VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

EKONOMSKA IN TEHNIČNA ANALIZA KLASIČNE FASADE V PRIMERJAVI Z LESENO PREZRAČEVANO FASADO

Kandidatka: Valerija Napast

Vrsta študija: študentka izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Vladimir Dragorajac, univ. dipl. inž. grad.

Mentor v podjetju: Rok Sagadin, dipl. inž. grad., mag. posl. ved

Lektorica: Nataša Muršec, univ. dipl. prof. slov. in geo.

Maribor, 2025

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisana Valerija Napast sem avtorica diplomskega dela z naslovom Ekonomska in tehnična analiza klasične fasade v primerjavi z leseno prezračevano fasado, ki sem ga napisala pod mentorstvom Vladimirja Dragorajaca, univ. dipl. inž. grad.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne, kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Ptuj, november 2025 Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, Vladimirju Dragorajacu, univ. dipl. inž. grad., za strokovno vodenje in usmerjanje pri pripravi diplomskega dela.

Hvala tudi podjetju CESTNO PODJETJE PTUJ D. D., v katerem sem zaposlena, za vso literaturo, ki sem jo potrebovala pri pisanju diplomskega dela. Prav tako se zahvaljujem mentorju v podjetju, Roku Sagadinu, dipl. inž. grad., mag. posl. ved., za svetovanje pri diplomskem delu.

Iskrena hvala tudi moji družini in prijateljici Darji za podporo in vzpodbudo v času študija.

POVZETEK

Diplomsko delo se osredotoča na primerjavo klasične kontaktne fasade in lesene prezračevane fasade predvsem z ekonomskega in tehničnega vidika. Prvi del naloge se osredotoča na tehnični opis obeh sistemov, vključno s sestavo, materiali in načinom vgradnje. Sledi časovna analiza, ki kaže, da je montaža lesene prezračevane fasade zaradi več faz in sestavnih slojev časovno daljša, vendar omogoča lažjo demontažo in večji delež materialov, ki jih lahko recikliramo.

Materiali neposredno vplivajo na bivalno klimo. Za ugodno klimo v prostoru mora fasadni ovoj dihati, saj lahko le tako odvede notranjo vlago. Različne materiale je potrebno vgraditi tako, da so med seboj ustrezno povezani in delujejo kot celota. Da ostane bivalna klima ugodna s toplotno izolacijo preprečujemo prekomerno prehajanje temperature skozi gradbene elemente ovoja iz okolice v notranjost stavbe. Vdor hrupa iz okolice preprečimo z zvočno izolacijo. Zrakotesnost fasadnega ovoja omogoča odvod odvečne vlage iz okolja in dovajanje zraka za prezračevanje. V ekonomskem delu naloge primerjamo stroške izvedbe obeh sistemov in življenjsko dobo. Ugotovljeno je, da je začetna investicija v leseno prezračevano fasado običajno višja, vendar se ta razlika lahko dolgoročno izravna zaradi boljše trajnosti, manjšega vzdrževanja in višje vrednosti objekta. Bistveni strošek pri klasični kontaktni fasadi je izbira toplotne izolacije, pri leseni prezračevalni fasadi pa fasadna obloga. Ne glede na materiale je povprečno strošek izvedbe lesene prezračevane fasade več kot dvakrat višji od stroška kontaktne fasade. Pri tem moramo upoštevati še stroške vzdrževanja pri obeh fasadnih sistemih, ki so obratno sorazmerni, saj je začetni nižji strošek vzdrževanja kontaktne fasade dolgoročno višji od vzdrževanja lesene prezračevane fasade.

Posebno pozornost smo v nalogi namenili tudi okoljskemu vplivu obeh sistemov, kjer se lesena fasada izkaže kot bolj trajnostna izbira v duhu krožnega gospodarstva. Les ima pomemben okoljevarstveni vidik, saj na koncu življenjske dobe predstavlja vir energije, ki ga lahko uporabimo in zmanjšamo emisije CO_2. Les in izdelki na osnovi lesa so zelo primerni za zunanje obloge, saj ne le da ustvarijo lepo in edinstveno vizualno podobo, temveč ob pravilni uporabi zagotavljajo tudi njihovo trajnost.

Ključne besede: *klasična kontaktna fasada, lesena prezračevana fasada, vlaga, trajnostni razvoj, stroškovna analiza fasade.*

ABSTRACT

Economic and Technical Analysis of a Traditional Facade Compared to a Wooden Ventilated Facade

The thesis focuses on a comparison between the conventional contact facade and the wooden ventilated facade, primarily from an economic and technical perspective. The first part provides a technical description of both systems, including their composition, materials and installation methods. A time analysis shows that the installation of a wooden ventilated facade takes longer due to its multiple phases and component layers. However, it offers easier disassembly and a higher proportion of recyclable materials.

The choice of materials has a direct impact on the indoor climate. To maintain a comfortable living environment, the facade envelope must be breathable, allowing indoor moisture to escape. Various materials need to be properly interconnected to function as a unified system. Thermal insulation is used to prevent excessive heat transfer through the envelope from the outside. Airtightness enables the removal of excess humidity and supports ventilation by allowing fresh air to circulate. The economic section compares the implementation costs and life span of both facade systems. It has been found that while the initial investment in a wooden ventilated facade is typically higher, this can be offset over time due to better durability, reduced maintenance, and the higher value of the building. In contact facades, the main cost lies in the thermal insulation, whereas in ventilated facades it is the cladding. On average, the cost of constructing a wooden ventilated facade is more than twice that of a contact facade. Maintenance costs also vary: although initially lower for contact facades, they tend to rise significantly over time, eventually surpassing those of the wooden ventilated alternative.

Special attention is also given to the environmental impact of both systems, where the wooden facade proves to be the more sustainable choice in the spirit of a circular economy. Wood carries environmental benefits, as it can be used as an energy source at the end of its life cycle, thus reducing CO_2 emissions. Wood and wood-based materials are well suited for exterior cladding not only due to their aesthetic and unique visual qualities, but also because of their durability when properly selected and maintained.

Keywords: *conventional contact facade, wooden ventilated facade, moisture, sustainable development, facade cost analysis*

KAZALO VSEBINE

1 UVOD 9

1.1 Opis področja in opredelitev problema 9

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve 9

1.3 Predpostavke in omejitve 10

1.4 Uporabljene raziskovalne metode 10

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI 11

2.1 Varnost in zdravje pri delu v primeru izvedbe klasične kontaktne in lesene prezračevane fasade 14

2.2 Organizacija gradbišča pri izvedbi fasade klasične kontaktne fasade in lesene prezračevane fasade 15

3 LASTNOSTI MATERIALOV ZA IZVEDBO FASAD 17

3.1 Izolacija 18

3.2 Lepila 20

3.3 Fasadne mreže 21

3.4 Fasadna sidra 22

3.5 PVC- letve 24

3.6 Zaključni sloji 26

4 IZVEDBA LESENE PREZRAČEVANE FASADE IN KLASIČNE KONTAKTNE FASADE 28

4.1 Izvedba lesene prezračevane fasade 28

4.2 Izvedba klasične kontaktne fasade 32

4.3 Časovna determinanta izvedbe lesene prezračevane in klasične kontaktne fasade 35

5 STROŠEK IZVEDBE LESENE PREZRAČEVANE IN KLASIČNE KONTAKTNE FASADE 37

6 POMEN VLAGE PRI LESENIH PREZRAČEVANIH IN KLASIČNIH KONTAKTNIH FASADAH 39

6.1 Vlaga pri leseni prezračevalni fasadi 39

6.2 Vlaga pri klasični kontaktni fasadi 40

7 TRAJNOSTNA GRADNJA VPLIVA NA DOSTOPNOST STANOVANJ.....42

7.1 POZITIVNI VPLIVI TRAJNOSTNE GRADNJE NA DOSTOPNOST STANOVANJ.....44

8 ZAKLJUČEK 46

8.1 HIPOTEZE 46

9 VIRI, LITERATURA.....48

KAZALO SLIK

SLIKA 1: GLAVNE ZNAČILNOSTI ZAKLJUČEVALCA PO BELBINOVEM TESTU TIMSKIH VLOG 12

SLIKA 2: GLAVNE ZNAČILNOSTI POVELJNIKA PO MYERS-BRIGGSOVEM TESTU OSEBNOSTI 13

SLIKA 3: PRIMERJAVA KONTAKTNE FASADE S PREZRAČEVANO. 14

SLIKA 4: DETAJL LESENE OBEŠENE OBLOGE 18

SLIKA 5: DETAJL KONTAKTNE FASADE 18

SLIKA 6: DELITEV IZBRANIH TOPLOTNO-IZOLACIJSKIH MATERIALOV 19

SLIKA 7: UPORABA MREŽICE IZ STEKLENIH VLAKEN 22

SLIKA 8: PLASTIČNO SIDRO.....23

SLIKA 9: FASADNO SIDRO S KOVINSKIM JEDROM 24

SLIKA 10: SIDRO S SAMO-ZATEZNIM MOMENTOM.....24

SLIKA 11: PROFIL ZA PODZIDEK.....25

SLIKA 12: PVC-FASADNI VOGALNI PROFIL 26

SLIKA 13: ODKAPNI PROFIL 26

SLIKA 14: OKENSKA PRIKLJUČNA LETEV 26

SLIKA 15: TIPI LESENIH FASADNIH OBLOG 28

SLIKA 16: SESTAVA LESENE PREZRAČEVANE FASADE 31

SLIKA 17: STRUKTURA PODKONSTRUKCIJE GLEDE NA TIPOLOGIJO LESENE PREZRAČEVANE FASADE 32

SLIKA 18: BARVNO ODSTOPANJE.....32

SLIKA 19: SIVENJE LESENE OBLOGE.....33

SLIKA 20: LUŠČENJE BARVE IN RAZPOK.....32

SLIKA 21: OBREMENITVE ZARADI VETRA 33

SLIKA 22: LESENE GLIVE 34

SLIKA 23: PRIMERI PRISOTNOSTI INSEKTOV V LESU 34

Slika 24: Debeloslojna (levo) in tankoslojna (desno) kontaktno-izolacijska fasada 35
Slika 25: Sestava kontaktne izolirane fasade 36
Slika 26: Stroškovna primerjava med klasično fasado in leseno fasado v €/ m² 39
Slika 27: Bistveni dejavniki višje cene lesene prezračevane fasade 40
Slika 28: Nastanek poškodb na lesenih fasadah zaradi močenja in sušenja. 43
Slika 29: Primerjalna analiza vlage med klasično fasado in leseno fasado 44
Slika 30: Osnovne funkcije fasade 45
Slika 31: Les in njegov vpliv na okolje in trajnost 46

KAZALO TABEL

Tabela 1: Nevarnosti in varnostni ukrepi pri izvedbi kontaktne in prezračevane fasade 15
Tabela 2: Primerjava izolacije pri klasični kontaktni fasadi in leseni prezračevani fasadi 20
Tabela 3: Primerjava lepila pri klasični kontaktni fasadi in leseni prezračevani fasadi 21
Tabela 4: Primerjava fasadne mreže pri klasični kontaktni in leseni prezračevani fasadi 22
Tabela 5: Primerjava fasadnih sider pri klasični kontaktni in leseni prezračevani fasadi 25
Tabela 6: Primerjava zaključnega sloja pri klasični in leseni fasadi 29
Tabela 7: Klasična kontaktna fasada in lesena prezračevana fasada po fazah izvedbe 36
Tabela 8: Povprečni čas izvedbe obeh fasad po fazah v dnevih za 100 m² 37
Tabela 9: Reciklaža lesene prezračevane in kontaktne klasične fasade 47

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Primerjava kumulativnih stroškov klasične in trajnostne gradnje 48

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Fasada je pomemben del stavbe, je zaščita, ki nas varuje v zimskem in poletnem času. Fasada daje estetski videz, vendar se bomo v nalogi osredotočili predvsem na tehnološko plat klasične kontaktne fasade in lesene prezračevane fasade ter analizirali njene prednosti in slabosti. Za lažjo analizo se bomo predhodno seznanili z materiali za izvedbo. Primerjava bo pretežno temeljila na stroškovnem vidiku in pomenu vlage za obe primerjani fasadi.

Lesene fasade prepričajo z naravnim pridihom in prijaznostjo do okolja, saj je les obnovljiv vir, se lažje reciklira in ponovno uporabi. Dobra izolativnost fasade in kombinacija lesa z drugimi materiali nam omogočajo uporabo lesenih fasad tako na tradicionalnih kot sodobnih stavbah. Pravilna nega lesa in njegova naravna odpornost nam dajeta tudi dolgo življenjsko dobo stavbe. Les je pri prezračevanih fasadah odmaknjen od zidu, kar omogoči ustvarjanje zračnega kanala, ki uravnava vlago.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen diplomskega dela je predstaviti prednosti in slabosti dveh vrst fasad, in sicer klasične kontaktne in lesene prezračevane. Pri primerjavi bomo izpostavili lastnosti materialov, ki so potrebni za izvedbo fasad, stroškovni vidik in pomen vlage. Svetovne smernice poudarjajo pomen in ozaveščajo o ekološkem in trajnostnem načinu življenja. Naše izhodiščno mnenje je, da lesena prezračevana fasada predstavlja ekološki in trajnostni vidik.

Cilj diplomskega dela je potrditi oziroma ovreči osnovne trditve, ki smo jih predpostavili, in sicer:

- H1 - Izvedba lesene prezračevane fasade je 20 % dražja od kontaktne fasade.
- H2 - Terminsko se izvedba prezračevane fasade podaljša za 10 % napram kontaktni fasadi.
- H3 - Lesena prezračevana fasada vsebuje več materialov, ki se lahko reciklirajo.
- H4 - Lesena prezračevana fasada je ekološko trajnostno bolj sprejemljiv način gradnje in s tem dolgoročno prispeva na cenovno dostopnost stanovanj.

1.3 Predpostavke in omejitve

V diplomskem delu se bomo omejili na opis klasične kontaktne fasade v primerjavi z leseno prezračevano. Uporabljene so lahko raznolike barve in kompozicije, njihova prednost je velika ekološka sprejemljivost. Z natančno raziskavo bomo dodobra spoznali, kaj so prednosti in slabosti lesene fasade.

Kot omejitvene dejavnike diplomskega dela lahko izpostavimo:

- pomanjkanje lastnih izkušenj,
- pomanjkanje literature,
- pomagali si bomo s strokovno literaturo v slovenskem in angleškem jeziku, z uporabo spleta in s spletnimi gradivi oz. viri,
- zaradi nestabilnosti cen v gradbeništvu smo se omejili na cene materialov, dobljenih v drugi polovici leta 2025.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

K delu bomo pristopili analitično, saj bomo poudarili raziskovanje vzrokov pojavov ali procesov in ugotavljali njihove medsebojne odvisnosti. Analitični pristop k raziskovanju je kvalitativen (deduktiven) in kvantitativen (induktiven). Deduktivna metoda je način logičnega sklepanja na temelju splošnih zaznav oziroma teorij. Pri induktivni metodi pa na temelju posameznih primerov oziroma pojavov, ki so kvantificirani s statističnimi in drugimi podatki, preverjamo teoretične ugotovitve, kvantificiramo smer odvisnosti med ekonomskimi pojavi in kvantificiramo intenzivnost te odvisnosti.

Uporabljen bo tudi deskriptivni pristop k raziskovanju, ki daje prednost opisu dejstev. V okviru tega pristopa bomo uporabili metodo deskripcije (opisovanje dejstev brez znanstvenega tolmačenja in pojasnjevanja – opisovanje lesene in kontaktne fasade), metodo klasifikacije (postopek definiranja pojmov - lesena prezračevana fasada, klasična kontaktna fasada), komparativno metodo (primerjava enakih in podobnih dejstev) in metodo kompilacije (povzemanje opazovanj, spoznanj, stališč, sklepov in rezultatov različnih avtorjev).

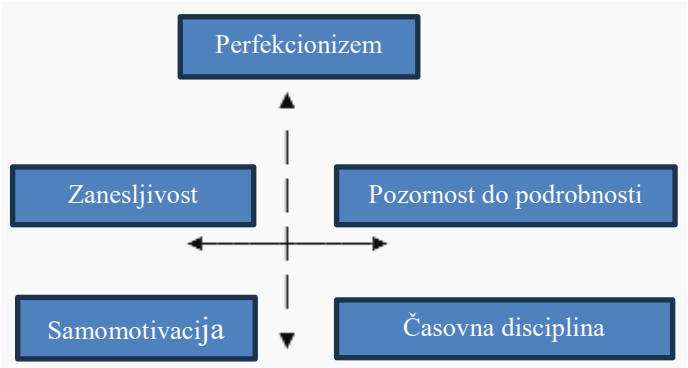
Podatki bodo primarni in sekundarni. Primarne podatke bomo pridobili v podjetju, sekundarne pa v razpoložljivi literaturi (tuja literatura, članki, knjižnično gradivo, prospekti uporabljenih materialov, spletni viri …).

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI

Vsak projekt oblikuje projektna skupina, ki jo sestavljajo različni strokovnjaki, ki sodelujejo pri načrtovanju, izvedbi in nadzoru gradbenega objekta. Vsi udeleženi v projektni skupini morajo prevzeti odgovornost za uspešno zaključen projekt, kar pomeni, da se projekt izvede varno, kakovostno, v predvidenem času in finančnem okviru. V prvi fazi arhitekti in projektanti poskrbijo za vizijo projekta. Delavci poskrbijo, da projekt raste tudi fizično. Med izvajanjem projekta ima prav vsak član projektne skupine možnost za rast in razvoj. Projektna skupina deluje na podlagi projektne naloge, časovnega in finančnega plana, zakonodaje in dogovorjene komunikacije med člani. Največje zadovoljstvo projektne skupine je dokončan projekt, ki služi svojemu namenu.

Pomembnost projektne skupine smo bodoči diplomanti obravnavali tudi na sedežu strokovne šole Academia. Pod vodstvom šole smo izpolnili Belbinov test timskih vlog in Myers-Briggsov test osebnosti. Na podlagi rezultatov so nastale projektne skupine, kjer smo naloge razdelili med posameznike glede na njihove izkušnje in različne značaje.

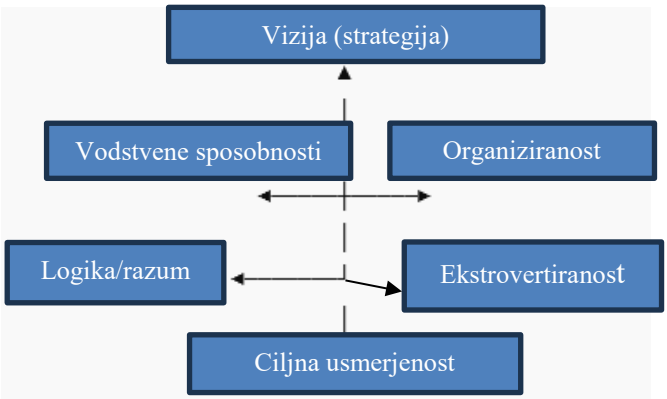
Na osnovi rezultatov Belbinovega testa sem bila opredeljena kot zaključevalec, za katerega je značilna skrbnost, urejenost, vestnost, prizadevnost in zanesljivost. Zaključevalec je zelo pozoren na podrobnosti, ne mara brezbrižnosti, nerad prenaša naloge na druge in jih raje reši sam. V skupini spodbuja občutek nujnosti, je dober pri izpolnjevanju rokov, ima visoke standarde in visoko stopnjo natančnosti. Spodbuja skupinski duh in je prilagodljiv ljudem in položajem. Med njegovimi slabostmi je izpostavljena skrb zaradi malenkosti in nenaklonjenost, da se stvari spustijo iz rok. Naloge so dokončane pravočasno, natančno in brez napak. Preverja kakovost in skladnost končnega izdelka.



Slika 1: Glavne značilnosti zaključevalca po Belbinovem testu timskih vlog

Vir: (Lasten vir)

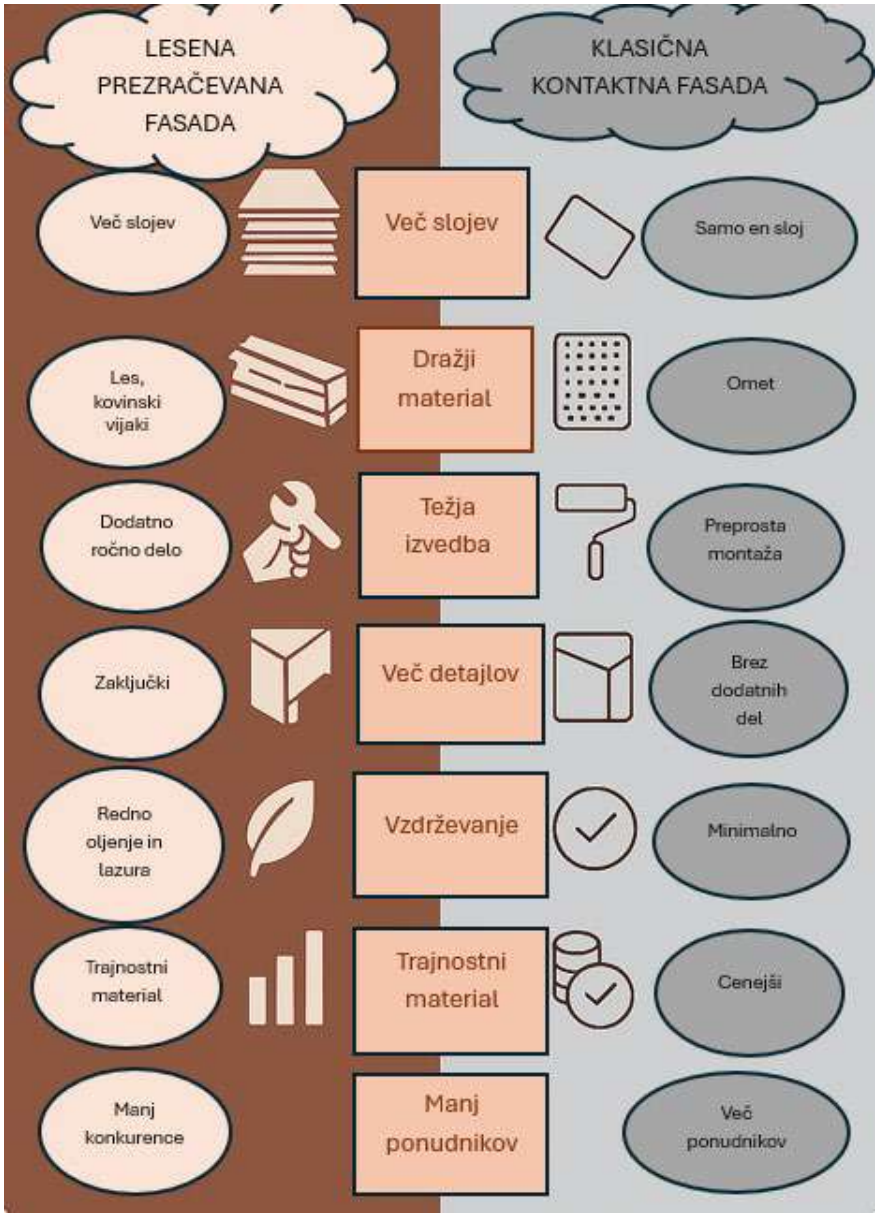
Po Myers-Briggsovem testu osebnosti sem opredeljena kot poveljnik, za katerega prevladuje ekstrovertiranost, intuicija, logičnost, načrtnost in nemirnost. Poveljnik je naravni vodja, strateško usmerjena osebnost, ki zna organizirati, usmerjati in motivirati druge k doseganju ciljev. Je odločen, učinkovit in pogosto zelo uspešen na vodstvenih položajih. Možne slabosti so prevelika dominantnost, nestrpnost do počasnih ali neorganiziranih, prevelika osredotočenost na cilje in neprilagodljivost.



Slika 2: Glavne značilnosti poveljnika po Myers-Briggsovem testu osebnosti

Vir: (Lasten vir)

Na skupinskih srečanjih smo razčlenjevali in analizirali teme diplomskih del glede na naše znanje in izkušnje. Predstavila sem temo svojega diplomskega dela. Osredotočili smo se na analizo in primerjavo med klasično kontaktno in leseno prezračevano fasado. Razpravljali smo predvsem o materialih, ki jih potrebujemo za obe fasadi, o njuni izvedbi, stroškovni analizi, vplivu vlage na obe vrsti fasade in trajnostnem vidiku fasad ter s tem povezano dostopnostjo stanovanj. Ugotovili smo, da imata obe fasadi svoje prednosti in slabosti. Glavna prednost lesene prezračevane fasade je trajnostni, naravni vidik. Ugotovljeno je, da so stroški izvedbe lesene prezračevane fasade višji, saj je kompleksnost fasade neprimerljivo večja.



Slika 3: Primerjava kontaktne fasade s prezračevano.

Vir: (Lasten vir)

V projektni skupini smo ugotovili, da so dobra organizacija, sodelovanje in dobri odnosi ključnega pomena za hitro in uspešno končan projekt. Ob nastanku težav smo strnili glave in jih skupno reševali.

2.1 Varnost in zdravje pri delu v primeru izvedbe klasične kontaktne in lesene prezračevane fasade

Pri izvedbi klasične kontaktne fasade in lesene prezračevane fasade je zelo pomembna varnost pri delu, saj vključuje delo na višini, rokovanje z različnimi materiali in uporabo orodij ter naprav.

Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih, ki jo je sprejelo Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti leta 2005, določa minimalne zahteve za varnost in zdravje delavcev pri gradbenih delih, vključno z izvedbo fasad in uporabo gradbenih odrov. Upoštevati je potrebno načela varnosti in zdravja, kot jih določa Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1), ki vključuje oceno tveganj, povezanih z arhitektnimi, tehničnimi in organizacijskimi vidiki projekta.

Tabela 1: Nevarnosti in varnostni ukrepi pri izvedbi kontaktne in prezračevane fasade

Vidik dela	**Lesena prezračevana fasada**	**Klasična kontaktna fasada**
Glavna nevarnost	Padec, ureznine, prah, hrup	Padec, kemične snovi, prah, cement, stiropor, mineralna volna
Osebna varovalna oprema	Čelada, očala, rokavice proti urezninam, slušalke, varovalni pas, zaščitna obutev, delovna obleka	Čelada, očala, rokavice, maska, varovalni pas, zaščitna obutev, delovna obleka
Posebni ukrepi	Prezračevanje pri impregnaciji lesa	Mešanje lepil v prezračevanem prostoru
Oder	Stabilen, pravilno sestavljen in sidran oder, redno pregledan	Stabilen, pravilno sestavljen in sidran oder, redno pregledan
Požarna tveganja	Večja – les, premazi	Majhna
Usposobljenost	Delo na višini, rokovanje z orodjem	Delo na višini, rokovanje z lepilom

Vir: (Lasten vir)

Za obe vrsti fasad velja, da je potrebno sklicati uvodni varnostni sestanek. Gradbišče mora biti jasno označeno in dostop omejen nepooblaščenim osebam. Izdelan mora biti načrt organizacije gradbišča z označenimi potmi, skladišči in varnostnimi območji. Delavci morajo biti usposobljeni za delo na višini in ravnanjem z različnimi orodji in materiali. Gradbišče mora imeti dokazila o zanesljivosti vse opreme, vključno z gradbenimi odri, dvižnimi ploščadmi in košarami. Vsa oprema mora biti tehnično brezhibna, redno vzdrževana in uporabljena izključno za predvidene namene. Dostopna mora biti oprema za prvo pomoč, prav tako usposobljena oseba zanjo. Redno je potrebno pregledovati orodja, vodnike in električne priključke. Dela na odrih in fasadah se smejo izvajati le v primernih vremenskih razmerah. Močan veter, dež ali zmrzal lahko ogrozijo stabilnost konstrukcije ali varnost delavcev, zato je potrebno v takih primerih delo prekiniti.

Varnostni načrt je ključni dokument, ki zagotavlja sistematičen pristop k obvladovanju tveganj na gradbišču in služi kot osnova izvajanja ukrepov za varnost in zdravje pri delu. Njegova primarna vloga je preprečevanje nezgod, zmanjševanje zdravstvenih tveganj ter zagotavljanje skladnosti z zakonskimi in tehničnimi zahtevami, kot jih določa Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih, 2005).

2.2 Organizacija gradbišča pri izvedbi klasične kontaktne fasade in lesene prezračevane fasade

Organizacija gradbišča pri izvedbi klasične kontaktne fasade in lesene prezračevane fasade je ključna za varno, učinkovito in kakovostno izvedbo del. Ne glede na vrsto fasade mora biti organizacija dela in prostora urejena tako, da zagotavlja:

- varnost delavcev in mimoidočih,
- učinkovitost poteka del,
- dober dostop za transport in skladiščenje materiala,
- ustrezne delovne pogoje (vremenska zaščita, prezračevanje, suho skladiščenje),
- red in čistočo na gradbišču.

Načrt organizacije gradbišča (NOG) je tehnični in organizacijski dokument, ki določa prostorsko razporeditev, logistične postopke in časovni okvir izvajanja del na gradbišču. Njegov namen je zagotoviti učinkovito, varno in ekonomično izvedbo gradbenega projekta z optimizacijo uporabe virov, kot so delovna sila, oprema, materiali in prostor. Vključuje grafični prikaz (situacijski načrt) in pisni opis organizacije gradbišča, kjer so opredeljena delovna območja, skladiščni materiali, dostopne poti, začasni objekti, kot so pisarne in sanitarije, ter območja za stroje. NOG obravnava tudi logistiko transporta materialov, gibanja strojev in dostopa osebja, varnostne ukrepe z označbo nevarnih območij, postavitvijo zaščitnih ograj, signalizacijo in evakuacijskimi potmi ter časovni vidik z določitvijo faz gradnje in urnikov za usklajevanje del različnih izvajalcev.

3 LASTNOSTI MATERIALOV ZA IZVEDBO FASAD

Za fasado, zunanji del stavbe, ki je trajnostna rešitev, potrebujemo arhitekturne elemente, gradbeni material, pripomočke in tehnologijo. Izbor le-teh je zelo pomemben, saj je od njih odvisna splošna funkcionalnost stavbe, zaščita pred vremenskimi vplivi, estetski videz in energetska učinkovitost. Diplomsko delo bo usmerjeno na klasično kontaktno fasado in leseno prezračevano fasado.



Slika 4: Detajl lesene obešene obloge

Vir: (https://www.coinhab.si/nasveti/172/Prezracevana_fasada)

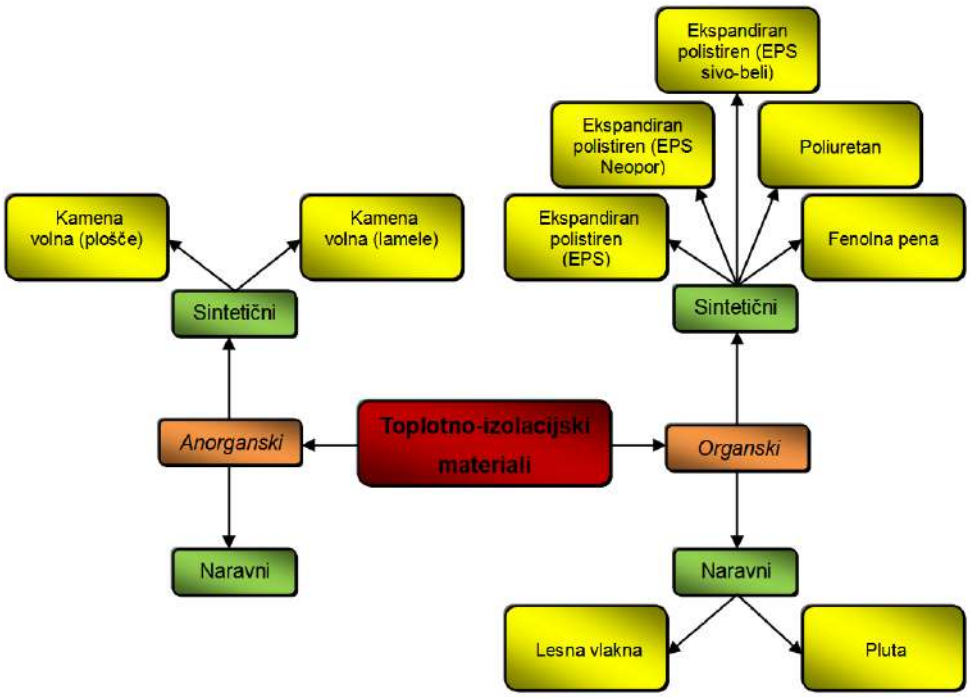


Slika 5: Detajl kontaktne fasade

Vir: (https://ziti.si/shematicni-prikaz-detajlne-vgradnje-fasadnih-sistemov/)

3.1 Izolacija

Za toplotno izolacijo je mogoče uporabljati več vrst materialov, ki se razlikujejo po izvoru, kemijski sestavi in strukturi, ki imajo toplotno prevodnost (λ) manjšo od 0,05 W/mK. (Žitnik, in drugi, 2012).



Slika 6: Delitev izbranih toplotno-izolacijskih materialov

Vir: (https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=86124&lang=slv)

Izbira izolacije je pomembna, saj skrbi za toplotno in zvočno izolacijo, ognjevarnost in količino vlage v prostoru. Vpliva na porabo energije, ki jo potrebujemo za ogrevanje ali hlajenje.

Pri kontaktni fasadi je kot izolacijski material najpogosteje uporabljen stiropor (EPS-ekspandirani polistiren), saj je cena dostopna, montaža enostavna in je edini toplotno-izolacijski material, ki ga lahko 100 % recikliramo. Alternativa stiroporu je naravni material - mineralna volna, ki pa je dražja vendar boljša, saj ima odlično zvočno izolacijo, je ognjevarna in okoljsko sprejemljivejša. Poleg tega je paropropustna, kar pomeni, da zidovi dihajo in je manjša možnost nabiranja vlage in plesni.

Za toplotno izolacijo lesene prezračevane fasade so primerni le materiali, ki ne vpijajo vlage in so hkrati paroprepustni. Pri leseni fasadi je izolacija kamena in steklena volna. Kamena volna je naravni material iz kamnine vulkanskega izvora, kot so diabaz, amfibolit in bazalt. Kamnina

se pri visoki temperaturi stopi in spremeni v ohlapno vezana vlakna, pri čemer ohrani pozitivne lastnosti kamnine. Dodatki, ki jih dodajamo vlaknom kamene volne med proizvodnjo, so vezivo in vodo odbojno ter protiprašno sredstvo. Kamena volna je sivozelene barve (Žitnik, in drugi, 2012). Izjemne toplotne in zvočne izolacijske lastnosti toplotne izolacije iz kamene volne so tudi posledica prisotnosti zraka, ujetega med mineralnimi vlakni. Toplotna izolacija iz kamene volne je naraven, trpežen, lahek in prožen material, ki ga je enostavno vgraditi in ne sprošča škodljivih snovi. Svojo obliko in trdnost ohranja več desetletij, saj vsebuje minimalne količine organskih materialov, kar zagotavlja dolgotrajno učinkovito izolacijo. Toplotna izolacija iz kamene volne pomaga zmanjšati stroške ogrevanja z zmanjšanjem toplotnih izgub pozimi in segrevanja poleti ter tako optimizira energetsko učinkovitost stavb in prispeva k trajnostni uporabi (Ravago building solutions d.o.o., brez datuma).

Tabela 2: Primerjava izolacije pri klasični kontaktni in leseni prezračevani fasadi

Tip fasade	Karakteristike izolacije	Cena (EUR/m^2)
Kontaktna klasična fasada	- dobra toplotna izolacija, - uporablja se stiropor ali mineralna volna, - stiropor je vnetljiv - potrebni ognjevarni premazi/obloge, - lahek, - odpornost na vlago, - enostavna montaža, - dolga življenjska doba (30 + let), - ekonomična in varčna, - recikliranje zahteva specializirano opremo, ki ni vedno dostopna - ekološki problem, - proizvodnja stiropora zahteva uporabo kemikalij – onesnaževanje.	Stiropor (16 cm): cca 35-40 EUR Mineralna volna (16 cm): cca 50-57 EUR – 30 % dražja od stiropora
Lesena prezračevana fasada	- uporablja se kamena volna, - dobra toplotna izolacija, - toplotna prevodnost (zmanjšanje toplotne izgube in porabe energije), - odlična zvočna izolacija, - ognjevarna in negorljiva, - enostavna montaža, - nealergena, - dolga življenjska doba, - reciklirni material, - paropropustna - ni vodoodporna.	Cca 50-57 EUR/m² (16 cm)

Vir: (Lasten vir)

3.2 Lepila

Lepila so stik izolacijskega materiala in podlage. Za različne izolacijske materiale in podlage se uporabljajo različna lepila. Lepila imajo različno hitrost sušenja in različno paroprepustnost. Zasnovana so tako, da zagotavljajo trajno in močno vez, ki lahko prenese različne vremenske vplive in obremenitve. Učinkovitost fasadnega lepila je odvisna od pravilne uporabe. Za dobro oprijemljivost je zelo pomembno, da je površina čista, suha in brez prahu ali maščob. Lepilo je potrebno izbrati glede na vrsto materiala, ki ga lepimo, in glede na specifične okoljske pogoje. Fasado lepimo s pomočjo zobate gladilke ali s pomočjo posebnih aplikatorjev. Lepilo mora biti enakomerno nanešeno po celotni površini materiala. Upoštevati je potrebno čas sušenja, ki je naveden na embalaži lepljivca, da preprečimo premike materialov med strjevanjem.

Pri kontaktni fasadi je lepilo ključno – prenaša obremenitve, povezuje sistem in določa trajnost fasade. Pri leseni prezračevani fasadi pa lepilo ni konstrukcijski element, temveč predvsem pomožno tesnilo, medtem ko mehanske povezave (lesena podkonstrukcija in pritrdila) prevzemajo vso nosilnost.

Tabela 3: Primerjava lepila pri klasični kontaktni fasadi in leseni prezračevani fasadi

Tip fasade	Karakteristike lepila	Cena (EUR/m^2)
Kontaktna klasična fasada	- Lepilo je osnovni material za lepljenje toplotne izolacije (npr. EPS-, MW-plošče) na nosilno podlago. - Zagotavlja nosilnost celotne izolacijske plošče in prenos obremenitev na podlago. - Pogosto se isto lepilo uporablja tudi kot armirna masa (v kombinaciji z mrežico iz steklenih vlaken). - Imeti mora dobro oprijemljivost na različne podlage. - Zahteva določeno fleksibilnost, odpornost na vlago in zmrzal.	Mineralno lepilo cca 2,5-4,5 €/m² PU-pena cca 7-12 €/m²
Lesena prezračevana fasada	- Lepilo se praviloma ne uporablja za pritrjevanje toplotne izolacije na nosilno steno - izolacija (npr. kamena volna) je mehansko vpeta med leseno podkonstrukcijo ali pritrjena s sidri. - Lepila imajo pomožno funkcijo (npr. za lepljenje vetrne zapore, tesnilnih trakov, folij). - Lepila so bolj elastična. - Lepila nimajo naloge nosilnosti temveč tesnjenja stikov in zaščite pred vdorom zraka/vode.	Tesnilna lepila, trakovi cca1-2 €/m²

Vir: (Lasten vir)

3.3 Fasadne mreže

Fasadna mreža je ključni gradbeni material, ki zagotavlja trajno in zanesljivo zaščito fasade. Nudi zaščito proti toplotnemu stresu zida, ki izhaja iz toplotne interakcije zaradi ponavljajočega ogrevanja in ohlajanja. Izdelana je iz steklenih vlaken z alkalno uporovnim premazom, ki zagotavljajo trpežnost in odpornost na vremenske vplive ter s tem podaljšujejo življenjsko dobo fasade. Steklena vlakna so neorganska, imajo visoko natezno trdnost in so odporna proti deformacijam. Fasadna mreža ojača omet na fasadi, skrbi za enakomerno porazdelitev obremenitve in preprečuje nastanek razpok, ki jih povzročajo večji raztezki in skrčki. Tako je fasada bolj trdna in vzdržljiva. Višja kot je gramatura fasadne mreže, boljša je njena kvaliteta. Na voljo so mreže od 145 g do 160 g. Ker je armirna mrežica vtisnjena v cementna fasadna lepila, je nujno, da je alkalijsko odporna. Izrednega pomena je tudi pravilna izvedba in vgradnja mrežice na robovih in odprtinah.



Slika 7: Uporaba mrežice iz steklenih vlaken

Vir: (https://si.fibermeshtape.com/fiberglass-mesh/fa-ade-mesh.html)

V kontaktni fasadi je mreža ključni element sistema (armaturna funkcija), medtem ko v leseni prezračevani fasadi mreža nima konstrukcijske vloge – uporablja se le kot zaščita pred insekti in manjšimi živalmi.

Tabela 4: Primerjava fasadne mreže pri klasični kontaktni fasadi in leseni prezračevani fasadi

Tip fasade	Karakteristike fasadne mreže	Cena (EUR/m^2)
Kontaktna klasična fasada	- Armaturna mrežica je iz steklenih vlaken. - Vgrajena je v lepilo nad toplotno izolacijo. - Preprečuje razpoke, razporedi napetosti, ojača površino. - V vogalih in okoli odprtin se uporabljajo dodatne mrežice za večjo odpornost proti razpokam.	0,7–1,5 €/m² Skupni strošek z vgradnjo z lepilom 4–6 €/m².

	- Na voljo so standardne mreže od 145 g do 160 g, za bolj obremenjene površine tudi 200 g. - Odporne proti alkalijam - Brež mreže kontaktna fasada ni skladna s pravilniki (ETICS).	
Lesena prezračevana fasada	- Klasične armirane mreže ni, ker ni armiranega sloja lepila. - Uporabljamo drugo vrsto mreže, in sicer protiinsektne mreže (aluminijaste, nerjaveča pločevina, plastika UV-odporna), ki so nameščene na zračnikih spodaj in zgoraj v prezračevalni reži (preprečevanje vdora insektov in glodavcev). - Naloga mrež je zaščitna (insekti, ptice), ne pa statična/armaturna.	0,5–1 €/m² (pri preračunu na celotno fasado, ker se mreža vgradi le na odprtine/zračnike).

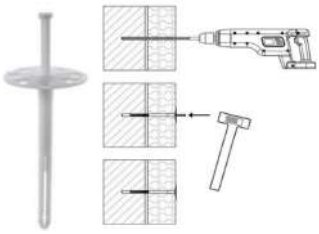
Vir: (Lasten vir)

3.4 Fasadna sidra

Fasadna sidra ohranjajo celovitost fasadnega sistema, saj preprečujejo odstopanja posameznih elementov. Uporabljajo se predvsem za pritrditev težjih fasadnih materialov (kamni, plošče, kovine) na nosilno konstrukcijo ali izolacijski sloj.

Izbira ustreznih sider je običajno določena v specifikaciji proizvajalca fasadnega sistema in jih je potrebno upoštevati, saj pravilna uporaba sider vpliva na možnost uveljavljanja morebitnih kasnejših reklamacij. Vrsto in dolžino sider izberemo glede na vrsto izolacije, debelino izolacije in podlago (material, trdnost). Po namestitvi sidra se uporabi ustrezni zaključni čep iz izolacijskega materiala, ki preprečuje nastanek toplotnih mostov in izboljša estetski videz fasade. Obstajajo različne vrste sider:

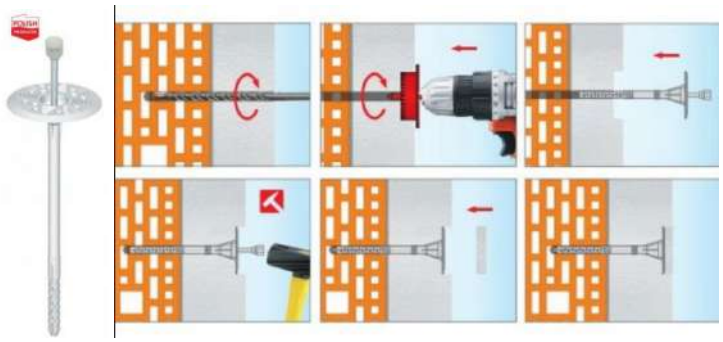
- Plastična sidra in pritrjevanje



Slika 8: Plastično sidro

Vir: (https://www.trgovina-kalcer.si/fasadno-sidro-psv?srsltid=AfmBOop7PqDBZTkDjSZAazNbQpN8brCUrlF7wv86EGx09Q-GYNlXG2Mf)

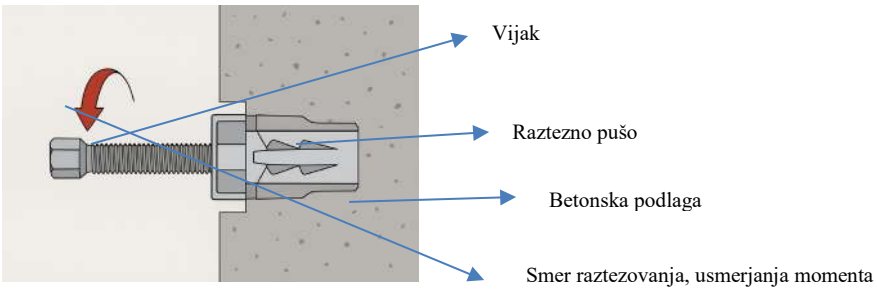
- Sidra s kovinskim jedrom in pritrjevanje



Slika 9: Fasadno sidro s kovinskim jedrom

Vir: (https://www.trgovina-kalcer.si/fasadno-sidro-s-kovinskim-jedrom-lfmg-o10mm?srsltid=AfmBOooo7N1M0c9LxUdLBNoUeF83rIj4R8v8uzLWb9VXFKFB7lpUJQ11)

- Sidra s samo-zateznim momentom



Slika 10: Sidro s samo-zateznim momentom

Vir: (Lasten vir)

Sidranje izolacijskih plošč je potrebno na betonskih, obstoječih ometih, lesu in podobnih podlagah. Prav tako je potrebno pri visokih objektih nad 22 metrov zaradi večjih obremenitev z vetrom in pri toplotni prenovi starih objektov.

Pri kontaktni fasadi so sidra cenejša, a se jih vgradi več – njihova naloga je dopolnilna k lepljenju izolacije.

Pri leseni prezračevani fasadi pa so sidra bistveni konstrukcijski element, zato so dražja, močnejša in manj številna – nosijo celotno težo obloge in podkonstrukcije. Pri pritrditvi elementov se držimo načela obstojnosti in trajnosti obloge, saj želimo s pritrditvijo preprečiti trajni stik lesa z vodo oziroma vlago. Zato mora biti profil obloge izveden tako, da voda v najkrajšem času odteče in da ne zastaja na stikih. Da ne pride do korozije, uporabljamo za pritrjevanje vijake iz aluminija in nerjavečega jekla.

Tabela 5: Primerjava fasadnih sider pri klasični kontaktni fasadi in leseni prezračevani fasadi

Tip fasade	Karakteristike fasadnih sider	Cena (EUR/m^2)
Kontaktna klasična fasada	- Sidra služijo za mehansko pritrditev izolacijskih plošč na nosilno podlago. - Skupaj z lepilom zagotavljajo stabilnost in nosilnost izolacije predvsem pri večjih višinah objektov in objektih na vetrovnih območjih. - Obvezna pri mineralni volni. - Vrste sider: plastična z raztezno konico (EPS), sidra s kovinskim vijakom. - Za mineralno volno in zahtevnejše podlage, sidra s termično ločenimi glavami za zmanjšanje toplotnih mostov. - Fasadna sidra morajo biti iste dolžine, kot je izolacija, in še minimalno 5 cm v nosilno podlago. - Število na m²: 6–8 kosov/m².	Cena na sidro: 0,25–0,50 €/kos. Strošek na m²: 1,5–4 €/m²
Lesena prezračevana fasada	- Sidra niso namenjena pritrjevanju izolacije, temveč povezavi podkonstrukcije (lesenih ali kovinskih nosilcev) z nosilno steno. - Omogočanje prezračevane reže (nastavljiva oddaljenost). - Vrste sider: kovinska konzolna sidra (jeklena, aluminijasta), nastavljiva sidra za nivelacijo podkonstrukcije. - Sidra morajo biti odporna na korozijo (inox, pocinkana jeklena). - Število na m²: 1,5–3 kos/m².	Cena na sidro: 3–8 €/kos. Strošek na m²: 5–15 €/m²

Vir: (Lasten vir)

3.5 PVC-letve

PVC-letve imajo lastnosti estetske prilagodljivosti, odpornosti na vremenske razmere in vlago ter enostavne namestitve. Izdelane so iz polivinilklorida in so pri izdelavi klasične fasade obvezne, pogosto v kombinaciji z mrežico.

PVC-letve torej uporabljamo pri kontaktni fasadi za različne namene:

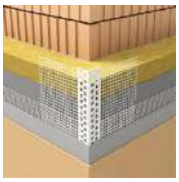
- Profil s kapnico pri stiku s podzidkom.



Slika 11: Profil za podzidek

Vir: (https://baumit.si/resitve/komponente-fasadnega-sistema/vgradnja-profila-za-podzidek)

- Vogalne letve s stekleno mrežico za ojačitev zunanjih vogalov.



Slika 12: PVC-fasadni vogalni profil

Vir: (https://www.ferk.si/product/pvc-vogalnik-z-mrezico/)

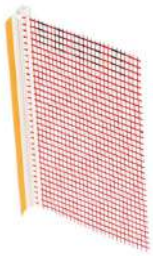
- Kapne letve nad okni in vrati za odvod meteorne vode.



Slika 13: Odkapni profil

Vir: (https://www.ferk.si/product/okenski-profil-z-mrezico/)

- Zaključne letve ob stikih z okenskimi okvirji - dilatacijskimi stiki.



Slika 14: Okenska priključna letev

Vir: (https://topdom.si/izdelek/zakljucna-letev-baumit-fensteranschlussprofil-basic/)

Pri leseni prezračevani fasadi se PVC-letve redkeje uporabljajo, saj je lesena fasada sestavljena iz obloge in podkonstrukcije. Namesto PVC-profilov se večinoma uporabljajo kovinski zaključni profili (aluminij, inox) za spodnje in zgornje zračnike in leseni ali kovinski robni zaključki na vogalih in pri stikih.

3.6 Zaključni sloji

Zaključni sloj določa končni videz in zaščito fasade pred vplivi okolja. Podvržen je stalnim temperaturnim spremembam, močenju in naravnim biološkim dejavnikom. Zaključni sloj pri kontaktni fasadi in pri leseni prezračevani fasadi je popolnoma različen.

Pri klasični kontaktni fasadi uporabljamo različne zaključne omete oziroma sloje. Med seboj se razlikujejo glede na osnovo, na kateri so narejeni. Pri izbiri fasadnega ometa upoštevamo lokacijo in lego objekta, njegovo arhitekturo in način izvedbe strehe ter posameznih detajlov. Vrste zaključnih slojev kontaktne fasade so:

- Akrilni zaključni sloj fasade - so ometi, ki na osnovi umetnih smol vsebujejo akrilat. Značilen je za tankoslojne, novodobne zaključne sloje fasad. Nadomestil je klasične apneno-cementne zaključne sloje fasad, ki so bili debeloslojni. Fasada je izdelana lažje, sušenje in utrjevanje je hitrejše. Akrilni zaključni sloji so vodoodbojni, elastični, odporni proti vremenskim neprilikam in sprijemljivi na skoraj vse vrste podlag. Omogočajo neomejeno število barvnih odtenkov in dobro obstojnost barv.
- Silikatni zaključni sloj fasade - zagotavlja močno vezavo in paroprepustnost zaradi kemične reakcije (silifikacija kalijevega vodnega stekla). Zagotavlja odpornost proti algam in plesni. Barvni odtenki so omejeni. Pogosto se uporabljajo za zaščito kulturnih spomenikov.
- Silikonski zaključni sloj fasade - je elastičen (preprečevanje razpok), vodoodbojn in mikroporozen ter primeren na senčnih fasadnih površinah, kjer se nabirajo alge in mah. Ima visoko barvno obstojnost in odpornost proti vplivom iz okolja. Različne kombinacije silikonskih zaključnih slojev združujejo različne prednosti obeh materialov (silikatno-silikonski in silikonsko-akrilni zaključni sloj). Pogosto se uporabljajo za sanacije starih vlažnih objektov.
- Mineralni zaključni sloji fasade – so značilni za tankoslojne fasade. To je industrijsko pripravljena mešanica apna, cementa in peska - je najbolj naravna in zdrava izbira zaključnega sloja. So paroprepustni in higroskopični (dihajo in uravnavajo vlago, zato se fasada hitreje suši).

Pri leseni prezračevalni fasadi ni zaključnega ometa. Njegovo vlogo opravlja obešena fasada oziroma zaključna fasadna obloga. Obloga je lahko paroneprepustna, saj paro, ki prodira od znotraj, prestreže zrak v prezračevanem sloju in jo odvede na prosto. Obloge so pritrjene na

različne sisteme konstrukcije, ki je narejena iz vzdolžnih in prečnih letev, ki predstavljajo nosilno podlago za učinkovito pritrjevanje.



Slika 15: Tipi lesenih fasadnih oblog

Vir: (https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201104628.pdf)

Tabela 6: Primerjava zaključnega sloja pri klasični fasadi in leseni fasadi

Tip fasade	Karakteristike zaključnega sloja	Cena (EUR/m^2)
Kontaktna klasična fasada	- Tankoslojni omet na mineralni, akrilni, silikatni ali silikonski osnovi. - Z mrežico ga nanesemo na armirani sloj. - Možne so različne strukture: zaribani, praskani ali gladki. - Barvna paleta je zelo široka. - Debelina od 1,5-3 mm. - Zahteva obnovo na 15–20 let. - Občutljiv je na mehanske poškodbe – toča, udarci.	8-15 €/m² (odvisno od tipa ometa).
Lesena prezračevana fasada	- Zaključni sloj ni omet ampak fasadna obloga iz lesa (smreka, macesen, termoles, cedra, hrast). - Les zaščiti izolacijo. - Les daje estetski izgled. - Les omogoča prezračevanje. - Debelina lesa: od 18-25 mm. - Zahteva redno vzdrževanje in požarno zaščito. - Ob pravilni izbiri lesa je trajen (40-60 let).	Lesena obloga 30-70 €/m² (odvisno od vrste lesa).

Vir: (Lasten vir)

4 IZVEDBA LESENE PREZRAČEVANE IN KLASIČNE KONTAKTNE FASADE

Pri obeh vrstah fasade je potrebno vsa dela izvajati v skladu s projektno dokumentacijo, tehničnimi predpisi, smernicami proizvajalcev materialov ter veljavnimi standardi SIST in ETAG. Pred začetkom del mora biti izveden prevzem podlage (nosilnost, čistost, suhost, brez razpok in lukenj). Izvedba je mogoča pri temperaturah med +5 °C in +30 °C, brez padavin in močnega vetra. Pred pričetkom del izvajalec pripravi terminski plan in zagotovi ustrezno varovanje gradbišča ter zaščito odprtin in sosednjih površin.

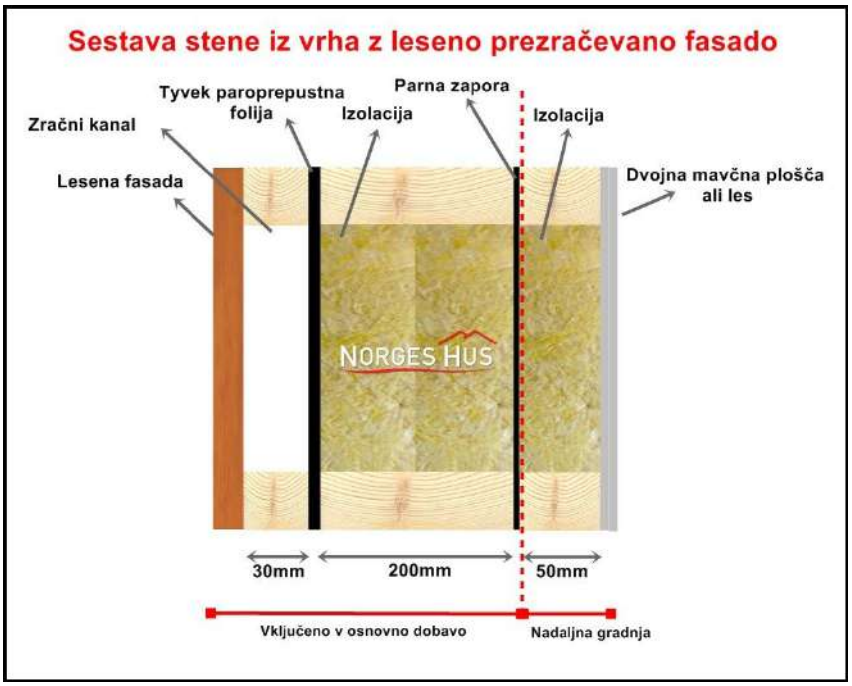
4.1 Izvedba lesene prezračevane fasade

Les je ekološko gradivo in je zaradi naravnih danosti del našega okolja. Kot fasadno gradivo ima številne prednosti: toplotno izolativnost, zvočno izolacijo, trpežnost, žlahtnost, toplino in dobro ekološko ustreznost. Med prednostmi prezračevane fasade velja omeniti tudi mehansko odpornost in majhno težo ter vedenje, da so omogočeni poznejši posegi na objektu (razvod inštalacij pod fasadno oblogo …). Pri nas so na voljo različne vrste lesa, primernega za oblaganje fasad. Najbolj razširjene so smreka, bor, macesen in hrast. Lesena fasada omogoča unikatne rešitve, saj je možno izbirati vrsto obloge (masivni les, plošče iz predelanega lesa), profil, način pritrditve (prekrivanje, stik pero-utor, zračne fuge med letvami ...) in različne površinske obdelave. Les se lepo kombinira tudi z drugimi gradivi (kamen, steklo, omet ...). Da bi preprečili nastanek gliv in plesni, morajo biti vse lesene fasade prezračevane. (Mojmojster, Brez datuma)

Leseno prezračevano fasado sestavlja osnovna nosilna konstrukcija stavbe (betonski, opečni ali leseni nosilni zid, ki mora biti utrjen, da omogoča namestitev nosilne kovinske ali lesene podkonstrukcije oziroma sider), ki ji sledi parna zapora. S posebnimi vgradnimi čepi se pritrdi toplotna izolacija, pri čemer je njena debelina odvisna od tega, kako energijsko varčno hišo gradimo. Ravnost podlage je neobčutljiva, vendar podlaga ne sme imeti večjih zob in štrlin, ki bi lahko preprečevale stik med podlago in toplotno izolacijo.

Paro-propustno (vodoodporna) UV-folija, ki jo je na stikih potrebno dobro prelepiti, da bo zrako- in vodotesna. Sledijo sekundarna podkonstrukcija in zaključne fasadne letve. Tako vgrajena in dodatno s fasadno oblogo in prezračevalnim kanalom pred vremenskimi vplivi

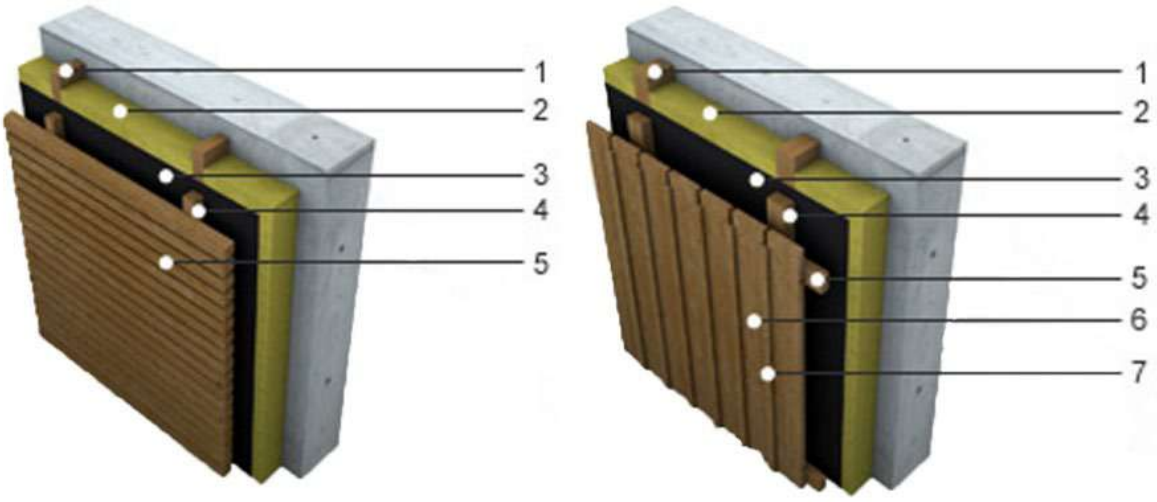
zaščitena toplotna izolacija bo dolgo opravljala svojo nalogo. Zračni sloj omogoča neprekinjeno izmenjavo zraka med njim in okolico. Zračni kanal ali zračni sloj je širok 4-5 cm. Podkonstrukcija je povezava med konstrukcijo objekta in fasadno oblogo. Zagotoviti moramo raztezanje in krčenje zaradi naravnih lastnosti lesa in s tem pogojenih reakcij na zunanje vplive. Pri tem ima pomemben vpliv vlaga, zato je potrebno doseči izotopnost vlage na obeh straneh lesenih oblog: tako na zunanji, vidni, kakor na notranji, pritrditveni strani.



Slika 16: Sestava lesene prezračevane fasade

Vir: https://skandinavske-hiske.si/lesena-prezracevana-fasada/

Poznamo dva podkonstrukcijska sistema, ki sta določena glede na tipologijo fasadne obloge: horizontalno orientirane letve in vertikalno orientirane letve. Razlika je v številu plasti letev v podkonstrukciji (slika 17).



Horizontalno orientirane letve	Vertikalno orientirane letve
1 - primarni pokončni morali pritrjeni na zid **2** - prostor med morali zapolnjen s toplotno izolacijo **3** - vodoodbojna in paropropustna folija kot zaščita toplotne izolacije **4** - zračni sloj s sekundarno podkonstrukcijo **5** - horizontalne fasadne letve	**1** - primarni pokončni morali pritrjeni na zid **2** - prostor med morali zapolnjen s toplotno izolacijo **3** - vodoodbojna in paropropustna folija kot zaščita toplotne izolacije **4** - zračni sloj s sekundarno podkonstrukcijo **5** - horizontalne letve za pritrditev zaključnih fasadnih desk **6** - pokončne fasadne deske

Slika 17: Struktura podkonstrukcije glede na tipologijo lesene prezračevane fasade

Vir: (https://core.ac.uk/download/pdf/67541111.pdf)

Les je zaključni sloj, zato mora biti ustrezen, pravilno oblikovan in pravilno vgrajen, da bo čim dlje ščitil ostale plasti fasade. Najbolj uporabljen v Sloveniji je macesen, pogosto je to sibirski macesen. Cenejša varianta je smrekovina, ki pa je manj primerna, saj vlažno hitro lahko napadejo glive, plesni in insekti, manj pa je odporna tudi na druge vremenske vplive. Smrekove fasadne letve je treba obvezno globinsko zaščititi, jih premazati z dvema do tremi površinskimi premazi za zaščito lesa. Ne glede na vrsto lesa, njegove naravne barve pri zunanji uporabi ni mogoče dolgoročno ohraniti, saj sončni žarki les obarvajo rjavo, kar povzroči razgradnjo lignina. Dež spere razgrajeni lignin iz lesa in za seboj pusti bela celulozna vlakna. Umazanija in mikroorganizmi posivijo površino, nihanje v vlagi povzroči nastanek razpok.

Pri leseni fasadi moramo torej upoštevati škodljive dejavnike (Novak, 2016):

- Nebiološki - vremenski dejavniki: padavine, visoka in nizka temperatura, delovanje vetra in sonca. Šele čez čas zasledimo nastale poškodbe lesa: barvno odstopanje, razpoke, kosmatost, reliefnost površine lesa. UV-žarki povzročajo preperevanje fasadne obloge, saj pride pod vplivom sončnih žarkov in vode na površini lesa do izpiranja lignina (les postane rumen, nato porjavi). Celulozna vlakna izstopijo od površine in les postane reliefno oblikovan. Temperaturna nihanja povzročajo erozijo, saj različna temperatura na različnih mestih iste lesene obloge povzroča napetosti v lesu in posledično obloga razpoka. Povečano delovanje vetra povzroča tresljaje in obremenitve, ki lahko delujejo kot tlak ali srk.



Slika 18: Barvno odstopanje

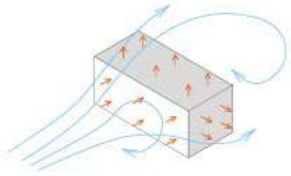


Slika 19: Sivenje lesene obloge

Vir: (https://dk.um.si/Dokument.php?id=98595&lang=eng)



Slika 20: Luščenje barve in razpoke



Slika 21: Obremenitve zaradi vetra

Vir: (https://dk.um.si/Dokument.php?id=98595&lang=eng)

- Biološki dejavniki: lesne glive, insekti, ki so posledica vlažnosti. Voda se širi po leseni oblogi in v primeru prepočasnega osuševanja povzroči opazne spremembe, ki so vidne kot razpoke. Plesni delujejo le na površini lesa do globine 2 mm, glivice pa prodirajo tudi več centimetrov globoko in so zato veliko nevarnejše. Povzročajo različne barvne kot tudi strukturne spremembe lesa. Les ogrožajo tudi različni insekti, katerih ličinke se prehranjujejo z lesom in se kažejo kot rovi in luknjice v lesu. Posledica tega je, da sčasoma postane mehanska trdnost lesa oslabljena.



Slika 22: Lesene glive

Vir: (https://dk.um.si/Dokument.php?id=98595&lang=eng)



Slika 23: Primeri prisotnosti insektov v lesu

Vir: (https://dk.um.si/Dokument.php?id=98595&lang=eng)

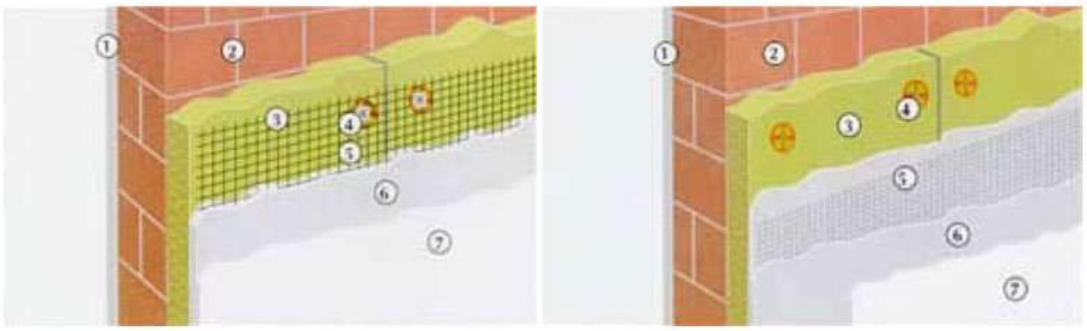
4.2 Izvedba klasične kontaktne fasade

Ometane fasade delimo na neizolirane in izolirane. Neizolirano fasado najpogosteje opazimo na starih, spomeniško zaščitenih zgradbah. Le-te potrebujejo mehansko odporno fasado brez toplotne izolacije. Zunanje stene teh objektov niso izolirane. Namestitev toplotne izolacije bi steno nepredušno zaprla in s tem bi bilo onemogočeno odvajanje kapilarne vlage. Klasični omet sestavljajo tri plasti: obrizg, grobi omet in fini omet, ki ga prebelimo z apneno barvo ali pa s silikatno barvo, ki diha. Vezivo ometov je obvezno apneno, kar omogoča, da se zunanje stene sušijo tudi navzven.

Ometana izolirana fasada je večslojni fasadni sistem, pri katerem ima toplotna izolacija poleg toplotne zaščite tudi nalogo, da nosi zaključni sloj (lepilno malto in zaključni omet). Običajno se uporablja plošče iz ekspandiranega polistirena - stiroporja ali mineralno-volnene lamele. Obstajajo tankoslojne in debeloslojne izvedbe fasadnih sistemov.

Izolacijske plošče tankoslojne fasade so prilepljene in pritrjene na nosilni zid, čez njih je nanešen tankoslojni omet v debelini 3-6 mm, v katerega je vtisnjena steklena armaturna mrežica. Sledi tankoslojni dekorativni omet debeline do 2 mm. Tankoslojno kontaktno fasado se izdeluje tako pri novogradnjah kot pri sanacijah obstoječih objektov, zidanih iz različnih gradbenih materialov.

Kontaktna debeloslojna fasada je primerna predvsem za novogradnje. Izolacijske plošče pritrdimo na nosilni zid z dodatnimi sidri, ki imajo držala za jekleno pocinkano mrežico, ki jo napnemo preko sider. Čez mrežico se najprej nanese osnovni omet iz cementa. Ko se posuši, pa še zaključni omet.



Slika 24: Debeloslojna (levo) in tankoslojna (desno) kontaktno-izolacijska fasada

Vir: (https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=86124&lang=slv)

Za kvalitetno izvedbo kontaktne fasade in lep končni izgled moramo upoštevati naslednje dejavnike: (Mojmojster, Brez datuma)

- Vremenske pogoje. Ko temperatura zraka pade pod 5 °C, tako podnevi kot ponoči, dela ne potekajo. Odsvetuje se tudi izvedba fasade neposredno na soncu in pri več kot 35 °C, ob padavinah in močnemu vetru.
- Ustrezno podlago. Podlaga, ki je primerna za lepljenje fasadnega sistema, naj bo čim bolj gladka. Na 4 metre dolžine ima lahko največ 1 cm odstopanja - neravnine. Podlaga ob nanašanju lepila tudi ne sme biti vlažna. Pri novogradnjah je priporočljivo, da se je betonska podlaga sušila vsaj 1 mesec pred začetkom izdelave fasade. V nasprotnem primeru lahko na fasadi pride do razpok in neenakomernega obarvanja. Podlaga mora biti tudi čista, predvsem pa ne sme imeti madežev od opažnega olja. Porozno ali mehansko slabšo podlago utrjujemo s prednamazi, ki so del izbranega fasadnega sistema.
- Nanašanje lepila. Da bi preprečili slabšo izolativnost in kroženje zraka pri oblaganju opečnatih ali betonskih sten, je potrebno lepilo nanašati na robove izolacijskih plošč. Nanos lepila naj bo širok 5 cm in ne debelejši od 2 cm. Kadar se izolacija lepi na gladko podlago, pa se lepilo nanese v debelini do 1 cm po vsej površini izolacijske plošče. Plošče je treba nemudoma namestiti na steno, da preprečimo prehitro sušenje in slab oprijem lepila.

- Polaganje izolacijskih plošč. Zelo pomembno je, da so stiki med položenimi izolacijskimi ploščami čim bolj tesni. V primeru, da med ploščami nastanejo fuge, jih je potrebno zapolniti z ekspandiranim polistirenom.
- Vgradnja oken, okenskih polic in balkoni. Stavbno pohištvo in povezani elementi morajo biti vgrajeni tako, da ne ustvarjajo toplotnih mostov. Največkrat se toplotni mostovi pojavljajo ravno pri izdelavi fasade pri balkonih, ker jih uporabniki ne izolirajo. S tem je stavba dovzetnejša za nabiranje zračne vlage v predelih, kjer se odvaja toplota. Lahko se začne nabirati tudi plesen.



Slika 25: Sestava kontaktne izolirane fasade

Vir: (https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201104628.pdf)

Tabela 7: Klasična kontaktna fasada in lesena prezračevana fasada po fazah izvedbe

Faza izvedbe	**Lesena prezračevana fasada**	**Klasična kontaktna fasada**
Priprava podlage	Obvezna	Obvezna
Vetrna zapora	Da, po celoti	Da, delno po detajlih
Izolacija	Volna, mehansko pritrjena	Lepljenje in sidranje (stiropor ali mineralna volna)
Podkonstrukcija	Kovinska ali lesena nosilna podkonstrukcija	Samo armaturni sloj nad izolacijo
Mrežica	Samo protiinsektna	Armirana steklena mrežica v armirnem sloju

Sidra	Konzolna nosilna sidra za podkonstrukcijo	Sidranje izolacije
Zaključni sloj	Lesena obloga ali plošča	Tankoslojni omet
Potreba po vzdrževanju	Redna, lazura in oljenje	Občasna, obnova ometa

Vir: (Lasten vir)

Pri obeh vrstah fasad je potrebno upoštevati varnost in varovanje. Delo se izvaja na višini, zato je obvezna uporaba odrov, zaščitnih mrež in osebne varovalne opreme. Pozornost je potrebno nameniti požarni zaščiti, pri čemer je potrebno upoštevati razrede reakcije na ogenj. Skrb za okolje pokažemo s preprečenjem onesnaževanja s prašenjem in pravilnim skladiščenjem odpadkov.

4.3 Časovna determinanta izvedbe lesene prezračevane in klasične kontaktne fasade

Za izračun časovne determinante obeh obravnavanih fasad je potrebno primerjati ključne faze obeh tipov fasad po časovni zahtevnosti. Podatki za primerjavo povprečnega časa izvedbe kontaktne in prezračevane fasade so povzeti na podlagi tehničnih navodil proizvajalcev fasadnih ometov (Weber, Baumit, Knauf Insulation, Fundermax, Silvaprodukt …), smernic ZAG, TÜV in ETAG, analiz primerov iz projektantskih popisov del (PZI …) in gradbenih forumov. Časovna ocena velja za neprekinjeno delo (8 ur, brez čakanja zaradi organizacije dela, ugodne vremenske razmere …) standardno usposobljene ekipe 2-4 delavcev.

Tabela 8: Povprečen čas izvedbe obeh fasad po fazah v dnevih za 100 m²

Faza izvedbe	**Lesena prezračevana fasada**	**Klasična kontaktna fasada**
Priprava podlage (čiščenje, temeljni premaz)	0,5 dneva	0,5 dneva
Lepljenje/mehanska pritrditev izolacije	1 dan (vgradnja v podkonstrukcijo)	1 dan (lepljenje in sidranje)
Armirni sloj + sušenje	—	2 dni

Zaključni sloj (premaz in omet)	—	1 dan
Montaža podkonstrukcije (letve ali profili)	2 dni	—
Vgradnja vetrne zapore (folije)	1 dan	—
Montaža letvic in lesene obloge	3 dni	—
SKUPAJ	**Cca 7-8 dni**	**cca 4-5 dni**

Vir: (Lasten vir)

Izvedba lesene prezračevane fasade traja povprečno 2,5 dneva dlje za enako površino (100 m²), kar predstavlja približno 55 % daljši čas izvedbe. Čas izvedbe se razlikuje tudi glede na kompleksnost objekta, izbrane materiale in vremenske razmere.

5 STROŠEK IZVEDBE LESENE PREZRAČEVANE IN KLASIČNE KONTAKTNE FASADE

V nadaljevanju bo prikazana orientacijska vrednost izvedbe obeh vrst fasad. V vrednost so vključeni stroški materiala, transporta, montaže in dela. Stroški ne vključujejo odrov, zaščit, okenskih špalet, posebnih detajlov (npr. pri stiku s tlemi, balkonih, napuščih). Stroški vzdrževanja in obnavljanja so pri klasični kontaktni fasadi nižji (reparatura ometa), pri leseni fasadi pa je potrebno redno vzdrževanje zaščitnih premazov (8–10 let). Vrednosti so podane na enoto mere €/m² in predstavljajo orientacijske stroške na trgu v letu 2025. Končne cene so odvisne od izbranih materialov, zahtevnosti detajlov, višine objekta in pogojev izvedbe.

Slika 26: Stroškovna primerjava med klasično fasado in leseno fasado v €/ m²

Sloj	**Lesena prezračevalna fasada**	**Klasična kontaktna fasada**
Izolacija	**50-57 €** (kamena volna 15-20 cm)	**35-40 €** (stiropor)
Lepilo	**1-2 €** (tesnilni trakovi, folije)	**2,5-4,5 €** (lepljenje in armirni sloj)
Mreža	**0,5-1 €** (protiinsektna)	**0,7-1,5 €** (armaturna)
Sidra	**5-15 €** (kovinska, konzolni nosilci)	**1,5-4 €** (6-8 kosov na m²)
Zaključki	**2-4 €** (večinoma kovinski profili)	**1,5-5 €** (PVC-letve - vogali, kapnice, zaključki)
Zaključni sloj	**30-70 €** (lesena obloga)	**8-15 €** (tankoslojni omet)
SKUPAJ:	**90-147 €**	**50-70 €**

Vir: (Lasten vir)

Klasična kontaktna fasada je v vsakdanji praksi pogosteje uporabljena in je cenovno ugodnejša. Strošek izvedbe klasične kontaktne fasade je v veliki meri odvisen od izbire toplotne izolacije. Iz tabele lahko razberemo, da je izvedba lesene prezračevane fasade približno 2 do 3-krat dražja od izvedbe klasične kontaktne fasade predvsem zaradi zahtevnejše podkonstrukcije, prezračevalne reže in dražje lesene obloge. Pri leseni prezračevani fasadi uporabljamo kakovostnejše, naravne in paro-prepustne materiale, ki so dražji in imajo zahtevnejšo izvedbo.

Cena lesene prezračevane fasade je odvisna od:

- vrste lesa (sibirski macesen, macesen, tropski les, predelan les, smreka …),

- debeline in vrste izolacije (kamena volna, lesno vlaknate plošče),

- kakovosti podkonstrukcije in pritrdilnih elementov,

- težavnosti izvedbe (višina objekta, dostopnost, geometrija - vogali, okna, stropi …),

- različnih detajlov (obrobe, zaključne lamele, zaščita lesa, prevleke in premazi …),

- lokacije (strošek dela se lahko zelo razlikuje po regijah in nadmorskih višinah …).

Leseno prezračevano fasado se montira mehansko, ne le z lepilom. Zahteva se natančno nivelacijo letvic, pravilno prezračevalno režo in kakovostno zaščito detajlov (vogali, okenske špalete, preboji …). Za to je potrebno več ur dela in usposobljeni monterji, kar prinaša višjo končno ceno. Klasična kontaktna fasada se izvaja hitreje, enostavneje, ima standardiziran postopek in veliko konkurenco, kar dodatno znižuje ceno fasade.



Slika 27: Bistveni dejavniki višje cene lesene prezračevane fasade

Vir: (Lasten vir)

Denar je pomemben faktor pri izbiri vrste fasade naše stavbe. Če želimo na dolgi rok varčevati, je smiselno vgraditi materiale, ki so sprejemljivi za naše potrebe in okolico. Pri tem nas vzpodbuja Slovenski okoljski javni sklad (Eko sklad).

6 POMEN VLAGE PRI LESENIH PREZRAČEVANIH IN KLASIČNIH KONTAKTNIH FASADAH

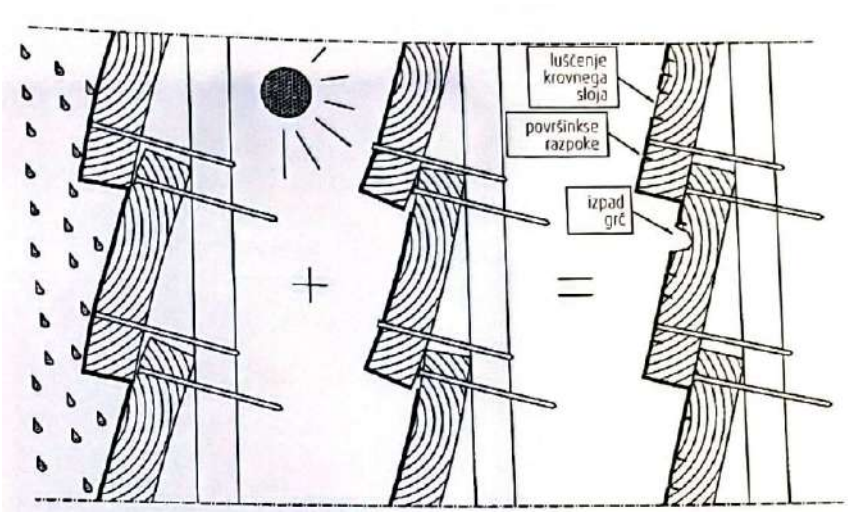
Vpliv vlage na fasadni sistem je eden ključnih dejavnikov za trajnost, toplotno zaščito in estetski videz objekta. Napačno upravljanje vlage lahko povzroči propad materialov, poslabšanje izolativnosti in razvoj plesni in alg.

6.1 Vlaga pri leseni prezračevani fasadi

Konstrukcija vključuje prezračevalno zračno režo med izolacijo in zunanjo oblogo. Vloga tega kanala je preprečevanje pregrevanja poleti in prehitrega ohlajevanja pozimi, hkrati je namenjen hitremu izsuševanju zgornje plasti toplotne izolacije in uravnavanju zračne vlage v notranjosti. Zato mora biti prezračevana fasada nujno difuzijsko odprta oziroma prepustna za vodno paro. Vlaga, ki pride do vetrne zapore ali lesene obloge, se lahko preko zračnega toka učinkovito odvede navzven. Izolacija (običajno kamena volna) je odpornejša na vlago kot EPS. Če prezračevalna reža ni pravilno izvedena (premajhna, zamašena), pride do zadrževanja kondenzata in posledično do poškodb lesa. Les je kot naraven material občutljiv na vlago – brez rednega vzdrževanja lahko pride do sivenja, gliv in trohnenja. Pri vlažnosti do 20 % ni pogojev za razvoj večine gliv, ki bi lahko škodile lesu.

Da preprečimo tveganja, moramo ustrezno dimenzionirati in ne prekiniti prezračevalne reže, ki mora biti večja kot 2 cm. Les zaščitimo z impregnacijo in rednim obnavljanjem površinskih premazov.

Močnejšo erozijo lahko pričakujemo na stenah, obrnjenih proti jugu, čeprav so lahko senčene stene podvržene zelo različnim pogojem vlažnosti, odvisno od okolja in mikroklime. Interakcija z vlago je verjetno najpomembnejši dejavnik, ki ga je treba upoštevati pri načrtovanju lesene fasade. Nanjo vplivajo vrsta lesa, lesna vlakna, širina letnih obročev in vzorec žaganja, način sušenja, sezona sečnje, izbira premaza in morebitne modifikacije lesa. Ti dejavniki pa močno vplivajo na dovzetnost za plesen in razpadanje. Pomembno je, da je vlažnost lesa podobna vlažnosti okoliškim klimatskim pogojem, saj lahko pride do krčenja in nabrekanja lesa, kar privede do sprememb dimenzij in oblik.



Slika 28: Nastanek poškodb na lesenih fasadah zaradi močenja in sušenja.

Vir: (Kitek Kuzman, 2008)

Les ima kot obloga torej tudi pomanjkljivosti, predvsem zato, ker lesni material reagira z vlago z absorpcijo in desorpcijo molekul vode, kar povzroči dimenzijske spremembe. Nad določeno vsebnostjo vlage pa je les dovzeten za mikrobiološko razgradnjo ali deformacijo. Zato je treba izbiro ustreznega fasadnega materiala pretehtati z več vidikov, da se zagotovi čim daljša življenjska doba.

6.2 Vlaga pri klasični kontaktni fasadi

Toplotna izolacija (najpogosteje EPS ali kamena volna) je z lepilom in sidri tesno vezana na podlago. Vlaga se ne odvaja z zračnim slojem, temveč prehaja skozi sistem difuzijsko. Zaključni sloj (tankoslojni omet) je paroprepusten, vendar hkrati služi kot primarna zaščita pred dežjem. Če pride do netesnosti (razpoke, poškodbe ometa), se vlaga lahko kopiči v izolaciji in povzroči zmanjšanje toplotne učinkovitosti. Dolgotrajna vlaga lahko povzroči odstopanje ometa, nastanek plesni na notranjih stenah ali alge na zunanji površini.

Da preprečimo tveganja, moramo polagati pozornost pri kapnicah in zaključkih pri oknih in tleh. Uporabljati moramo paroprepustne, a vodoodbojne zaključne sloje. Posebno pozornost moramo nameniti preprečitvi dviga kapilarne vlage po ometu z območja cokla na območje zidu. Za ta namen na meji med coklom in preostalim zidom uporabimo prekinitev slojev, recimo sistemski kovinski profil z odkapnim nosom. Pomembno je tudi redno vzdrževanje ometa, tako da saniramo razpoke in obnavljamo barve.

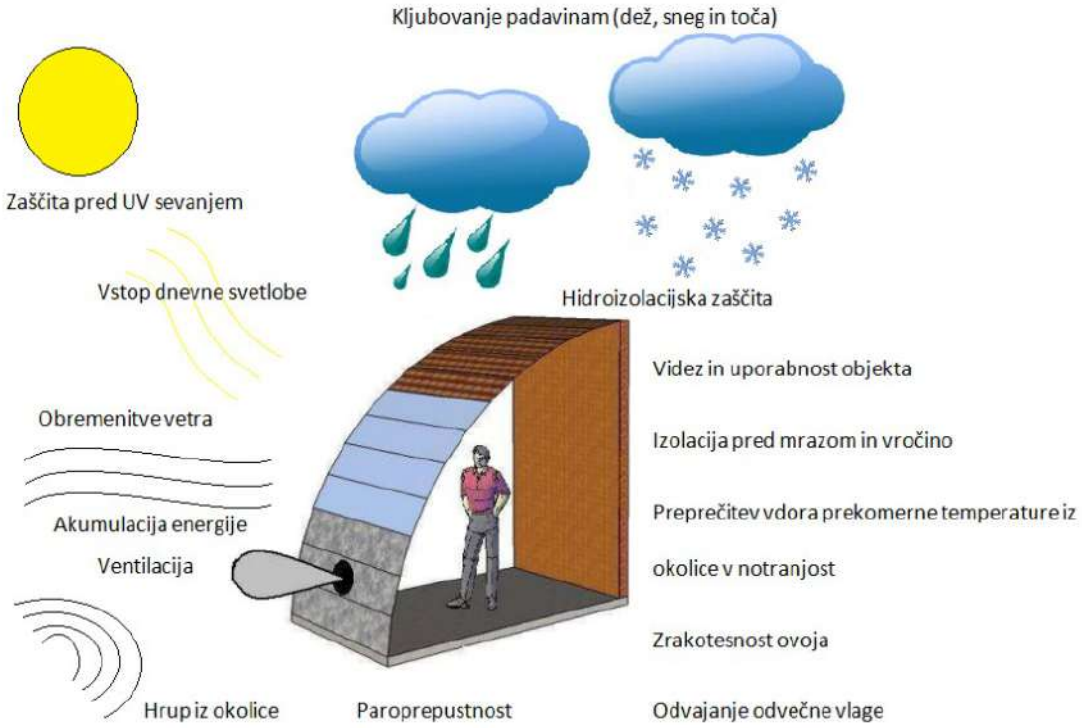
Slika 29: Primerjalna analiza vlage med klasično fasado in leseno fasado

Vlaga	**Lesena prezračevana fasada**	**Klasična kontaktna fasada**
Odvod vlage	Zračni tok v prezračevalni mreži	Difuzijsko skozi omet
Občutljivost na zamakanje	Zmerna, ob pravilni izvedbi nizka	Posebej visoka pri poškodbi ometa
Občutljivost izolacije	Kamena volna vodoodbojna	Stiropor občutljiv na vlago
Tveganja	Trohnjenje lesa, glive	Alge, plesen, odstopanja
Vzdrževanje	Redna zaščita lesa na 8–10 let	Obnova ometa na 15–20 let

Vir: (Lasten vir)

7 TRAJNOSTNA GRADNJA VPLIVA NA DOSTOPNOST STANOVANJ

Fasada s svojimi številnimi funkcijami daje veliko možnosti za oblikovanje različnih fizikalnih, tehničnih in arhitekturnih rešitev in na ta način izpolnjuje fizične in psihološke potrebe posameznika in družbe (Majerič, 2015).



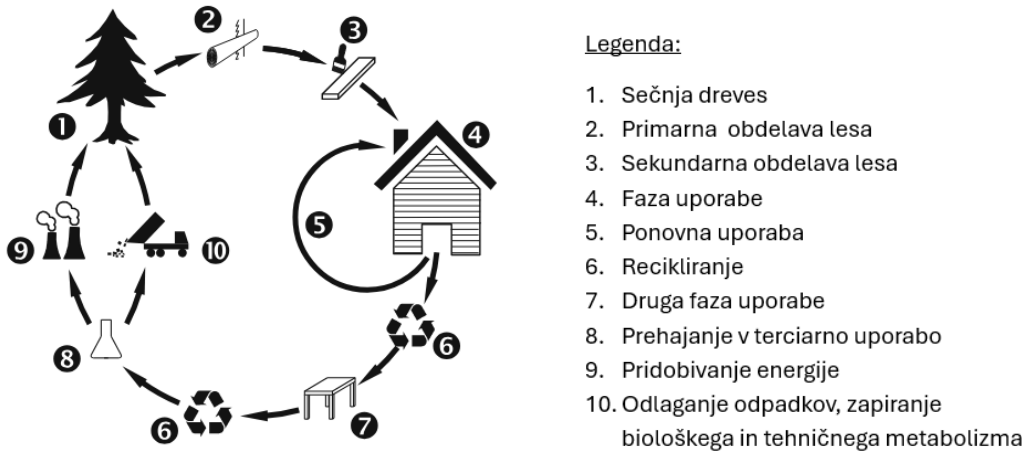
Slika 30: Osnovne funkcije fasade

Vir: (Majerič, 2015)

S pojavom klimatskih sprememb se poglabljamo v problematiko onesnaževanja okolja. Fasada stavbe predstavlja pomemben element, ki lahko vpliva na stopnjo obremenitve okolja. Nepravilno izveden in vgrajen material lahko povzroči negativne posledice, kot so propadanje ovoja, prekomerno ogrevanje in slabo počutje. Nasprotno pa lahko pravilno izveden in vgrajen material doprinese pozitivne posledice, kot so zmanjšanje okoljskih bremen in boljša energijska učinkovitost stavbe.

Zaradi ekoloških razlogov in naturalističnih vidikov zanimanje za lesene obloge ponovno narašča. Pri leseni fasadi pomislimo na okolje, trajnostni razvoj, bivalno ugodje človeka in na

fasado, ki diha. Poleg estetskih in funkcionalnih prednosti lesene fasade je pomembno tudi dejstvo, da je les naraven in obnovljiv material, ki pozitivno prispeva k trajnostnemu razvoju, ima manjši ogljični odtis v primerjavi z ostalimi materiali in prispeva k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov. Les daje stavbi domač in topel videz in tako objekt povezuje z naravnim okoljem.



Slika 31: Les in njegov vpliv na okolje in trajnost

Vir: (https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-3747-5)

Lesene fasade so energetsko učinkovite in pripomorejo k zmanjšanju porabe energije za ogrevanje in hlajenje objekta.

Arhitektom in oblikovalcem omogočajo večjo prilagodljivost pri oblikovanju in izvedbi, kar jim omogoča tudi ustvarjanje unikatnih in estetsko dovršenih objektov. Vse te lastnosti pomenijo, da je lesena fasada odlična izbira za trajnostno in vizualno privlačno gradnjo. Prednost lesene prezračevane fasade je tudi, da se lahko namesti na vse zunanje stene objekta, ne glede na material, iz katerega je hiša zgrajena.

Prednosti lesenih fasad ljudi prepričajo, zato je lesena fasada vse bolj priljubljena med tistimi, ki cenijo trajnost, naravno lepoto in les kot gradbeni material, ki zmanjšuje izgube toplote pozimi in preprečuje prekomerno segrevanje prostorov poleti ter ga je mogoče 100 % reciklirati, kompostirati ali ponovno uporabiti.

Tabela 9: Reciklaža lesene prezračevane in kontaktne klasične fasade

Lastnost	**Lesena prezračevana fasada**	**Klasična kontaktna fasada**
Lepljeni materiali	✔ NE (sestavljivi sloji, večinoma vijačeni)	✘ DA (materiali so trajno zlepljeni, demontaža brez uničenja ni mogoča)
Možnost ločevanja materialov	✔ ENOSTAVNO (razstavljanje, recikliranje)	✘ TEŽKO (stiropor je onesnažen z lepilom in ometom)
Naravni materiali	✔ Veliko (les, volna)	✘ Malo (cement, polimeri …)
Ponovna uporaba po demontaži	✔ Pogosta (les, kovina)	✘ Skoraj nemogoča

Vir: (Lasten vir)

Lesena prezračevana fasada je zgrajena iz mehansko sestavljenih slojev, ki jih je mogoče razstaviti brez uničenja. Vsebuje več naravnih in monomaterialnih komponent (les, volna, kovina). Omogoča visoko stopnjo recikliranja ali ponovne uporabe, kar je ključno v trajnostni gradnji in krožnem gospodarstvu.

7.1 Pozitivni vplivi trajnostne gradnje na dostopnost stanovanj

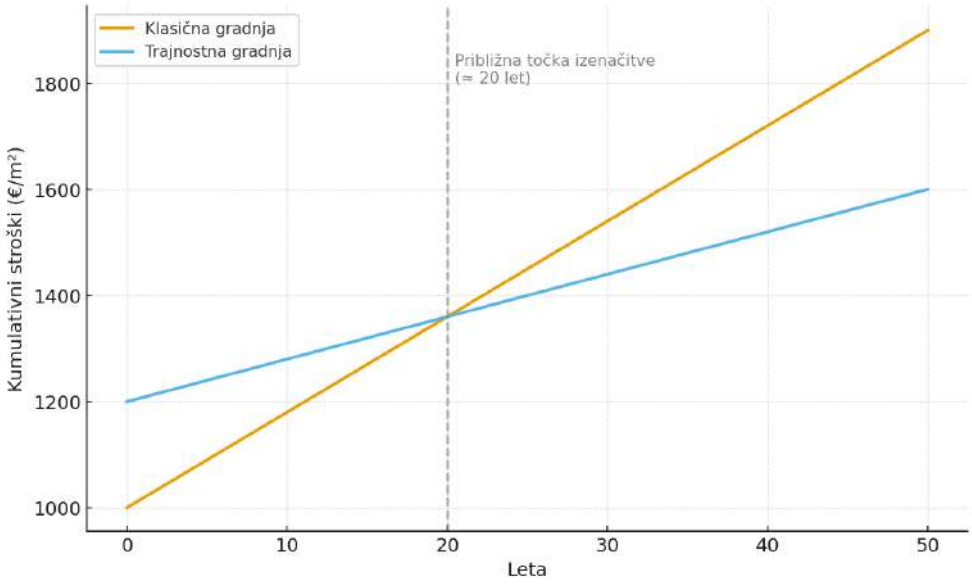
Kljub temu da je lesena fasada dražja, je to dolgoročna investicija, ki omogoča prihranke pri stroških v prihodnosti, v prostorih ni vlage, prav tako ne prihaja do pregrevanja poleti in ohlajanja pozimi (Turkovič, 2020). Les ima tudi visoko nosilnost in majhno maso. Energijsko učinkovite stavbe zmanjšajo stroške ogrevanja, hlajenja in vzdrževanja, kar dolgoročno izboljša dostopnost do stanovanj širšemu krogu uporabnikov. Ključni mehanizem za zmanjšanje razlik v začetnih stroških in izboljšanje dostopnosti so subvencije in davčne olajšave.

Trajnostni objekti imajo praviloma daljšo življenjsko dobo in višjo tržno vrednost, kar povečuje varnost investicije. Lastniki imajo manjše tveganje za hitro razvrednotenje nepremičnine.

Uvedba trajnostnih načel v javne stanovanjske projekte zagotavlja dostopna in hkrati energetsko učinkovita stanovanja.

Uporaba naravnih materialov in izboljšana kakovost zraka v stavbah prispevata k zdravemu bivalnemu okolju. Bolezni sodobnega časa (alergije, rak, bolezni dihal …) so povezane z uporabljenimi materiali za gradnjo našega doma (Markota, 2012).

Socialno-trajnostni pristop vključuje prilagajanje stanovanj različnim skupinam (starejšim, gibalno oviranim), kar neposredno izboljšuje dostopnost.



Grafikon 1: Primerjava kumulativnih stroškov klasične in trajnostne gradnje

Vir: lasten vir.

8 SKLEP

V sodobnem času človek prebije več kot 80 % svojega časa v zaprtih prostorih. Fasade imajo v stavbah številne funkcije: ljudem zagotavljajo zavetje, ustrezno izmenjavo zraka, prenos svetlobe in ustvarjajo mejo med javnim in zasebnim.

V okviru diplomskega dela je bila opravljena primerjalna analiza med leseno prezračevano fasado in kontaktno fasado z vidika stroškov, časovne izvedbe, možnosti recikliranja uporabljenih materialov in trajnostnih ter ekonomskih vidikov.

V prvem delu naloge je bil podrobno predstavljen teoretični okvir obeh fasadnih sistemov s poudarkom na njihovih konstrukcijskih značilnostih, tehničnih zahtevah in področjih uporabe. Kontaktna (klasična) fasada je bila analizirana kot preverjena in razširjena rešitev, ki omogoča hitro izvedbo ter nižje začetne investicijske stroške. Lesena prezračevana fasada pa je bila obravnavana kot sodobnejši sistem, ki poleg estetske vrednosti ponuja izboljšane toplotne in bivalne lastnosti ter večji potencial za trajnostno gradnjo.

Lesena fasada je ekološko sprejemljivejša in dražja, vendar je investicija, ki dolgoročno omogoča prihranke pri stroških, v prostorih ni vlage, prav tako ne prihaja do pregrevanja poleti in ohlajanja pozimi. Sklepno lahko povzamemo, da je lesena prezračevana fasada ekonomsko, tehnično in okoljsko upravičena izbira, ki pomembno prispeva k dolgoročni kakovosti in trajnostni naravnanosti sodobne gradnje.

8.1 Hipoteze

Na podlagi izvedenih analiz, izračunov in pregleda strokovne literature so bile preverjene zastavljene hipoteze.

Potrdimo lahko prvo hipotezo H1, da je lesena prezračevana fasade dražja od kontaktne. Za prezračevane lesene fasade se ljudje odločajo redkeje, saj so veliko dražje od kontaktnih fasad z zaključnim ometom. Po stroškovni analizi v diplomskem delu potrjujemo, da je lesena prezračevana fasada za več kot 20 % dražja od klasične kontaktne. Cena lesene fasade je odvisna od vrste uporabljenega lesa, debeline izolacije in vrste izdelave. Tako se cene izdelave lesene fasade gibljejo med 90 in 150 evrov za kvadratni meter, medtem ko je cena izdelave klasične kontaktne fasade med 50-70 evrov na kvadratni meter.

Potrdimo lahko tudi drugo hipotezo H2, da je čas izvedbe lesene prezračevane fasade daljši za več kot 10 %. Po analizi izvedba lesene prezračevane fasade traja povprečno 2,5 dneva dlje za enako površino, kar predstavlja približno 50 % daljši čas izvedbe. Gre za kompleksnejšo izvedbo z več fazami, montažo podkonstrukcije, vgradnjo vetrne zapore in montažo letvic ter lesenih oblog, kar zahteva več ročnega dela in s tem se podaljša čas izvedbe.

Tudi tretjo hipotezo H3 potrdimo, saj lesena prezračevana fasada vsebuje več materialov, ki se lahko reciklirajo. Lesena prezračevana fasada vsebuje bistveno več naravnih in obnovljivih materialov, kot so les, aluminij in jeklo, ki jih je po koncu življenjske dobe možno učinkovito reciklirati ali ponovno uporabiti. Kontaktna fasada, ki temelji predvsem na uporabi sintetičnih in lepilnih materialov takšnih možnosti v enaki meri ne omogoča. To daje leseni prezračevani fasadi izrazito prednost z vidika krožnega gospodarstva in trajnostnega razvoja. Lesena prezračevana fasada omogoča lažje ločevanje in sortiranje materialov po koncu življenjske dobe in manj mešanih gradbenih odpadkov. Mogoča je ponovna uporaba lesa v drugi stavbi ali kot gorivo, če ni premazan z nevarnimi sredstvi. Vnovič se lahko uporabijo kovinske podkonstrukcije (jeklo, aluminij). Recikliramo lahko tudi mineralno volno, če je pravilno odstranjena.

Hipoteza H4: Lesena prezračevana fasada je ekološko trajnostno bolj sprejemljiv način gradnje in s tem dolgoročno prispeva na cenovno dostopnost stanovanj je potrjena. Svetovni trend ponovne uporabe lesa in lesnih izdelkov kot gradbenih in obložnih materialov v arhitekturnih stavbah ni zgolj posledica izpolnjevanja estetskih, vizualnih in oblikovalnih zahtev ter iskanja navdiha v vrnitvi k tradiciji in naravi, temveč tudi v njegovi ekološki, ekonomski in energetski upravičenosti ter vključevanju v sodobne trende trajnostnega razvoja in uporabe sodobnih tehničnih in tehnoloških rešitev pri proizvodnji materialov - vse z namenom ohranjanja povezave z naravo, okoljem in s tem z dostopnostjo stanovanj. V ekonomski perspektivi rezultati kažejo, da se višja začetna investicija v leseno prezračevano fasado povrne skozi daljše obdobje uporabe, nižje stroške vzdrževanja ter večjo energetsko učinkovitost. Tak pristop k gradnji spodbuja dolgoročno cenovno dostopnost stanovanj, saj zmanjšuje obratovalne stroške in povečuje vrednost nepremičnine v času.

9 VIRI, LITERATURA

Agugliaro, M., Montoya, F., Sabio-Ortega, A., García-Cruz, A. 2015. Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. Renewable and Sustainable Energy Reviews 49 (2015): 736–755.

Baptista J.F., Kokare S., Francisco A.V., Godina R. in Aelenei D. (2024). A comparative life cycle assessment of ETICS and ventilated facade systems with timber cladding. University Nova de Lisbona: Faculty of Science and Tehnology.

Baumit (2020). *Smernice za izvedbo Baumit fasadnih sistemov*. Pridobljeno 17. avgusta 2025 iz:
https://baumit.si/files/si/pdf_files/Smernice/Baumit_smernice_za_izvedbo_fasadnih_sistemov.pdf

Bračič, B., Stegne, V., 2015. Uporabimo les, Kmečki glas, Ljubljana.

Coinhab (2019). *Prezračevana fasada.* Pridobljeno 12. oktobra 2025 iz :

https://www.coinhab.si/nasveti/172/Prezracevana_fasada

Čebulj, M. 2016. Vpliv zaščite in orientacija letev prezračevane lesene fasade na njihovo vlažnost. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.

https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=131785&lang=slv

Hill, C., Kymäläinen M. in Rautkari L. (2022). Review of the use of solid wood as an external cladding material in the built environment. Pridobljeno 26. septembra 2025 iz Springer:

https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10853-022-07211-x.pdf

Humar, M. in drugi, 2020. Tehnična in estetska življenjska doba lesa = Technical and aesthetic service life of wood. Strokovni članek. Gozdarski inštitut Slovenije.

Ivanović-Šekularac J., Čikić-Tovarović J. in Šekularac N. (2015). Application of wood as an element of facade cladding in construction and reconstruction of architectural objects to improve their energy efficiency. University of Belgrade: Faculty of Architecture.

Jeglič, J. (2023). Zasnova fasadnega ovoja po principih krožnega gospodarstva: primer lesene gradnje. Ljubljana: diplomska naloga. Univerza v Ljubljani: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Pridobljeno 27. septembra iz:

https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=174927&lang=slv

Jiangxi Ming Yang Glass Fiber Co., Ltd. (2025). Pridobljeno 6. oktobra iz:

https://si.fibermeshtape.com/fiberglass-mesh/fa-ade-mesh.html

Kitek Kuzman M. (2008). Gradnja z lesom. Univerza v Ljubljani: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.

Klanten, R. (2021). Out of the woods : architecture and interiors built from wood. Berlin: Gestalten.

Korkoski, D. (2015). Vpliv sestave zunanje stene na izpolnjevanje gradbeno fizikalnih zahtev. Ljubljana: diplomska naloga. Univerza v Ljubljani: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Pridobljeno 27. septembra iz:

https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=86124&lang=slv

Kotnik, J. (2010). Standardi trajnostne arhitekture: fasadne obloge iz lesa. Maribor: diplomsko delo. Univerza v Mariboru: Fakulteta za gradbeništvo. Pridobljeno 4. oktobra iz:

https://core.ac.uk/download/pdf/67541111.pdf

Lignun (brez datuma), Holzschutz. Pridobljeno 17. avgusta 2025 iz: https://www.lignum.ch/holz_a_z/holzschutz/

Majerič, M. (2015). Baza podatkov za projektni informacijski sistem na področju sistemov tankoslojnih fasad. Univerza v Mariboru: Fakulteta za gradbeništvo. Pridobljeno 5. oktobra iz:

https://core.ac.uk/reader/67585060

Markota, K. (2012). Fasadni ovoj: uporaba naravnih okolju prijaznih materialov. Univerza v Mariboru: Fakulteta za gradbeništvo. Pridobljeno 5. oktobra iz:

https://files.core.ac.uk/download/pdf/67555256.pdf

Mojmojster. (brez datuma). *Mojmojster.* Pridobljeno 17. avgusta 2025 iz: Vodič za fasade - koliko vas bo stala nova fasada in kateri materiali so najboljši? https://www.mojmojster.net/clanek/3219/vodic_za_fasade_-_koliko_vas_bo_stala_nova_fasada_in_kateri_materiali_so_najboljsi

Mojmojster. (brez datuma). *Mojmojster*. Pridobljeno 26. avgusta 2025 iz: Izdelava fasade hiš in fasaderstvo – vse, kar morate vedeti:

https://www.mojmojster.net/clanek/1103/fasade_fasaderstvo_-_vse_kar_morate_vedeti

Norgeshus. (brez datuma). *Norgeshus d.o.o.*. Pridobljeno 26. avgusta 2025 iz: Lesena prezračevana fasada:

https://skandinavske-hiske.si/lesena-prezracevana-fasada/

Novak, A. (2016). Lesene fasade. Maribor: Projektna naloga univerzitetnega študijskega programa Arhitektura 1. stopnja. Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo. Pridobljeno 12. september iz:

https://dk.um.si/Dokument.php?id=98595&lang=eng

PISRS (2005). Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih. Pravno-informacijski sistem Republike Slovenije. Pridobljeno 14. oktobra iz:

https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=URED3783

Ravago. (brez datuma). *RAVAGO BUILDING SOLUTIONS d. o. o*. Pridobljeno: 17. avgusta 2025 iz: Prednosti toplotne izolacije iz kamene volne: https://ravagobuildingsolutions.com/si/sl/7478/prednosti-toplotne-izolacije-iz-kamene-volne/

Sandak, A., Sandak J., Brzezicki M. in Kutnar A. (2019). Bio-based Building Skin. eBook. Pridobljeno: 20. septembra 2025 iz: Springer:

https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-3747-5

SIST EN 350:2017. Trajnost lesa in lesnih izdelkov – Preskušanje in razvrstitev trajnosti lesa in lesnih izdelkov proti biološkim dejavnikom.

Stireks d. o. o. (2024). Pravilno sidranje fasade: Postopek in priporočila. Pridobljeno: 6. oktobra 2025 iz:

https://stireks.si/sidranje-fasade/

ZI-TI. (brez datuma). *ZI-TI, gradbeništvo d. o. o.* Pridobljeno 9. oktobra iz: https://ziti.si/shematicni-prikaz-detajlne-vgradnje-fasadnih-sistemov/

Žitnik, D. G., Žitnik, J., Berdajs, A., Slak, T., Gruden, T., Vratuša, S., … Galonja, S. (2012). Gradbeniški priročnik. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 5. dopolnjena izdaja.