fasadnog sustava pokazuje povećanje energetske učinkovitosti tijekom cijele godine, ali bitno je napomenuti da bolje rezultate daje tijekom ljetnih mjeseci [3]. Ljeti, zbog već spomenute cirkulacije zraka, ali i dizajna vanjske – završne obloge, smanjuje se gradijent temperature između vanjskog i unutarnjeg prostora. Promatrajući funkcioniranje sustava u zimskom periodu, pozitivni utjecaji očitavaju se samo u toplijim zonama sa slabijim vjetrom, dok se u hladnijim područjima pozitivan učinak vidi samo ako je zračni prostor zatvoren [4]. Važno je istaknuti da osim reguliranja temperature građevine, strujanje zraka smanjuje i količinu vlage tijekom hladnog i kišnog razdoblja. S obzirom na navedeno, vidljivo je da ventilirani fasadni sustavi uvelike utječu na smanjenje potrošnje ukupne energije što predstavlja i cilj današnjeg projektiranja tijekom kojeg je vrlo važno u obzir uzeti utjecaj građevine na okoliš [5]

3. DIJELOVI VENTILIRANIH FASADNIH SUSTAVA

Sustav ventilirane fasade sastoji se od nekoliko primarnih elemenata: nosivi dio, podkonstrukcija, toplinska izolacija, kišna brana, ventilirani zračni sloj i završna obloga [3]. Nužno je da svi navedeni dijelovi funkcioniraju zajedno na način da zadovolje temeljni zahtjev, a to je smanjenje potrošnje energije. Budući na današnji stupanj razvijenosti industrije, moguć je odabir velikog broja materijala pri izradi svakog pojedinog dijela fasadnog sustava [2]. Izbor materijala mora omogućiti funkcionalni, dugovječni sustav koji je ekonomski i estetski prihvatljiv [3].



Slika 1: Elementi ventiliranih fasadnih sustava (Izvor:[3])

3.1. Nosivi dio

Nosivi dio zapravo se odnosi na potporni zid za koji se pričvršćuje cijeli sustav ventilirane fasade, odnosno, na njega se postavljaju sidra na koja se ugrađuju ostali dijelovi. U prošlosti je ovaj dio najčešće bio izrađen od kamena, drveta ili gline (pečene ili sušene na suncu), a danas su uvelike u upotrebi materijali poput opeke i betona [6]. Glavno obilježje nosivog zida je dovoljno velika čvrstoća kako bi uz opterećenje od vjetra, mehaničkih djelovanja i potresa, mogao savladati i opterećenje koje uzrokuje vanjski završni sloj. Osim uloge stabilnosti, ovaj dio mora propustiti dovoljnu količinu vodene pare, ali i biti dovoljno otporan na gubitak topline [3].

3.2. Podkonstrukcija

Izrađena od metala ili drveta, podkonstrukcija mora zadovoljiti iste uvjete kao i potporni zid. Podkonstrukcija je zapravo kostur cijelog sustava. Sastoji se od brojnih nosača, profila i spojnih sredstava. Spojna sredstva su primjerice tipli, vijci, zakovice od nehrđajućeg čelika pomoću kojih se spajaju razni profili tvoreći kostur podkonstrukcije, točnije oni čine sustav za pričvršćivanje prilikom izrade ventilirane fasade [2]. Nadalje, podkonstrukcija mora osigurati prostor za postavljanje završnog sloja i reducirati pojavu toplinskih mostova [3]. Toplinski mostovi javljaju se u području određenih, grijanih dijelova građevine kod kojih uslijed promjene geometrije ili materijala dolazi do povećane cirkulacije topline. Ova pojava uzrokuje gubitke topline i nejednoliku temperaturu što dovodi do kondenzacije vodene pare [7].



Slika 2: Kritična područja za pojavu toplinskih mostova (Izvor: [7])

3.3. Toplinska izolacija

Izolacijski sloj, koji promiče toplinsku i zvučnu izolaciju, postavlja se na nosivi zid. Također, smanjuje prolazak topline kroz potporni zid, a pozitivni učinci toplinske izolacije su smanjivanje gubitaka topline zime te pregrijavanja ljeti [6]. Postavljajući je s vanjske strane nosivog zida, vrlo je bitno da je izvedena na pravilan način kako nebi došlo do ciklusa smrzavanja i odmrzavanja, kondenzacije vlage i pretjeranog zagrijavanja tijekom ljetnih mjeseci jer oni mogu dovesti do raznih oštećenja, a u nekim slučajevima prouzročiti slom čitavog sustava [6,3]. Naime, dobro izrađeni izolacijski sloj, osim poboljšanja toplinske učinkovitosti, može utjecati i na akustična svojstva građevine [6]. Danas se na tržištu može pronaći mnoštvo materijala za ovu svrhu, a njihov odabir ovisi o potrebnoj toplinskoj, zvučnoj izolaciji, protupožarnoj

izdržljivosti i boji [3]. Nadalje, sva ta funkcionalna svojstva toplinsko-izolacijskog materijala ovise o njegovoj toplinska vodljivost λ , gustoći ρ i katarakterističnom toplinskom kapacitetu c_p [8].



Slika 3: Prikaz sistematizacije toplinsko izolacijskih materijala (Izvor: [6])

3.3.1. Mineralna vuna

Mineralna vuna naziv je za jedan od najčešće korištenih toplinsko-izolacijskih materijala [3]. Obzirom na sastav i način proizvodnje postoji kamena i staklena mineralna vuna. Kamena vuna po sastavu je smjesa bazalta, vapnenca, glinenca, dolomita, pijeska i djelomično starog stakla. Za razliku od kamene, staklenu vunu čini reciklirano staklo (udio od 70%), kvarcni pijesak, vapnenac, natrijev karbonat i ostali materijali [6,8]. Općenito, proizvodnja kreće taljenjem ovih materijala koji se pretvaraju u masu iz koje propuhivanjem nastaju vlakna. Ta vlakna se istiskuju pa nastaju kompaknije ploče i trake. U ovoj fazi proizvodnje vrši se impregnacija, odnosno mineralna vuna se zaštićuje premazima od fenola kako bi joj se povećala mehanička čvrstoća i olakšalo montiranje [6]. Najveća razlika između ove dvije vrste nastaje upravo zbog drugačije temperature taljenja koja je kod kamene vune puno veća. Kao posljedica toga, ali i kraćih vlakna koja se javljaju, kamena vuna je teža, ima veću temperaturu taljenja pa je stoga i postojanija na višim temperaturama [8]. Obje vrste mineralne vune zbog svojih toplinskih, ali i protupožarnih svojstava koriste se u svrhu izolacije zidova, podova, krovova [6].



Slika 4: Kamena mineralna vuna (*Izvor:[9]*)



Slika 5: Staklena mineralna vuna (*Izvor:[10]*)

3.3.2. Pjenasto staklo

Pjenasto staklo je vrlo kvalitetan, ali i relativno nov materijal u građevinarstvu. Ima brojne pogodnosti, a kao najveća ističe se njegova mala vlastita težina uz koju može pretrpjeti velika opterećenja. Nadalje, paro- i plinopropusnost, vatrootpornost, neosjetljivost na vlagu, dobre toplinske i akustične karakteristike samo su neke od pozitivnih svojstava ove vrste izolacijskog materijala [6]. Osim zadovoljenja fizikalnih i funkcionalnih zahtjeva, pjenasto staklo zadovoljava i one ekološke budući da se u njegovom sastavu nalazi velika količina recikliranog stakla [8].



Slika 6: Pjenasto staklo (Izvor: [6])

3.3.3. Ekspandirani polistiren

Ekspandirani polistiren (EPS), u svakodnevnom govoru poznatiji pod nazivom stiropor, smatra se kao jedan od izdržljivijih materijala koji se koriste u svrhu toplinske izolacije kod vanjskih zidova, podova i krovnih konstrukcija [6]. Upravo zbog svog sastava, u kojem većinski prevladava zrak, pogodan je za navedenu svrhu, no nedostatak mu je postojanost na temperaturi do 80°C nakon koje kreće njegovo taljenje, te nema svojstvo požarne otpornosti [8]. Ovo svojstvo kompenzira se dodavanjem određenih materijala koji usporavaju plamen. Time se smanjuje naglo širenje vatre jer se EPS samo topi. Kada govorimo o svojstvu upijanja vode, zbog brojnih šupljina između sitnih zrnaca polistirena od kojih je građen, ne zadržava vlagu, osim u nekim karakterističnim slučajevima kada je izložen dugotrajnijem djelovanju vode [6]. Također, EPS ima neke inačice koje su nastale dodatkom određenih gradiva koja mu poboljšavaju specifična svojstva. Primjer toga je elastificirani ekspandirani polistiren koji ima bolja elastična obilježja ili sivi kojem se dodatkom grafita poboljšavaju svojstva vođenja topline.



Slika 7: Ekspandirani polistiren, EPS (*Izvor:[8]*)

3.3.4. Ekstrudirani polistiren

Ekstrudirani polistiren ili skraćeno XPS od ekspandiranog razlikuje se po načinu proizvodnje. Drugačija proizvodnja utječe i na promjenu svojstva pa tako XPS ima veću tlačnu čvrstoću, a zbog zatvorenih pora ne upija vodu pa se koristi kao toplinska izolacija krovova, podova i pri dnu zidova koji su bliže terenu jer je tamo nešto veći sadržaj vlage [6].



Slika 8: Ekstrudirani polistiren, XPS (*Izvor:[8]*)

3.3.5. Poliuretan

Poliuretan u svom sastavu većinski ima zatvorene šupljine (oko 90%) pa se smatra jednim od najboljih materijala koji provode toplinu. Isto kao i kod polistirena, mogu mu se dodati usporivači požara zbog kojih dolazi do njegovog pougljenjavanja ukoliko dođe do izlaganja vatri. Na tržištu se može naći u obliku pjene -PUR ili kao poliuretanske sendvič ploče. Pjenasti poliuretan ugrađuje se na mjestima gdje se pretpostavljaju velika opterećenja, a sendvič ploče najčešće kod hladnjača, raznih hala i montažnih objekata [6]. Ukoliko dođe do požara, gorenjem ovog materijala nastaje plin koji je toksičan i opasan za ljudsko zdravlje [8].



Slika 9: Kruta poliuretanska pjena u obliku ploča (*Izvor:[8]*)

3.4. Kišne brane

Kišne brane ili prozračne folije imaju dvojak ulogu. Postavljaju se na toplinsku izolaciju s vanjske strane kako bi se spriječilo njezino vlaženje, no isto tako moraju omogućiti propuštanje vodene pare koja nastoji izaći iz unutarnjeg prostora građevine. Prilikom postavljanja ovog sloja najbolje je težiti njegovoj kontinuiranosti sa što manje prekida kako bi se spriječilo neželjeno pojavljivanje toplinskih mostova čija je pojava već prije objašnjena [3].

3.5. Ventilirani zračni sloj

Ciljano izrađen, ovaj dio mora omogućiti konstantan protok zraka zbog regulacije temperature i količine vodene pare u raznim klimatskim uvjetima [3]. Važno je napomenuti da iako je najkorisniji potpuno otvoren sustav, odnosno sustav u kojem zrak slobodno cirkulira, gradnja na područjima u kojima su jake i česte oborine zahtjeva da se ventilacijski sloj zatvori. Funkcioniranje takvog zatvorenog sustava postiže se omogućavanjem dovoda zraka u donjem, i odvoda zraka u gornjem dijelu zida [6]. Provođenjem brojnih istraživanja, ali i iskustvenim znanjem preporuča se da debljina ovog sloja bude od 40 – 50 mm [2].

3.6. Završna obloga

Završna obloga je vrlo važan dio fasadnog sustava. Ona je prvi dodir građevine s prirodnim okruženjem, pa mora biti pomno odabrana kako bi zadovoljila funkcionalne zahtjeve poput: mehaničke otpornosti, sposobnosti podnošenja temperaturnih razlika, a poželjno je da bude i otporna na prolazak vlage. Ukoliko kod ventiliranih fasadnih sustava dođe do prolaska vlage kroz završnu oblogu, dodatan stupanj zaštite je ventilacijski sloj u kojem je cirkulirajući zrak odvodi van. Osim zaštitne uloge, završna obloga mora biti i vizualno prihvatljiva. Uzevši to u obzir, na odabir završne obloge osim funkcionalnih zahtjeva mogu utjecati i kriteriji koje zahtjevaju urbanistički planovi zbog boljeg uklapanja građevine u okoliš [6]. Mogućnosti odabira završne obloge danas su gotovo neograničene. Na tržištu postoje mnoge varijacije, pa se za ovaj dio može birati između brojnih prirodnih, umjetnih pa i tehnoloških rješenja. Iako postoji veliki izbor, u uporabi su najčešće umjetni materijali, fasadna opeka, armirane betonske ploče, keramika, lim, staklo i prirodni materijali, a tehnološki razvoj omogućava i postavljanje fotonaponskih ćelija ili medijskih panela [11].

3.6.1. Fasadne obloge od opeke

Opeka koja se koristi kao završna obloga u odnosu na klasičnu ima puno manju težinu. U uporabi su najčešće klinker i silikatna opeka [11].

Temeljno obilježje klinker opeke je njezina slaba vodupojnost koja iznosi svega 6% (za usporedbu, kod klasične opeke ovaj postotak iznosi 10). Također je vrlo otporna na pritiske, kemijske utjecaje i cikluse smrzavanja [11].

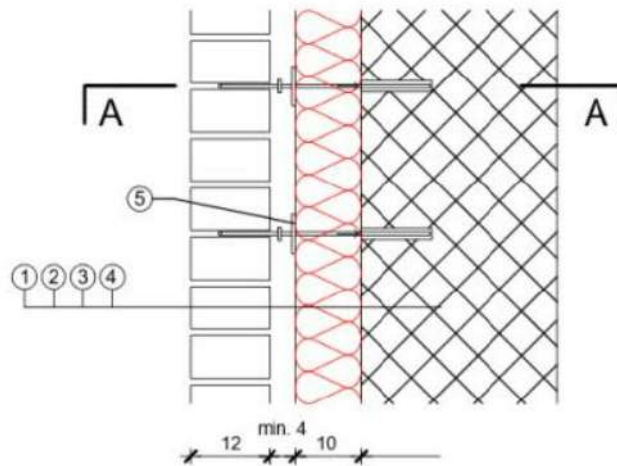
Miješanjem kvarcnog pijeska, vapna i vode, transportiranjem i sušenjem te smjese u kalupima nastaje silikatna opeka prepoznatljiva po svojoj bijelo-sivoj boji zbog koje dobro odbija svjetlost [6]. Isto kao i kod klinkera, ova vrsta slabo upija vodu i dobro je otporna na smrzavanje [11].



Slika 10: Fasadna obloga klinker opekom (*Izvor:[12]*)



Slika 11: Fasadna obloga silikatnom opekom (*Izvor:[11]*)



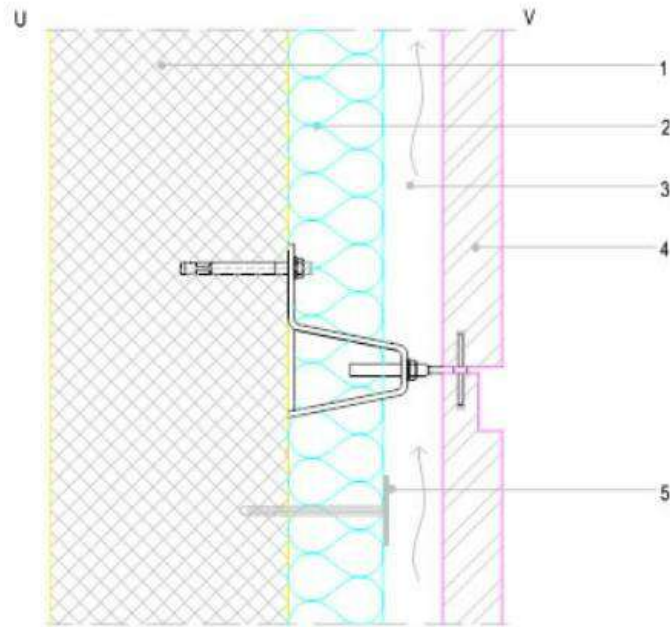
Slika 12: Presjek fasadne obloge od opeke (Izvor:[13])

3.6.2. Fasadne obloge od kamena

Povijesno gledano, kamen ima dugu tradiciju uporabe. Zbog svoje čvrstoće, trajnosti, zvučne i toplinske izolacije, požarne otpornosti, ali i brojnih estetski, privlačnih oblika koji se njegovim korištenjem mogu izraditi, kamen ima vrlo široku primjenu i danas. Klimatske promjene koje su prouzročile agresivniju atmosferu u odnosu na prošlost, suzile su izbor kamena koji se može koristiti za uređenje eksterijera [6]. Naime, potrebno je analizirati koja vrsta i oblik kamena će izdržati današnje okolišne čimbenike koji mogu biti vrlo agresivni, npr. kisele kiše [14]. Ovisno o zahtjevima, mogu se koristiti masivni kameni blokovi, mozaici i kamene ploče čija završna obrada može biti raznolika – naborana, isklesana, pješćana, urezana, izgrebana, ... [6] Pokrovne, kamene ploče pričvršćuju se na podkonstrukciju vidljivim ili nevidljivim spojnicama. Zahtjeva se da debljina ploča bude minimalno 3 ili 4 cm ovisno o fizikalnom svojstvu kamena, odnosno njegovoj tvrdoći [11].



Slika 13: Fasadna obloga kamenim pločama (Izvor:[11])



Slika 14: Presjek fasadne obloge od kamena (Izvor:[15])

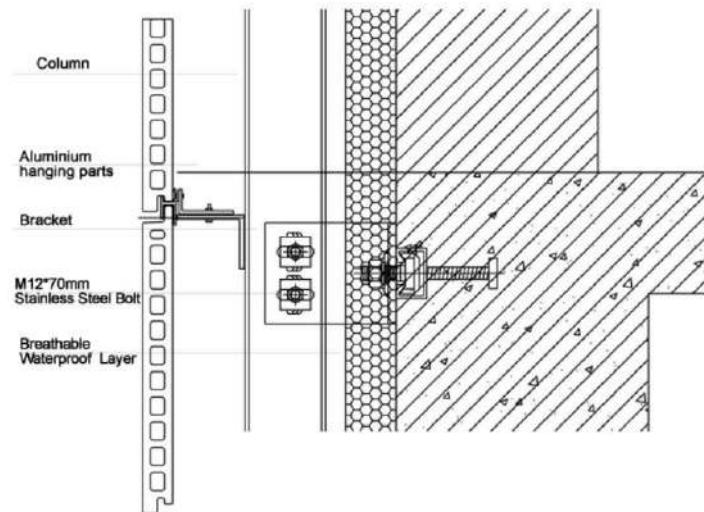
3.6.3. Fasadne obloge od keramike

Keramika, uz već navedeni kamen, spada među starije korištene materijale u građevinarstvu. Dobivena pečenjem posebne vrste gline, daje veliki izbor u smislu funkcionalnosti i dizajna [16]. Ove obloge od opečenog materijala razlikuju se po svojoj šupljikavosti i razredu kvalitete površine [6]. Površina ovog materijala može biti glazirana ili neglazirana, odnosno nakon proizvodnje može se još dodatno obraditi i time promijeniti njezin izgled. Glazirane pločice imaju dodatan sloj koji ih čini sjajnijima, postojanijima na vlagu, mrlje i grebanje [16]. Nadalje, obloga od keramike otporna je na vatru, hladnoću, toplinu, mraz, itd. Sagledavajući sva navedena svojstva, najčešća vrsta koja se primjenjuje u građevinarstvu pri izradi ventiliranih fasadnih sustava su terracotta ploče [6].

Terracotta ploče, predstavljaju duplu oblogu sa šupljinama koja se uglavnom proizvodi u debljinama od 3-4 cm što im omogućava veću otpornost na udarce. Još jedna prednost vidi se u mogućnosti zamjene svake pojedinačne ploče ukoliko dođe do oštećenja [11].



Slika 15: Fasadna obloga terracotta pločama (Izvor:[11])



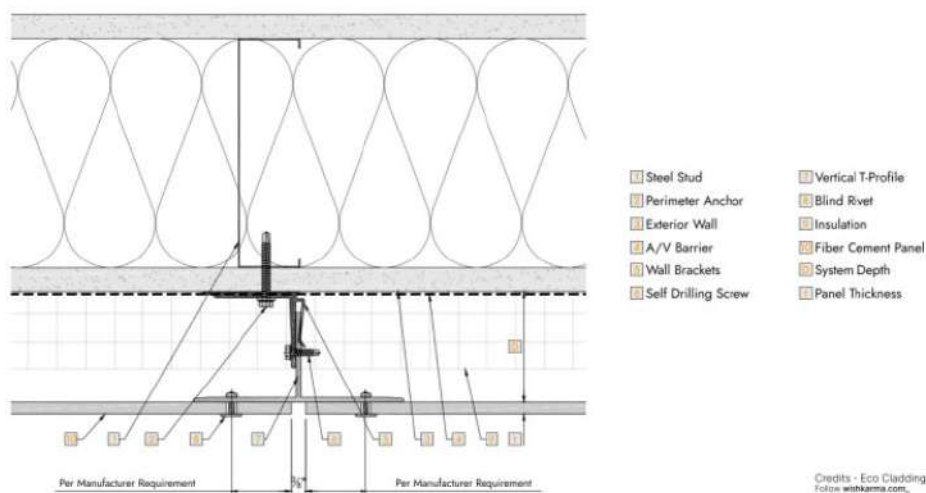
Slika 16: Presjek fasadne obloge od terracotta ploča (Izvor:[17])

3.6.4. Vlaknasto – cementni paneli

Kao završna obloga ventiliranih fasada vrlo često koriste se fiber - ili vlakno - cementne ploče, koje su građene od mješavina portland cementa, vode, dodataka i sintetičkih vlakna . Iz sastava je izbačen azbest zbog ekološke neprihvatljivosti i štetnosti za ljudsko zdravlje [18]. Na tržištu je dostupan široki spektar dimenzija ovih panela, a mogu biti ravne ili valovite. Njihova vrlo česta uporaba opravdava se svojstvima požarne otpornosti, izdržljivosti, dugotrajnosti i maloj vlastitoj težini (opterećenje konstrukcije je manje) [6]. Paneli odgovarajućih dimenzija postavljaju se na postojeću drvenu ili metalnu podkonstrukciju uzdužno ili vertikalno [18].



Slika 17: Fasadna obloga vlaknasto-cementnim panelima (Izvor:[19])



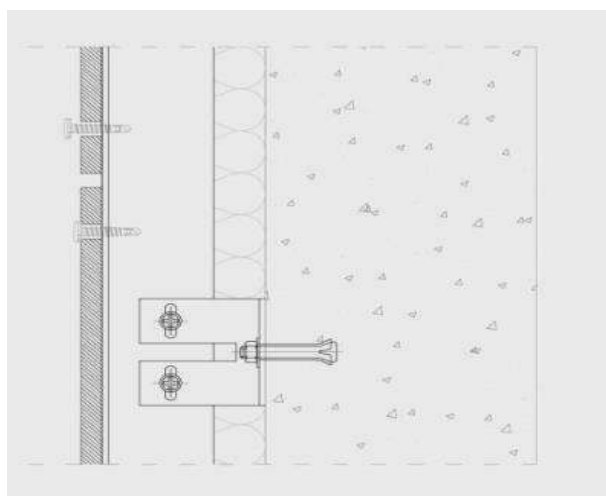
Slika 18: Presjek vlaknasto - cementne fasadne obloge (Izvor: [20])

3.6.5. Fasadne obloge od drveta – HPL ploče

HPL ploče dobivene su tlačenjem na visokim temperaturama nakon kojeg se oblažu i učvršćuju papirom. Tim procesom od fenolnih smola i drvenih vlakna dobivaju se kompaktne ploče, odnosno prešani laminati. Ove kompaktne ploče imaju izrazitu stabilnost i otpornost na štetno ultraljubičasto zračenje, te veliku tlačnu i vlačnu čvrstoću. Nadalje, vrlo su praktične s estetske strane jer je moguće njihovo postavljanje u različitim formatima, a na tržištu su dostupne s raznim završnim obradama u pogledu boja i tekstura [11].



Slika 19: Fasadna obloga HPL pločama (Izvor:[21])



Slika 20: Presjek drvene fasadne obloge (Izvor:[22])

3.6.6. Fasadne obloge od aluminija

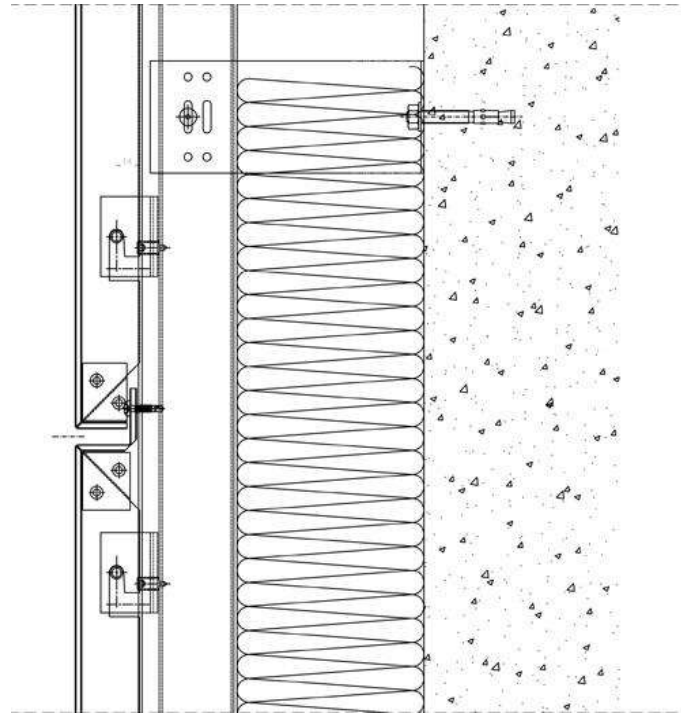
Treći najzastupljeniji metal u Zemljinoj kori, aluminij (Al), vrlo često se upotrebljava u građevinarstvu u obliku legura. Osim za izradu cijelih konstruktivnih sustava, zbog male vlastite težine, stabilnosti, dugotrajnosti, otpornosti na koroziju i modernog izgleda nerijetko se aluminijske kazete ili kompozitne ploče koriste u završnim slojevima fasadnih ventiliranih sustava [23,24].

Aluminijske fasadne kazete postavljaju se na podkonstrukciju u sustavima sa stražnjom ventilacijom odnosno ventiliranim fasadama. Postavljanje može biti uzdužno, poprečno ili dijagonalno, a kao i kod ostalih već navedenih materijala na tržištu je dostupno mnoštvo različitih formata i dizajna. Također, ova vrsta obloge odličan je izbor kod masivnih građevina i industrijskih postrojenja [24].

Aluminijski kompozitni paneli imaju jezgru od polietilena koju obavijaju aluminijski limovi debljine 0.3 – 0.5 mm. S obzirom na to, ukupna debljina panela može iznositi od 3 do 4 mm. Površina im može biti brušena ili glatka, odnosno sjajna [9]. Osim što je jezgra teško zapaljiva, pa je ploča otporna na požar, svojstva ploče su i stabilnost, mala težina, otpornost na hrđanje, udarce i razne temperaturne prilike [24].



Slika 21: Fasadna obloga aluminijskim kompozitnim pločama (Izvor: [24])



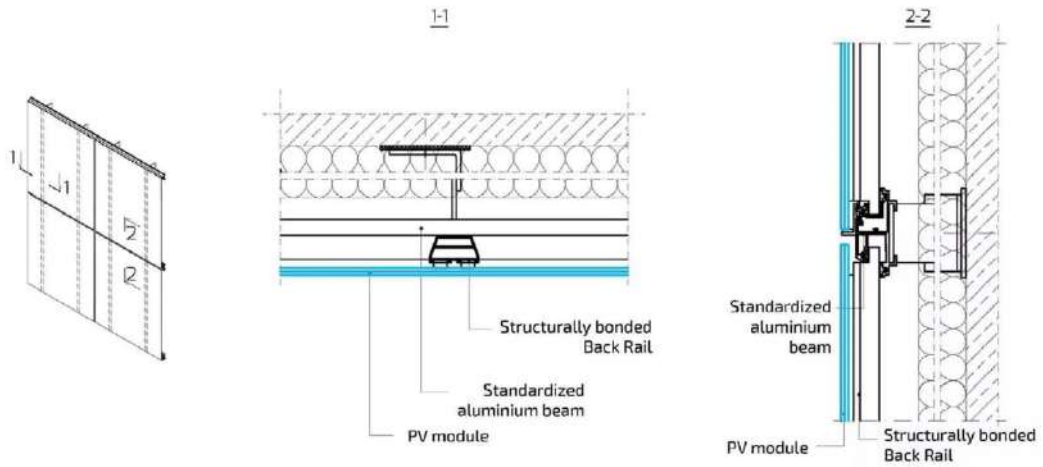
Slika 22: Presjek aluminijske fasadne obloge (Izvor:[25])

3.6.7. Inovativne fasadne obloge koje koriste sunčevu energiju

Fotonaponski sustavi doživjeli su razvitak u posljednjem desetljeću zbog politike građenja kojom se zahtjeva što manja potrošnja energije [26]. Na ovaj način zgrada sama sebi može proizvoditi potrebnu energiju za napajanje. Sistem rada zasniva se na upijanju sunčeve energije te njezinom transformiranju u električnu energiju. Navedeni fotonaponski sustavi predstavljaju solarne elektrane koje se mogu koristiti kao fasadna obloga ili se mogu postaviti na površine prozora. Iako su zbog velikog početnog ulaganja investitori veoma skeptični prema ugradnji ove obloge, zbog mogućnosti samostalnog napajanja, uštede energije, lakog održavanja i dugog trajanja fotonaponski sustavi uvelike povećavaju vrijednost građevine te kroz godine opravdavaju troškove ugradnje [27].



Slika 23: Fasadna obloga fotonaponskim ćelijama (Izvor:[26])



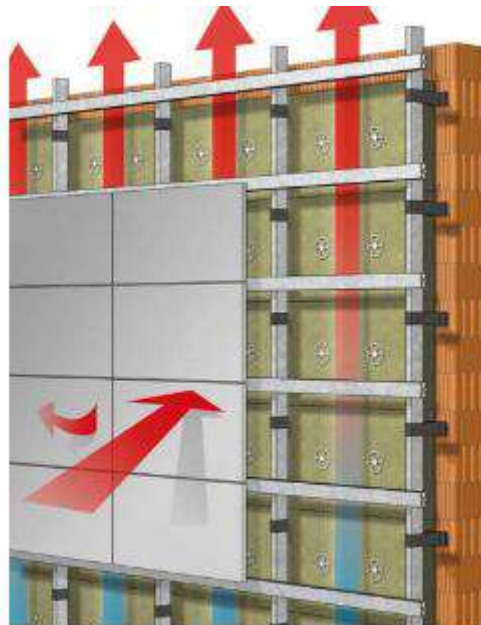
Slika 24: Presjek fasadne obloge s fotonaponskim ćelijama (*Izvor:[28]*)

4. KARAKTERISTIKE VENTILIRANIH FASADNIH SUSTAVA

4.1. Ponašanje ventiliranih fasadnih sustava

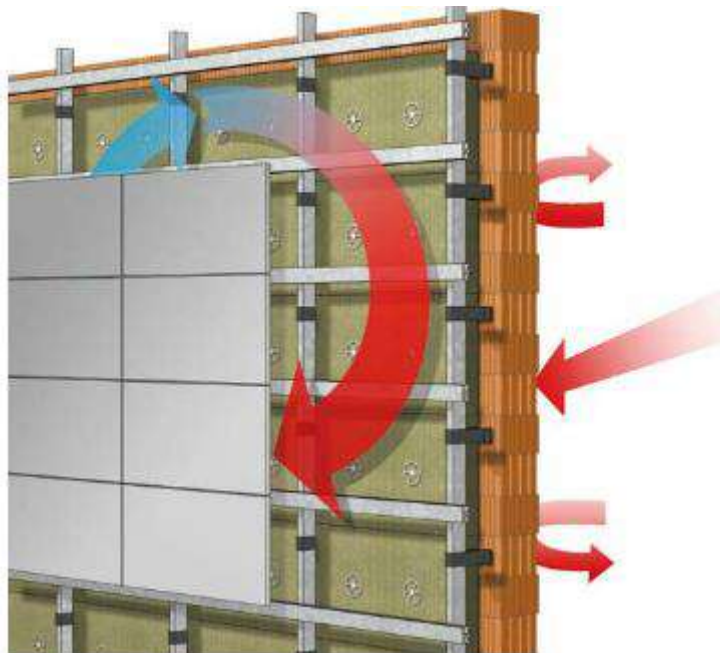
Koncepcija funkcioniranja ovakvog sustava proizlazi iz procesa koji se naziva Efekt dimnjaka. Tako se naziva proces podizanja toplog zraka koji je lakši od hladnog zbog manje gustoće. Navedeni princip efekta dimnjaka primjenjuje se na ventiliranim fasadnim sustavima tako da se zrak unutar ventiliranog prostora (koji je topliji od vanjskog) podiže prema gore i izlazi kroz otvore, odnosno zrak struji zbog razlike u tlaku i temperaturi po visini same zgrade [3].

Već prije je spomenuto da su sustavi ventiliranih fasada povoljniji tijekom ljetnih mjeseci. Ljeti, topliji zrak putuje prema otvoru na vrhu građevine pa se stvara vakuum koji pri dnu omogućuje ulazak hladnog zraka koji cirkulira kroz ventilacijski sloj i tako hladi zgradu. Ovdje se zapravo dio energije kojom Sunce djeluje i povećava temperaturu građevine reflektira od završne obloge, a dio se propušta u ventilacijski sloj gdje se temperatura smanjuje zbog cirkulacije zraka te se zbog toga smanjuje potreba za klimatiziranjem prostora [29].



Slika 25: Funkcioniranje sustava u ljetnom periodu (Izvor:[30])

U zimskom periodu ili u hladnijim područjima temperatura same građevine zagrijava cirkulirajući zrak u ventilacijskom prostoru i tim procesom uklanja vlagu koja nastaje na unutarnjoj strani završne obloge fasade. Važno je spomenuti da ukoliko je količina vlage i oborina koje ulaze u ventilacijski prostor mala, ne zahtijeva se njegovo zatvaranje. Suprotno tome, ako u navedeni ventilacijski prostor ulazi veća količina vode taj prostor potrebno je na dnu i vrhu zatvoriti. Zatvaranje se zahtijeva kako se cijeli sustav nebi ošteti zbog prekomjerne količine vlage [29].



Slika 26: Funkcioniranje sustava u zimskom periodu (Izvor:[30])

4.2. Postupak izrade ventiliranih fasada

Ventilirana fasada izrađuje se po segmentima. Prvo se na nosivi dio (armirano betonski zid ili zid od opeke) pomoću raznih fiksatora (vijci, nitne, kuke, spojnice), postavi podkonstrukcija koja može biti metalna (najčešće aluminijska) ili drvena [3,29]. Na zid se također postavi toplinska izolacija i vrlo je bitno da bude dobro prijanjajuća, i bez slobodnog prostora da se izbjegnu toplinski mostovi, ali i omogući najbolja toplinska, zvučna i akustična izolacija. Isto tako, kako bi se spriječilo njezino oštećivanje zbog utjecaja vlage ili čestica prašine ona se prekriva zaštitnom, prozračnom folijom [29]. Posljednji dio ugrađivanja, sastoji se od vješanja završne obloge, a elementi kojima se obloga učvršćuje za podkonstrukciju mogu biti vidljivi, nevidljivi ili skriveni [3].

4.3. Razlozi za odabir ventiliranih fasadnih sustava

Iako je ventilirana fasada jedna od skupljih investicija koje se mogu odabrati kao rješenje za poboljšanje energetske učinkovitosti građevina, postoji niz drugih karakteristika koje kroz godine opravdavaju cijenu. Kompenzacija cijene postiže se trajnostima ovakvih sustava te smanjenjem troškova klimatizacije prostora ljeti te njegovim grijanjem zimi [14].

Postojeći zračni sloj sprječava oštećenje zida, nastajanje korozije te pojavu plijesni i gljivica zbog postojećeg ventilacijskog prostora jer voda ne dolazi direktno u doticaj sa zidom. Upravo cirkulirajući zrak ima sposobnosti odvodnje vodene pare i kapljica koje se nađu između panela

i zida [14]. Također, prednost je vidljiva u bržem sušenju izolacijskog materijala ukoliko dođe do njegovog moćenja [6].

Navedeni niz prednosti vidljiv je i u boljoj zvučnoj izolaciji (na koju osim izolacijskog materijala utječe i završni sloj), relativno maloj vlastitoj težini i boljoj mehaničkoj otpornosti [6].

Ukoliko se izvodi obnova građevine ili njezina rekonstrukcija nije potrebno uklanjanje dijelova žbuke već se svaki element može zamijeniti drugim. Isto tako, brojne mogućnosti dizajna te kombiniranje drugačijih materijala omogućuje postizanje niza različitih, vrlo modernih i ekološki osviještenih fasadnih sustava [14].

4.4. Nedostaci ventiliranih fasadnih sustava

Potpunu idealnost sustava teško je zadovoljiti, pa tako i sustav ventiliranih fasada koji se smatra vrlo funkcionalnim nailazi na nekolicinu nedostataka i problema. Uz već spomenutu visoku cijenu postavljanja strukture, nedostaci su vidljivi i ako dođe do krivog izbora materijala za toplinsku izolaciju ili kad dođe do jačih naleta vjetra i ostalih oborina. Naime, ako dođe do požara, a korišten je požarno neotporni materijal, kroz ventilacijski sloj dolazi do ubrzanog širenja vatre. Isto tako, kod visokih zgrada i jačih naleta vjetra može doći do oštećenja odnosno odizanja fasadne obloge i izolacijskog materijala [6].

4.5. Problemi uslijed nepravilne izvedbe

Vrlo je važno da svaki dio sustava bude pravilno ugrađen jer jedan propust dovodi do lančanog efekta. Primjerice, loše ugrađena podkonstrukcija dovodi do teške ugradnje završne obloge na kojoj se posljedice vide u nemogućnosti poravnanja fuga. Nepravilno postavljanje podkonstrukcije i izolacijskog materijala isto tako može uzrokovati padove elemenata vanjske obloge. Još neki primjeri loše izvedenog sustava mogu se raspoznati pojavom vegetacije u prostoru između dva panela [6].

Također, zanimljiv je slučaj oštećenja ukoliko nije omogućen dovoljan protok za cirkulaciju zraka i ujedno odvodnju vlage. Pri tome se vlaga zadržava u ventilacijskom prostoru pa dolazi do raspada i truljenja svih dijelova sustava [6].



Slika 27: Prikaz oštećenja fasadne obloge zbog prevelike količine vlage (*Izvor:[3]*)

5. PROZIRNE VENTILIRANE FASADE

Prozirne ventilirane fasade, građene od dvostrukog sloja stakla, imaju povoljnija arhitektonska i funkcionalna svojstva, odnosno bolja su u pogledu estetike i očuvanja energije u odnosu na staklene neventilirane fasade. Korištenjem ovakvog oblika završne obrade vanjskog dijela građevine osigurava se prirodno cirkuliranje zraka, smanjuje se utjecaj Sunca i kontrolira se dnevna svjetlost [31]. Opći dijelovi ovakvog sustava su vanjsko i unutarnje staklo te međustakleni prostor. Bitno je da vanjsko staklo pruža barem neku zaštitu od atmosferskih utjecaja i akustičnu izolaciju od buke s ulica te da bude sigurno i otporno kako nebi došlo do pucanja. U odnosu na vanjsko, unutarnje staklo najčešće je dvoslojno i ima vrlo dobre toplinsko izolacijske osobine. Uloga prostora između unutarnjeg i vanjskog stakla, tako zvanog međustaklenog prostora ista je kao i kod neprozirnih ventiliranih fasadnih sustava. Prostor za cirkuliranje zraka i regulaciju količine vlage može biti podijeljen ili ne podijeljen, a taj prostor može se iskoristiti i za održavanje oba sloja stakla [6].



Slika 28: Primjer dvostruke ventilirane staklene fasade (*Izvor:[3]*)

5.1. Ugradnja dvostruke ventilirane staklene fasade

Navedeni sustav sastoji se od unutarnjeg i vanjskog stakla, međuprostora i brojnih metalnih nosača kojima se staklo pričvršćuje na izgrađenu građevinu. Ugradnja započinje postavljanjem unutarnjeg toplinsko izoliranog stakla, debljine oko 40 mm, na nosivi dio pomoću metalnih nosača i usidrenih tipli. Na unutarnji dio fasade, ujedno i na nosivi dio također se pomoću metalnih nosača pričvršćuje i vanjsko sigurnosno, vrlo često kaljeno staklo debljine od 8 do 18 mm ovisno o proračunima prilikom projektiranja. Metalni, odnosno čelični nosači koji se najčešće koriste kao podkonstrukcija obloženi su aluminijskom oblogom kako bi bili što manje vidljivi. Prilikom postavljanja staklene fasade potrebno je voditi računa i o ugradnji neke zaštite

od sunčeve svjetlosti. Za tu svrhu se u međustakleni prostor postavljaju naprave poput screen zavjesa, žaluzina, roleta, brisolea i sl. [3].

5.2. Vrste dvostruke ventilirane staklene fasade



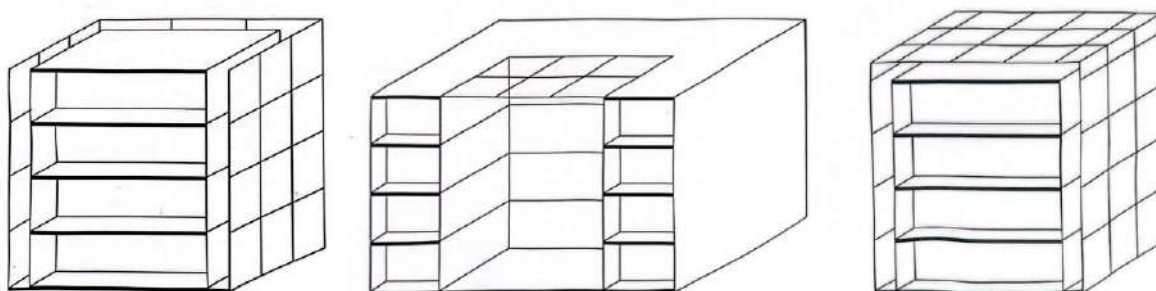
Slika 29: Prikaz sistematike dvostrukih ventiliranih fasada (Izvor: [6])

5.3. Potpun međustakleni prostor

Kao što sam naziv kaže, fasadni sustavi s potpunim međustaklenim prostorom odnose se na ventilirane staklene fasade u kojima vanjsko staklo pokriva prostore veće od jedne etaže, točnije vanjska obloga nije podijeljena po katovima. Navedena međukatna nepodijeljenost omogućuje nesmetano širenje buke i vatre između katova pa to predstavlja neželjena svojstva [6].

Iz gornje podjele vidljive su tri vrste fasada na koje se navedeni sustav može podijeliti [6]:

1. Fasada s dvije ljuske: ima dva sloja stakla koji nisu podijeljeni ni uzdužno ni poprečno
2. Stakleni atrij: ostakljeni prostor unutar jezgre zgrade kojemu je vrh također ostakljen
3. Kuća u kući: vanjsko staklo u potpunosti okružuje građevinu



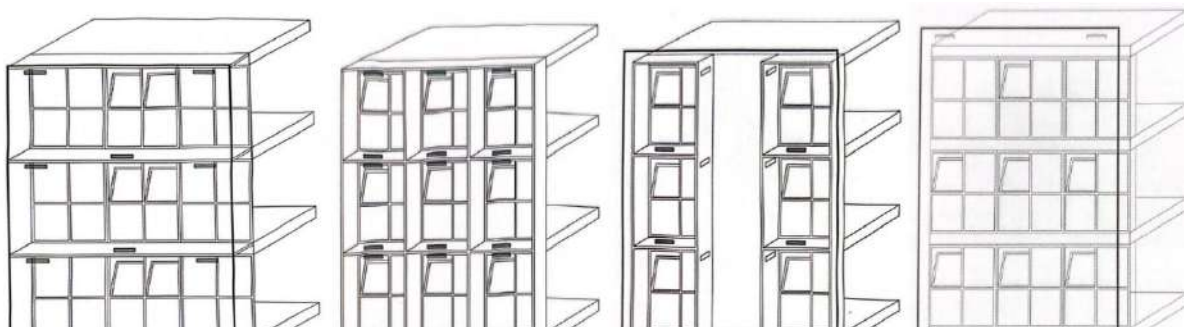
Slika 30: Potpuni međustakleni prostori redom kako su navedeni (Izvor: [6])

5.4. Podijeljen međustakleni prostor

Podjelom prostora između vanjskog i unutarnjeg stakla sprječavaju se neželjena svojstva koja nastaju ako stakleni međuprostor nije podijeljen. Prostor se može podijeliti s različitim uzdužnim i poprečnim elementima, a posebnu pažnju potrebno je posvetiti ventilacijskim otvorima na svakom katu da zrak može ventilirati i da ne dođe do pregrijavanja [6].

Obzirom na način na koji se međustakleni prostor može podijeliti, a i na funkcionalnost razlikuje se [6]:

1. Hodnik fasada: međustakleni prostor je podijeljen uzdužnim elementima prateći razine etaža
2. Kutijasta fasada: osim uzdužnih sadrži i poprečne razdjelne elemente, pa je međustakleni prostor podijeljen na manje segmente
3. Vertikalno razdvojena fasada: za razliku od kutijaste prikladna je za male prozorske otvore
4. Višekatna fasada: međustakleni prostor podijeljen je poprečno između više etaža, a uzdužno između više prostorija



Slika 31: Podijeljeni međustakleni prostori redom kako su navedeni (Izvor: [6])

5.5. Prednosti i nedostaci staklenih ventiliranih sustava

Iduća tablica sagledava brojne prednosti koje dvostruka staklena, fasadna obloga može pružiti, ali i prikazuje mane koje bi se trebale unaprijediti [3].

Tablica 1 : Prednosti i nedostaci staklenih ventiliranih fasada (*Izvor:[3]*)

PREDNOSTI	NEDOSTACI
bolja akustična svojstva	veliki troškovi ugradnje
smanjenje potrebe klimatizacije	veći troškovi čišćenja
smanjenje potrebe grijanja	potrebna veća prostorna površina
elementi za zaštitu od sunčevih zraka	kod otvorenih prozora veći prijenos buke relativno bliskih prostorija

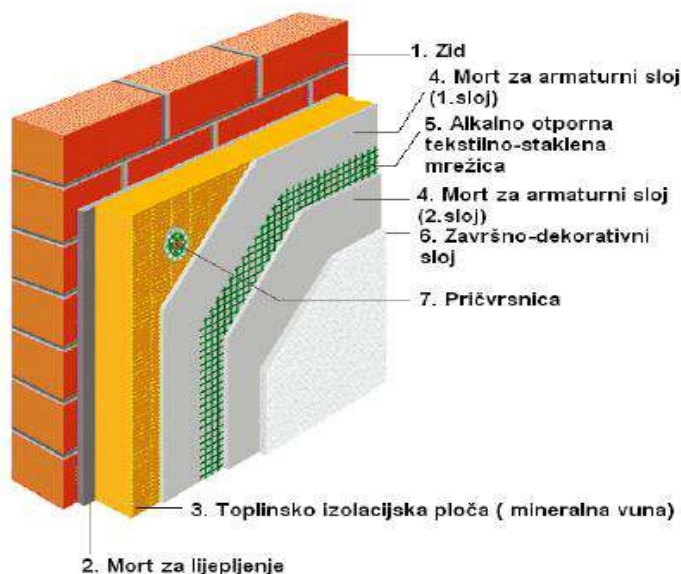
6. USPOREDBA VENTILIRANIH FASADNIH SUSTAVA S ETICS SUSTAVIMA

6.1. ETICS sustavi

ETICS sustavi još se nazivaju kontaktne fasade ili povezani sustavi za vanjsku toplinsku izolaciju. Učinkovitost sustava postiže se dobrom pripremom podloge, a čitav sustav sastoji se od: nosivog dijela (zid), materijala za lijepljenje (mort), mort za sloj armature, staklene mrežice i dekorativnog sloja žbuke. Ugradnja ETICS-a općenito se izvodi u četiri etape redom [32]:

1. postavljanje toplinske izolacije
2. dodatno ojačavanje po potrebi
3. postavljanje armaturnog sloja
4. izvođenje dekorativnog, posljednjeg sloja žbuke

Mortom za lijepljenje koji je većinom tvornički nastoji se postići dovoljno čvrsta veza za toplinsku izolaciju za koju se koristi EPS ili MW. Nadalje, nanosi se armaturni sloj morta i na njega se postavlja staklena mrežica. Ovim slojem sprječava se pojava pukotina zbog djelovanja vanjskih utjecaja i mehaničkih oštećenja. Posljednji dio je dekorativna žbuka za čiji izbor također ima nekoliko vrsta – mineralna, silikatna, organska, silikonska, ... [6]



Slika 32: Slojevi ETICS sustava (Izvor: [3])

6.2. Karakteristike ETICS sustava

Izvedbom kontaktne fasade također se nastoji poboljšati energetska učinkovitost građevine, odnosno sustavom toplinske izolacije pokušava se uštedjeti na potrebnoj energiji. Za postizanje potpune robusnosti sustava bitno je omogućiti ispravno funkcioniranje svih navedenih dijelova, a to se postiže dobrom analizom i pripremom podloge te ispravnim postavljanjem [3]. Ako su navedeni uvjeti zadovoljeni uz redovito održavanje svakih 5 do 10 godina, trajnost sustava može biti i do 25 godina [33]. Budući da niti jedan princip završne obrade vanjskog zida nije savršen, za svakog postoje razlozi zbog kojih ga se preporuča koristiti, ali isto tako postoje i nedostaci koji bi se trebali unaprijediti [34].

6.3. Prednosti i nedostaci ETICS sustava

ETICS sustav je još jedna vrsta sustava koja zbog točno određenog načina izvedbe pridonosi uštedi energije pa samim time poboljšava energetska učinkovitost zgrada [34]. Bitno je napomenuti da iako se izvođenjem smanjuje pojava toplinskih mostova, nije ih moguće u potpunosti izbjeći. Razlog je nepostojanost barijere između zida građevine i obloge. Zbog toga su toplinski mostovi i dalje odgovorni za gubitak oko 30% energije [35]. Iako zahtjeva vremenski dulju izvedbu jer je potrebno točno pratiti sve propisane korake pri izvođenju, ovaj sustav svrstava se u grupu fasada koji se relativno jednostavno mogu izvoditi jer njihova izvedba nije toliko sofisticirana već se temelji na postupcima koji se primjenjuju već dugi niz godina. Još jedan razlog zbog kojeg ova tvrdnja vrijedi opravdava se u tome što na tržištu postoji mnogo izvođača s dobrim marketingom koji omogućuju izvedbu ETICS-a [35]. Uz manjak estetskih, odnosno dizajnerskih opcija, mogućnost pojava algi, korištenja neekološkog materijala, česta mehanička oštećenja od udarca, tuče ili ogrebotina, jedan od većih nedostataka povezanog sustava za vanjsku toplinsku izolaciju je njegova požarna otpornost [3,34]. Naime, ako se kao toplinska izolacija koristi ekspanzirani polistiren koji posjeduje svojstvo gorivosti nastaje velika opasnost za građevinu, ali i korisnike ukoliko dođe do požara. Ovdje je važno napomenuti da je uporaba gorivih materijala danas regulirana Pravilnikom o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara [8].

6.4. Ventilirani fasadni sustavi u odnosu prema ETICS sustavima

Uspoređujući ova dva sustava vanjske završne obrade zida koja doprinose poboljšanju energetske učinkovitosti postoje brojne razlike zbog kojih se jedan sustav smatra učinkovitijim od drugog. Prva i najveća razlika je u izvođenju i funkcioniranju sustava. Dok kod ETICS sustava svi slojevi prijanjaju jedan na drugog te se pomoću toplinske izolacije nastoje smanjiti gubitci energije, kod ventiliranih fasada u tu svrhu izvodi se ventilirajući sloj [3]. Razlike u funkcionalnosti još su vidljive i prilikom difuzije vodene pare. Već je objašnjeno da se kod ventiliranih sustava ona odvija kroz zid i ventilirajući sloj, a kod ETICS-a je ovaj proces vrlo

ograničen. Ako se sagleda estetika, ventilirajući sustavi pružaju više opcija, a prilikom nekih obnova mogu prevladati nesavršenosti podloge i omogućiti zatvaranje kritičnih zona poput kutova ili izbočina [34]. Također velika razlika između ova dva sustava vidljiva je i u cijeni koja za ventilirane sustave može biti dva do tri, ponekad i više puta veća nego kod ETICS-a, a to je ujedno i razlog njihove rjeđe izvedbe [36].

7. ANALIZA PRIMJERA GRAĐEVINA S VENTILIRANIM FASADNIM SUSTAVIMA

7.1. Centar za razvoj poduzetništva – SEECEL centar

Razvojni i poslovni centar Seecel smjestio se na području Novog Zagreba, blizu Velesajma. Ova prepoznatljiva zgrada koja uz podrum i prizemlje ima dodatnih pet etaža raspolaže širokom paletom funkcija, a edukacija, poslovni uredi i hotel samo su neke od njih [37].

Uzimajući u obzir namjenu, ali i vrstu korištenog materijala za gradnju ova uočljiva građevina može se podijeliti na tri dijela – baza, nadstruktura i krov. Prvi navedeni dio ujedno i najniži sloj građen od betona svoju namjenu pronalazi najčešće u odvijanju javnih događanja. Ova namjena omogućena je zbog pružanja otvorenog prostora s velikim dvoranama za razna predavanja i održavanje raznih događaja. Za razliku od donjeg težeg, betonskog dijela, nadstruktura je laganija obložena aluminijskim panelima [38]. I baza i nadstruktura sadrže mnogo međuprostora koji ispunjavaju samostalni volumeni, time se dobiva ugođaj grad-ulica. Na taj način ostvario se željeni dojam da interijer podsjeća upravo na eksterijer [37]. Posljednja, treća strukturalna cjelina je krov, koji se gotovo sa svake strane proteže šire od vanjskih zidova stvarajući sjenu pa tako smanjuje izloženost vanjske fasade okolišnim uvjetima [39].



Slika 33: Tri strukturalna dijela SEECEL centra (Izvor:[38])



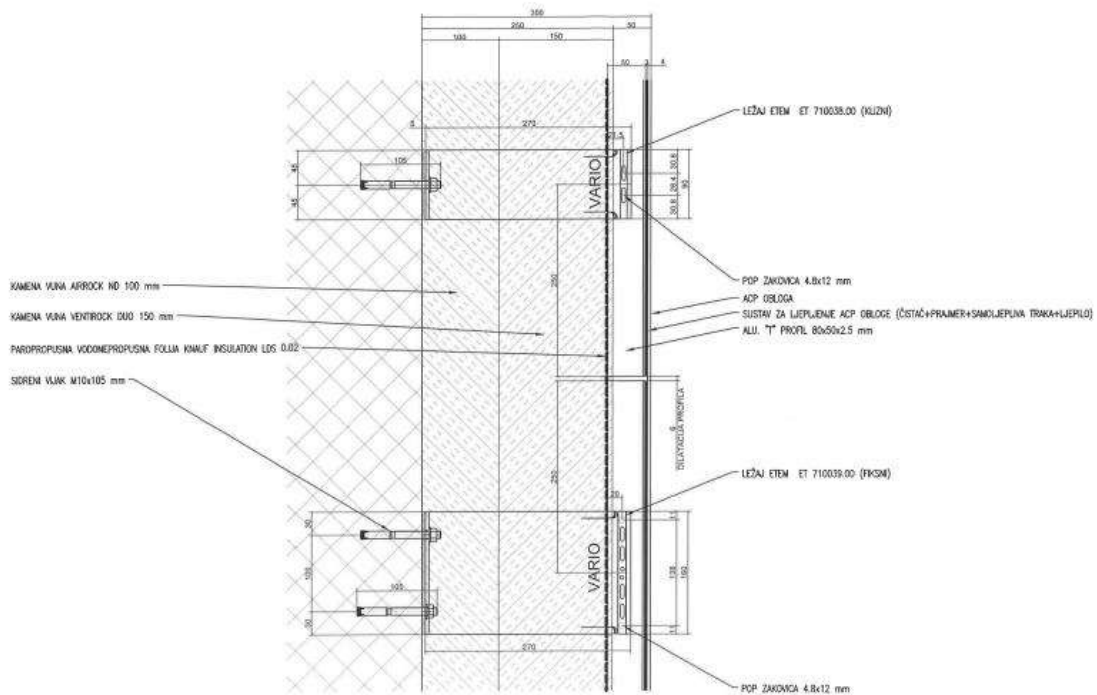
Slika 34: Prikaz postignutog dojma eksterijera (Izvor: [39])

Cjelokupni donji dio objekta, zamišljen kao sendvič panel, građen je “in situ”, a čine ga unutarnji i vanjski zidovi od armiranog betona između kojih se nalazi izolacija u čiju svrhu je korišten ekstrudirani polistiren, XPS [40].



Slika 35: Vanjska obloga donjeg betonskog dijela (Izvor:[40])

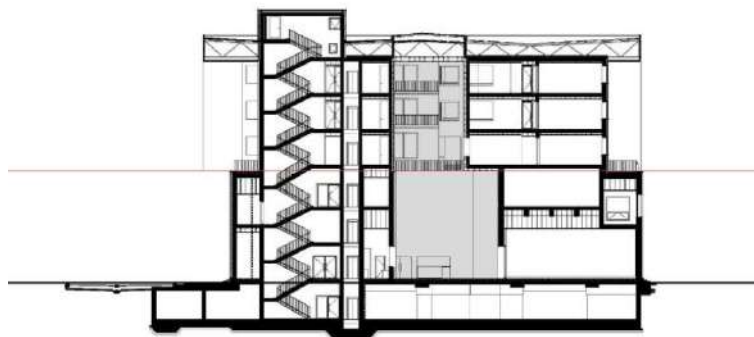
Kod viših katova i krovova u pogledu vanjske obloge korišten je sustav sa samostalnom ventilacijom [40]. Ventilirani sustav postigao se korištenjem aluminijskih kompozitnih panela koji su postavljeni na podkonstrukciju [41]. Naime, kako bi se izbjegla upotreba zakovica i njihovo isticanje korištena je čelična podkonstrukcija koja je namijenjena ljepljenju odabranih fasadnih aluminijski panela [42].



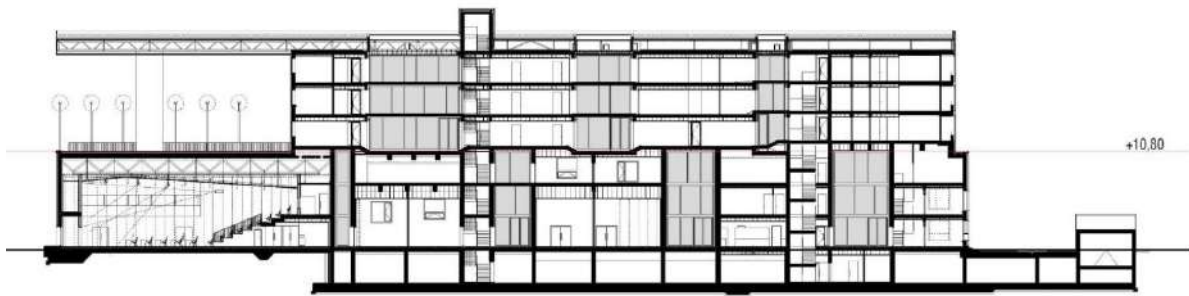
Slika 36: Prikaz vanjskog dijela viših etaža – nadkonstrukcija (Izvor: [43])

Dodatno, prilikom projektiranja ove građevine nastojalo se postići i smanjenje korištenja energije. Ova ušteda se postiže korištenjem različitih specifikacija kao što su male fotonaponske ćelije na krovu ili vjetrenjače na zapadnom dijelu zgrade koje pridonose proizvodnji energije koju građevina koristi [40].

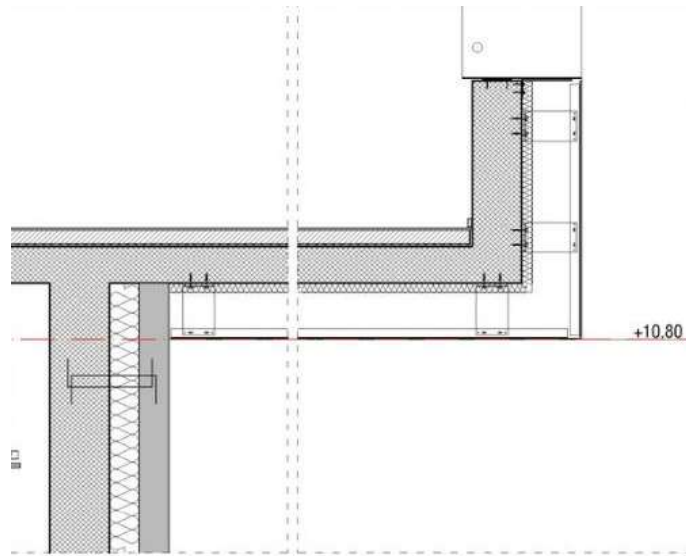
Sve specifikacije koje su dosada navedene upućuju na to da iako se prava funkcionalnost građevine još mora pronaći, gradnjom ovog centra postignuto je željeno uklapanje u urbani prostor tog dijela grada [40].



Slika 37: Poprečni presjek centra (Izvor:[38])



Slika 38: Uzdužni presjek centra (Izvor: [38])



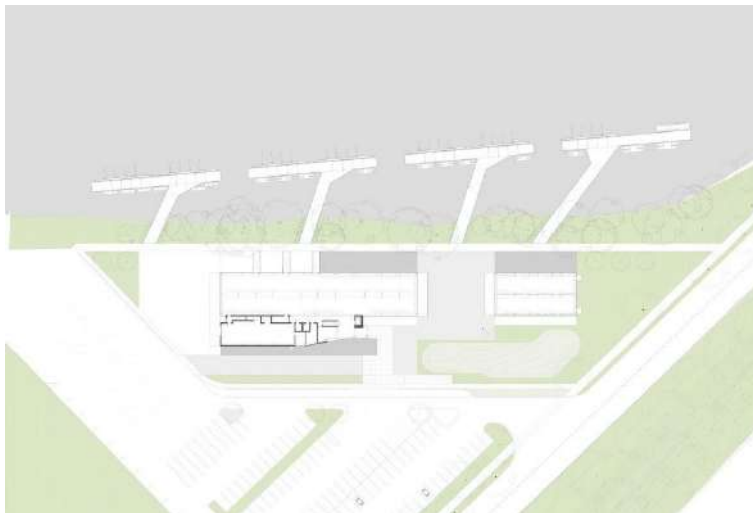
Slika 39: Detalj fasade donjeg betonskog i gornjeg ventiliranog dijela (Izvor:[38])

7.2. Harry Parker Community Boat House

Harry Parker Community Boat House smješten u Bostonu, SAD, očarava inovativnim, održivim i vrlo funkcionalnim dizajnom. Izgradnjom navedenog veslačkog centra želio se postići što bolji sklad s rijekom i prirodom koja ga okružuje, ali i njegovom namjenom [44].

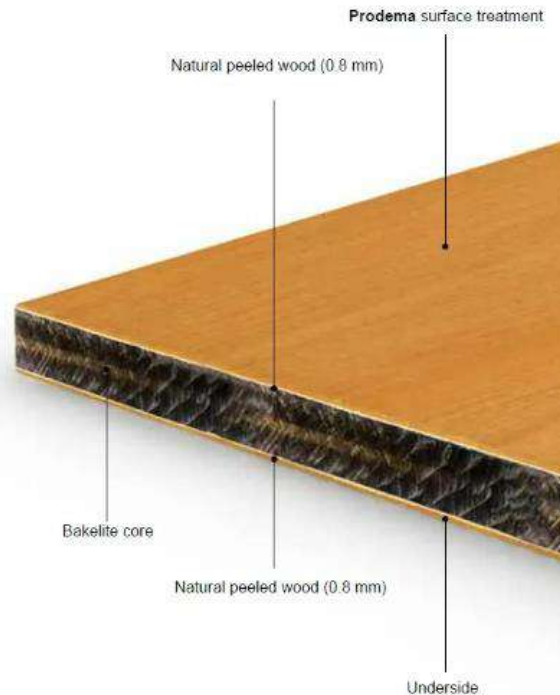


Slika 40: Harry Parker Community Boat House (Izvor: [45])



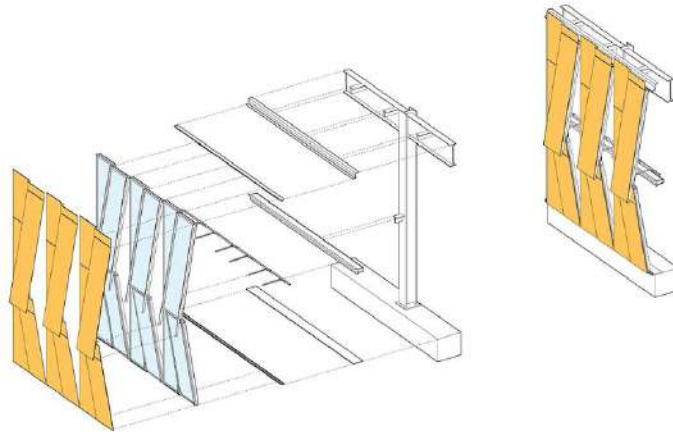
Slika 41: Prikaz smještaja veslačkog centra u okolišu (Izvor: [46])

Glavna, upravna zgrada veslačkog centra veličine je približno 1500 m² i u njoj su smještene prostorije za treninge, svlačionice, uredski prostori i prostori za druženja. Kako bi se u isto vrijeme zadovoljile potrebe dizajna i funkcionalnosti, odnosno postigla okolišna tematika te osigurala dovoljna toplinska izolacija i ušteda energije odabrana je izrada ventiliranog fasadnog sustava sa završnom oblogom od drveta. Ovdje je završna obloga zapravo HPL odnosno pod tlakom prešani drveni paneli koji su izvana obloženi slojem prirodnog drveta [47].

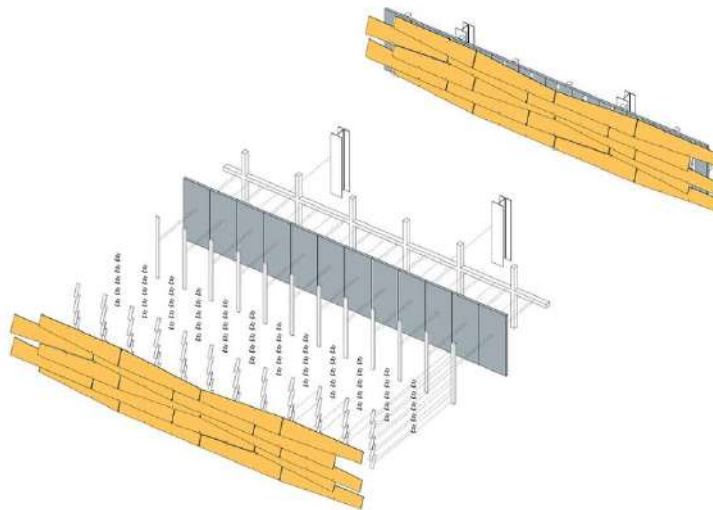


Slika 42: HPL drveni panel (Izvor: [48])

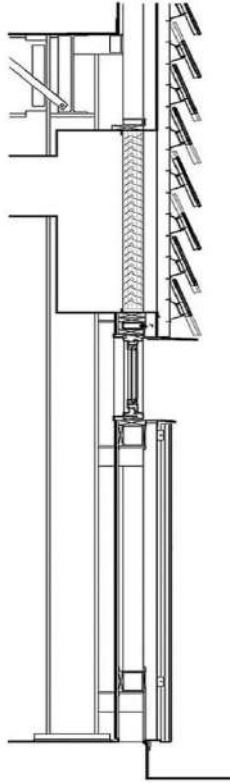
Vanjska obloga te glavne zgrade može se podijeliti na dva dijela – gornji i donji dio. Dok se u donjem dijelu korištenjem inovativnog mehanizma omogućilo potpuno otvaranje cjelokupnog sustava ovisno o potrebama ventilacije u gornjem dijelu izrađena je klasični sustav ventilirane fasade. Također, način slaganja vanjske završne obloge izveden je na ciljani način kako bi se prilikom otvaranja sustava dobio dojam kretanja vesla. Bitno je i spomenuti da su profili na koje se oslanjaju drveni paneli u oba dijela aluminijski [47].



Slika 43: Fasadni sustav donjeg dijela (Izvor: [46])



Slika 44: Fasadni sustav gornjeg dijela (Izvor: [46])



Slika 45: Poprečni presjek kroz gornji i donji dio fasadne obloge veslačkog centra (Izvor: [45])

7.3. Olimpijska kuća

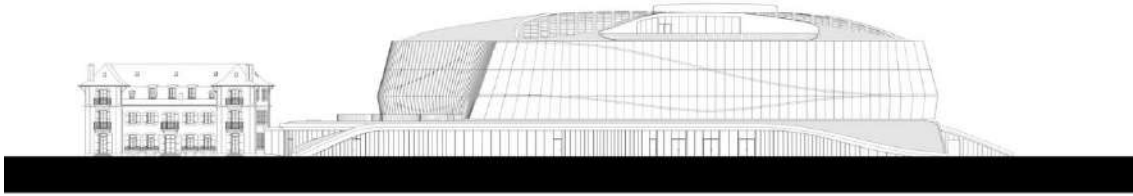
Olimpijska kuća, smještena na samoj periferiji Laussane u Švicarskoj, projektirana je i izgrađena kao središnja zgrada za potrebe Međunarodnog olimpijskog odbora [49]. Novo sjedište prostire se uz prizemlje na četiri kata s vrlo otvorenim unutrašnjim prostorom te jednom ukopanom razinom, a obuhvaća 24 000 m² [50]. Budući da je navedena građevina smještena unutar samog parka arhitekti su nastojali dizajn što kvalitetnije uklopiti u okolinu, ali i usmjeriti prema budućnosti [49]. Simbolizam projektiranja najjasnije vidi se u pogledu odozgo gdje su tlocrti viših razina te fotonaponski paneli na krovu oblikovani poput goluba mira. Također, ideja za oblikovanje fasade proizašla je iz same funkcije potrebne građevine – valovita fasada predstavlja dinamičnost sporta i kretanje sportaša [50].



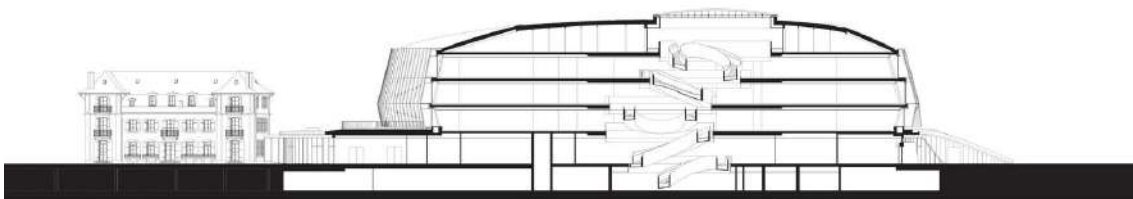
Slika 46: Idejni prikaz i smještaj olimpijske kuće na parceli (Izvor: [51])



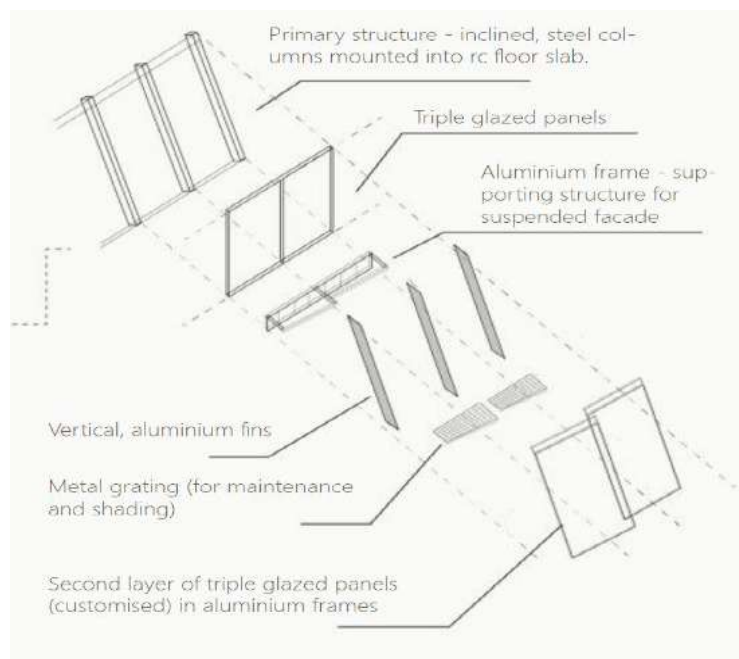
Slika 47: Izvedbeni prikaz i smještaj olimpijske kuće na parceli (Izvor: [51])



Slika 48: Pogled na olimpijsku kuću (Izvor: [51])



Slika 49: Presjek kroz olimpijsku kuću (Izvor: [51])

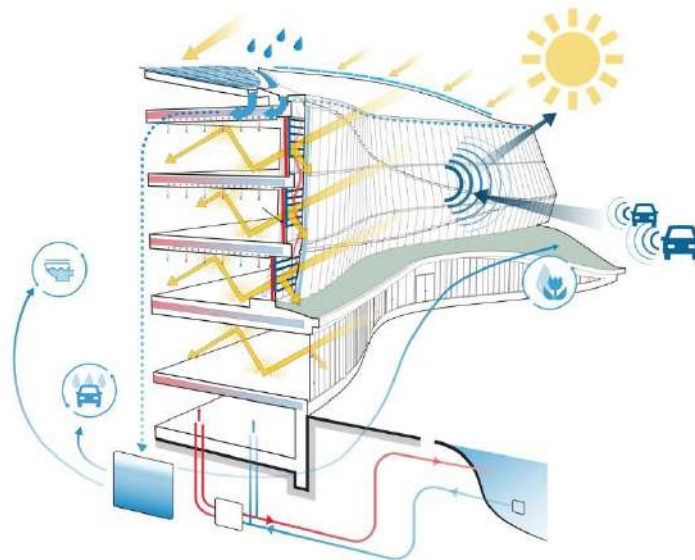


Slika 50: Dijelovi fasadnog sustava (Izvor: [52])



Slika 51: Vanjski izgled fasadnog sustava (Izvor: [51])

Plan da se građevina uklopi u prirodno okruženje, ali i da bude ekološki prihvatljiva osiguran je na dva načina. Osim korištenja ventiliranog staklenog fasadnog sustava kojim se poboljšavaju izolacijska svojstva i omogućava korištenje sunčeve svjetlosti kojom se ujedno smanjuju potrebe za osvjetljavanjem prostora, postavljanjem fotonaponskih ćelija na krovu također se osigurava dosta velika količina energije. Štoviše, za grijanje i hlađenje koristi se voda iz lokalnog jezera ili prikupljena kišnica [52].



Slika 52: Prikaz funkcionalnih svojstava olimpijske kuće (Izvor: [51])

8. ZAKLJUČAK

Provedena analiza ventiliranih fasadnih sustava opravdava njihovu sve češću primjenu prilikom projektiranja novih, ali i rekonstruiranja starih zgrada. Osim što poboljšavaju zvučnu i toplinsku izolaciju omogućavaju primjenu širokog spektra materijala pa se samim time mogu postići sustavi s vrlo različitim karakteristikama. Važno je istaknuti da sve povoljne karakteristike, ali i ušteda energije koja će se kroz vrijeme pokazati opravdavaju visoku cijenu postavljanja i održavanja ventiliranih sustava.

Zaključno, veliki izazov prilikom projektiranja po novim smjernicama i zahtjevima je postizanje što niže razine potrošnje energije, a upravo su ventilirani fasadni sustavi inovativno rješenje koje uz budući razvitak i određena poboljšanja može predstavljati jedan od najboljih izbora u svijetu održive gradnje.

POPIS LITERATURE

- [1] Schittich C. *Building Skins*. München; Birkhäuser: 2006.
- [2] Baciú I.R., Isopescu D.N., Lupu M.L., Maxineasa S.G., Pruna L., Dan S. *Ventilated façade solutions*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2024;1242(1):012002. Dostupno: doi:10.1088/1757-899X/1242/1/012002. [Pristupljeno: 15. srpnja.2024.]
- [3] Kalšan D., Milovanović B., HUPFAS. *Priručnik za trenere – Fasader*. Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet; Zagreb: 2016. Dostupno: <https://www.grad.unizg.hr/download/repository/Prirucnik-za-trenere-FASADER-web.pdf>. [Pristupljeno: 15. srpnja.2024.]
- [4] Roig O., Summa S., Pardal C., Isalgue A., Di Perna C., Stazi F. *Opaque ventilated façades: Energy performance for different main walls and claddings*. Energy and Buildings. 2024; 314: 0378-7788. Dostupno: doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114280>. [Pristupljeno: 15. srpnja.2024.]
- [5] Baptista J.F., Kokare S., Francisco A.V., Godina R., Aelenei D. *A comparative life cycle assessment of ETICS and ventilated facade systems with timber cladding*. Energy and Buildings. . 2024; 304: 113842 Dostupno: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113842> [Pristupljeno: 15. srpnja.2024.]
- [6] Zbašnik Senegačnik M., Kresal J. *Fasadni Ovoj*. Ljubljana; Fakulteta za arhitekto: 2004.
- [7] Herega V, Amadori M. *Energetska učinkovitost zgrada. Environmental Engineering - Inženjerstvo okoliša*. 2017;4(2):110-116. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/192580>. [Pristupljeno: 16. srpnja.2024.]
- [8] Jelčić I, Rukavina T, Čarević I, Veršić M. *Sigurna uporaba TIM-a s aspekta zaštite od požara*. Zagreb: Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine; 2021. Dostupno na: https://mpgi.gov.hr/UserDocImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Sigurna_uporaba_TIM_s_aspekta_ZOP-a_Jelcic_Rukavina_Carevic_Versic.pdf [Pristupljeno: 16. srpnja.2024.]
- [9] *Kamena vuna na alu foliji 20 mm, 1 bala/12 m²*. HVAC. Dostupno na: <https://www.hvac.hr/kamena-vuna-na-alu-foliji-20-mm-1bala12m2/498/product/>. [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024]
- [10] *Glass wool. Nuclear Power*. Dostupno na: <https://www.nuclear-power.com/nuclear-engineering/heat-transfer/heat-losses/insulation-materials/glass-wool/>. [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024]

-
- [11] Verčić Z. Tehnička regulativa gradnje – Energetska učinkovitost u zgradarstvu - Toplinska zaštita pročelja - pravila izvedbe // *Stručno usavršavanje ovlaštenih arhitekata i ovlaštenih inženjera - XIX. tečaj*; Zagreb: 2015.
- [12] Gallery of projects. *King Klinker*. Dostupno: <https://kingklinker.com/en/gallery/projects>. [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024]
- [13] CAD detalj presjeka ventilirane fasade s oblogom od fasadne opeke. *Webgradnja.hr*. Dostupno: <https://webgradnja.hr/strucni-dio/cad-detalji/cad-izvedbeni-detalji-za-ventiliranu-fasadu-rockwool-adriatic/cad-detalj-presjeka-ventilirane-fasade-s-oblogom-od-fasadne-opeke-rockwool-adriatic/77> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024]
- [14] Izovat. Ventilirane fasade. *Izovat*. Dostupno: <https://www.izovat.info/djelatnost-html/vjetro/vjetro.html> [Pristupljeno: 19. srpnja 2024]
- [15] Osnovni CAD detalj obješenog prirodnog kamena - vanjski zid ventilirane fasade. *Webgradnja.hr*. Dostupno: <https://webgradnja.hr/strucni-dio/cad-detalji/cad-detalji-vanjskog-zida-ventilirane-fasade-ursa-zagreb/osnovni-cad-detalj-objesenog-prirodnog-kamena-vanjski-zid-ventilirane-fasade-ursa-zagreb/392> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024]
- [16] Ventilirane keramičke fasade. *Kartek.hr*. Dostupno: <https://keratek.hr/keramicke-fasade.html> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024.]
- [17] Terracotta Facade Panels (Hoiting). *City Tech OpenLab*. Dostupno: <https://openlab.citytech.cuny.edu/tctbc/research/wall-materials/rainscreen/> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024.]
- [18] Kako vlaknocementne ploče čine krov ekološki prihvatljivim?. *Građevinski portal*. Dostupno: <https://gradevinski-portal.com/kako-vlaknocementne-ploce-cine-vas-krov-ekoloski-prihvatljivim/> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024.]
- [19] Swisspearl® premium facade panels at Tagus Gas building. *The Architect's Newspaper*. Dostupno: <https://www.archpaper.com/2017/07/swisspearl-tagus-gas-building/> [Pristupljeno: 19. srpnja 2024.]
- [20] How To Beautify Building Facade With Fiber Cement Board?. *Wishkarma*. Dostupno: <https://blog.wishkarma.com/know-your-material/how-to-beautify-building-facade-with-fiber-cement-board/> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024.]
- [21] Trespa pura. Ravago Building Solutions. *Ravago Building Solutions*; 2020. Dostupno: <https://ravagobuildingsolutions.com/hr/wp-content/uploads/sites/33/2020/06/trespa-pura-brosura-ravago-en-2020.pdf> [Pristupljeno: 19. srpnja 2024.]
- [22] Natural Wood Cladding for Facades. *Parlex Prodema*; 2024. Dostupno: <https://parklexprodema.com/products/cladding-panels/> [Pristupljeno: 19. srpnja 2024.]

- [23] Skejić D., Boko I., Torić N. Aluminij kao materijal za suvremene konstrukcije. *Građevinar* [Internet]. 2015; 67(11.):1075-1085. Dostupno: <https://doi.org/10.14256/JCE.1395.2015> [Pristupljeno: 19. srpnja 2024.]
- [24] Gesamtkatalog. *Prefa*. München: Prefa; 2024. Dostupno: https://www.prefa.hr/fileadmin/user_upload/HR/Downloadcenter/Marketing/Gesamtkatalog_HR.pdf [Pristupljeno: 20. srpnja 2024.]
- [25] Ventilirana Bond fasada. *SBS*. Dostupno: <https://www.sbs.com.hr/proizvod/pregled/naziv/ventilirana-bond-fasada/> [Pristupljeno: 20. srpnja 2024.]
- [26] Katalog – Fasade novog doba. *ALU-KON.*; 2019. Dostupno: <https://www.alu-kon.hr/wp-content/uploads/2019/08/ak1.pdf> [Pristupljeno: 20. srpnja 2024.]
- [27] Stamenić Lj. *Korišćenje solarne fotonaponske energije u Srbiji*. Jefferson institute; 2009. Dostupno: https://www.academia.edu/8323327/KORI%C5%A0%C4%86ENJE_SOLARNE_FOTONAPONSKE_ENERGIJE_U_SRBIJI_DR_LJUBISAV_STAMENI%C4%86 [Pristupljeno: 20. srpnja 2024.]
- [28] Photovoltaic Ventilated Facade. *ML System*. Dostupno: <https://mlsystem.pl/photovoltaic-ventilated-facade/?lang=en> [Pristupljeno: 20. srpnja 2024.]
- [29] Ventilirane fasade. *Siže projekti*. Dostupno: <http://www.size-projekti.hr/ventilirane-fasade-p10> [Pristupljeno: 20. srpnja 2024.]
- [30] Ventilirane fasade. *Site project*. Dostupno: <https://www.siteproject.hr/ventilirane-fasade/> [Pristupljeno: 20. srpnja 2024.]
- [31] Cetiner I., Özkan E. *An approach for the evaluation of energy and cost efficiency of glass facades*. *Energy and Buildings*. 2005; 37: 673–684. Dostupno: doi: doi:10.1016/j.enbuild.2004.10.007. [Pristupljeno: 21. srpnja.2024.]
- [32] Stunja K., Vilenica D., Karač Lj., Prskalo I., Gobo L., Šimunec J., Matanović M., Preglej T. *Smjernice za itradu ETICS sustava*: HUPFAS: 2016. Dostupno: <https://www.hupfas.hr/wp-content/uploads/2017/07/ETICSsmjernice2016.pdf> [Pristupljeno: 21. srpnja.2024.]
- [33] Što je ETICS sustav?. *Dominvest*. Dostupno: <https://www.dominvest.hr/sto-je-etics-sustav/> [Pristupljeno: 21. srpnja.2024.]
- [34] ETICS – how do you insulate?. *Almondia Bautipps*. Dostupno: <https://bautipps.almondia.com/en/construction-planning/house-components/etics-how-do-you-insulate/> [Pristupljeno: 21. srpnja.2024.]

- [35] Kontaktna fasada – ETICS. *Rockwool*. Dostupno: <https://www.rockwool.com/hr/primjena-proizvoda/izolacija-vanjskogzida/kontakt-na-fasada-etics/> [Pristupljeno: 21. srpnja.2024.]
- [36] Milovanović B. *Fasade i prozori*: Građevinski fakultet Zagreb. 2023. Dostupno: https://www.google.com/search?q=fasade+i+prozori+bojan+milovanoci%C4%87&oq=fasade+i+prozori+bojan+milovanoci%C4%87&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIJCAEQIRgKKGKABMgkIAhAhGAoYoAEyCQgDECEYChigATIJCAQQIRgKKGKAB0gEJMTIxMzJqMG0qAIAsAIB&sourceid=chrome&ie=UTF-8 [Pristupljeno: 21. srpnja.2024.]
- [37] SECCEL Centar Zagreb. *STRABAG Hrvatska*. Dostupno: <https://www.strabag.hr/databases/internet/public/content.nsf/web/HR-STRABAG.HRN-STARTSEITE-NEWS-SEECCEL%20Centar%20Zagreb> [Pristupljeno: 25. srpnja.2024.]
- [38] Multifunkcionalni kompleks u Novom Zagrebu: buduće žarište urbanog života?. *emajstor*. Dostupno: <https://www.emajstor.hr/clanak/627/multifunkcionalni-kompleks-u-novom-zagrebu-buduce-zariste-urbanog-zivota-sza> [Pristupljeno: 25. srpnja.2024.]
- [39] Dinamična struktura punog i praznog – Seecel centar. *Vizkultura*. Dostupno: <https://vizkultura.hr/seecel-centar/> [Pristupljeno: 30. srpnja.2024.]
- [40] Projekt SEECEL. *Hausbau*. 01. veljače 2020. Dostupno: <https://fibran.hr/wp-content/uploads/sites/11/2020/06/HB.111-PR-Fibran-Razgovor-s-povodom-Igor-Frani%C4%87.pdf> [Pristupljeno: 1. kolovoza.2024.]
- [41] Alpolic – Excellent product quality. *ALPOLIC*. Dostupno: <https://www.alpolic.eu/en/products> [Pristupljeno: 1. kolovoza.2024.]
- [42] Seecel Zagreb. *Site project*. Dostupno: <https://www.siteproject.hr/seecel-zagreb/> [Pristupljeno: 1. kolovoza.2024.]
- [43] MAPA 05 Fasada Alu kubusi 04 DETALJI. *Mingo*. Dostupno: <https://www.mingo.hr/public/documents/mgpo/grafickipriloz/3%20Bravarski%20radovi/3.2%20Radionicka%20dokumentacija%20bravarije/MAPA%2005%20Fasada%20Alu%20kubusi%2004%20DETALJI.pdf> [Pristupljeno: 1. kolovoza.2024.]
- [44] Community Rowing Boathouse/Anmahian Winton Architects. *ArchDaily*. 25. svibnja 2010.; ISSN 0719-8884. Dostupno: <https://www.archdaily.com/61394/community-rowing-boathouse-anmahian-winton-architects> [Pristupljeno: 5. kolovoza.2024.]
- [45] The Scaly Louvers Facade on Boathouse, in Brighton. *filt3rs*. 10. lipnja 2013. Dostupno: <https://www.filt3rs.net/case/scaly-louvers-facade-boathouse-brighton-371> [Pristupljeno: 5. kolovoza.2024.]

-
- [46] Boathouse. *The Architect's Newspaper*. Dostupno: <https://www.archpaper.com/2009/09/boathouse/> [Pristupljeno: 5. kolovoza.2024.]
- [47] Prodema. *Protenders*. Dostupno: <https://www.protenders.com/products/prodema> [Pristupljeno: 5. kolovoza.2024.]
- [48] Marani M. 3XN's Olympic House undulates with a parametrically designed glass curtain wall. *The Architect's Newspaper*. Dostupno: <https://www.archpaper.com/2019/07/3xn-olympic-house-undulates-with-a-parametrically-designed-glass-curtain-wall/> [Pristupljeno: 10. kolovoza.2024.]
- [49] Kaltenbach F. Subtle Symbolism: Olympic House in Lausanne. *DETAIL*. Dostupno: https://www.detail.de/de_en/subtle-symbolism-olympic-house-in-lausanne-34634 [Pristupljeno: 10. kolovoza.2024.]
- [50] Olympic House / 3XN + Itten+Brechtbühl. *The Architect's Newspaper*. Dostupno: <https://www.archdaily.com/919974/olympic-house-3xn> [Pristupljeno: 10. kolovoza.2024.]
- [51] Jedrzejek R. Technologies - Olympic House Case Study. *Issuu*. Dostupno: https://issuu.com/regina.jedrzejek/docs/tech_ab [Pristupljeno: 10. kolovoza.2024.]

POPIS SLIKA

Slika 1: Elementi ventiliranih fasadnih sustava (<i>Izvor:[3]</i>)	3
Slika 2: Kritična područja za pojavu toplinskih mostova (<i>Izvor: [7]</i>)	4
Slika 3: Prikaz sistematizacije toplinsko izolacijskih materijala (<i>Izvor: [6]</i>)	5
Slika 4: Kamena mineralna vuna (<i>Izvor:[9]</i>)	6
Slika 5: Staklena mineralna vuna (<i>Izvor:[10]</i>)	6
Slika 6: Pjenasto staklo (<i>Izvor: [6]</i>)	7
Slika 7: Ekspandirani polistiren, EPS (<i>Izvor:[8]</i>)	8
Slika 8: Ekstrudirani polistiren, XPS (<i>Izvor:[8]</i>)	8
Slika 9: Kruta poliuretanska pjena u obliku ploča (<i>Izvor:[8]</i>)	9
Slika 10: Fasadna obloga klinker opekrom (<i>Izvor:[12]</i>)	11
Slika 11: Fasadna obloga silikatnom opekrom (<i>Izvor:[11]</i>)	11
Slika 12: Presjek fasadne obloge od opeke (<i>Izvor:[13]</i>)	12
Slika 13: Fasadna obloga kamenim pločama (<i>Izvor:[11]</i>)	12
Slika 14: Presjek fasadne obloge od kamena (<i>Izvor:[15]</i>)	13
Slika 15: Fasadna obloga terracotta pločama (<i>Izvor:[11]</i>)	14
Slika 16: Presjek fasadne obloge od terracotta ploča (<i>Izvor:[17]</i>)	14
Slika 17: Fasadna obloga vlaknasto-cementnim panelima (<i>Izvor:[19]</i>)	15
Slika 18: Presjek vlaknasto - cementne fasadne obloge (<i>Izvor: [20]</i>)	15
Slika 19: Fasadna obloga HPL pločama (<i>Izvor:[21]</i>)	16
Slika 20: Presjek drvene fasadne obloge (<i>Izvor:[22]</i>)	16
Slika 21: Fasadna obloga aluminijskim kompozitnim pločama (<i>Izvor: [24]</i>)	17
Slika 22: Presjek aluminijske fasadne obloge (<i>Izvor:[25]</i>)	18
Slika 23: Fasadna obloga fotonaponskim ćelijama (<i>Izvor:[26]</i>)	18
Slika 24: Presjek fasadne obloge s fotonaponskim ćelijama (<i>Izvor:[28]</i>)	19
Slika 25: Funkcioniranje sustava u ljetnom periodu (<i>Izvor:[30]</i>)	20
Slika 26: Funkcioniranje sustava u zimskom periodu (<i>Izvor:[30]</i>)	21
Slika 27: Prikaz oštećenja fasadne obloge zbog prevelike količine vlage (<i>Izvor:[3]</i>)	23
Slika 28: Primjer dvostruke ventilirane staklene fasade (<i>Izvor:[3]</i>)	24
Slika 29: Prikaz sistematike dvostrukih ventiliranih fasada (<i>Izvor: [6]</i>)	25
Slika 30: Potpuni međustakleni prostori redom kako su navedeni (<i>Izvor: [6]</i>)	25
Slika 31: Podijeljeni međustakleni prostori redom kako su navedeni (<i>Izvor: [6]</i>)	26
Slika 32: Slojevi ETICS sustava (<i>Izvor: [3]</i>)	28
Slika 33: Tri strukturalna dijela SEECEL centra (<i>Izvor:[38]</i>)	31
Slika 34: Prikaz postignutog dojma eksterijera (<i>Izvor: [39]</i>)	32
Slika 35: Vanjska obloga donjeg betonskog dijela (<i>Izvor:[40]</i>)	32
Slika 36: Prikaz vanjskog dijela viših etaža – nadkonstrukcija (<i>Izvor: [43]</i>)	33
Slika 37: Poprečni presjek centra (<i>Izvor:[38]</i>)	33

Slika 38: Uzdužni presjek centra (<i>Izvor: [38]</i>)	34
Slika 39: Detalj fasade donjeg betonskog i gornjeg ventiliranog dijela (<i>Izvor:[38]</i>)	34
Slika 40: Harry Parker Community Boat House (<i>Izvor: [45]</i>)	35
Slika 41: Prikaz smještaja veslačkog centra u okolišu (<i>Izvor: [46]</i>)	35
Slika 42: HPL drveni panel (<i>Izvor: [48]</i>).....	36
Slika 43: Fasadni sustav donjeg dijela (<i>Izvor: [46]</i>)	37
Slika 44: Fasadni sustav gornjeg dijela (<i>Izvor: [46]</i>)	37
Slika 45: Poprečni presjek kroz gornji i donji dio fasadne obloge veslačkog centra (<i>Izvor: [45]</i>)	38
Slika 46: Idejni prikaz i smještaj olimpijske kuće na parceli (<i>Izvor: [51]</i>)	39
Slika 47: Izvedbeni prikaz i smještaj olimpijske kuće na parceli (<i>Izvor: [51]</i>).....	39
Slika 48: Pogled na olimpijsku kuću (<i>Izvor: [51]</i>)	40
Slika 49: Presjek kroz olimpijsku kuću (<i>Izvor: [51]</i>).....	40
Slika 50: Dijelovi fasadnog sustava (<i>Izvor: [52]</i>)	40
Slika 51: Vanjski izgled fasadnog sustava (<i>Izvor: [51]</i>)	41
Slika 52: Prikaz funkcionalnih svojstava olimpijske kuće (<i>Izvor: [51]</i>)	41

POPIS TABLICA

Tablica 1 : Prednosti i nedostaci staklenih ventiliranih fasada (*Izvor:[3]*) 27