

# Uporaba gradiva pri izgradnji stambeno-poslovne zgrade

---

**Dražić, Karlo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:241977>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-20**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Karlo Dražić**

**Uporaba gradiva pri izgradnji stambeno-poslovne zgrade**

**Završni rad**

**Rijeka, 2024.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Karlo Dražić**

**Uporaba gradiva pri izgradnji stambeno-poslovne zgrade**

**Završni rad**

**Rijeka, 2024.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Stručni prijediplomski studij  
Građevinski materijali**

**Karlo Dražić  
JMBAG: 0114036462**

**Uporaba gradiva pri izgradnji stambeno-poslovne zgrade**

**Završni rad**

**Rijeka, srpanj 2024.**

## **IZJAVA**

Završni rad izradio sam samostalno, u suradnji s mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

---

Karlo Dražić

U Rijeci, 5.7.2024.

## ZAHVALNICA

Zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Silviji Mrakovčić na neumornoj podršci, pomoći i razumijevanju tijekom pisanja ovog završnog rada.

## SAŽETAK

Završni rad prikazuje faze izgradnje stambeno-poslovne zgrade, te analizira primjenu građevinskih materijala u različitim fazama izgradnje. Za svaki je građevinski materijal opisana tehnologija izvođenja. Kroz analizu svojstava povezana je svrha koju taj materijal ispunjava. Naglasak rada je na uporabi betona i opeke u izvedbi konstruktivnih elemenata zgrade te, izvedbi standardnog ravnog krova sa svim njegovim slojevima. Također, opisuje kompletnu pripremu i izvedbu slojeva fasade uključujući premaze različitih ploha, temeljnu žbuku i završni sloj. U radu su opisane različite komponente mortova, ljepila i premaza korištenih pri izvedbi konstruktivnih elemenata, završnih obloga i dekorativnih elemenata. Opisana je tehnologija ugradnje bitumenske mješavine te izvedba prometnog priključka za pristup stambeno-poslovnom objektu.

Ključne riječi: stambeno-poslovna zgrada, beton, opeka, mort, izolacija, kamen, ljepilo, primer.

## ABSTRACT

The final paper presents the phases of construction of a business-residential building and analyzes the application of construction materials in different phases of construction. For each construction material, the execution technology is described. Through the analysis of properties, the purpose that the material fulfills is connected. The emphasis of the paper is on the use of concrete and brick in the construction of the building's structural elements and the execution of a standard flat roof with all its layers. It also describes the complete preparation and execution of the facade layers, including coatings of various surfaces, base plaster, and the final layer. The paper describes the various components of mortars, adhesives, and coatings used in the construction of structural elements, finishing coatings, and decorative elements. The technology of installing the bituminous mixture and the execution of the traffic connection for access to the business-residential building is also described.

Key words: business-residential building, concrete, brick, mortar, insulation, stone, adhesive, primer.



## Sadržaj :

1. STAMBENO-POSLOVNA ZGRADA	
2. ANALIZA GRAĐEVINSKIH MATERIJALA PO FAZAMA GRADNJE	
2.1. Uporaba armiranog betona i opeke pri izvedbi konstrukcije.....	4
2.1.1. Armirani beton.....	4
2.1.2. Opeka.....	7
2.2. Uporaba XPS toplinske izolacije i TPO folija.....	8
2.2.1. Toplinska izolacija od ekstrudiranog polistirena.....	9
2.2.2. hidroizolacijske membrane od termoplastičnog poliolefina.....	9
2.3. Uporaba građevinskih materijala pri izvedbi fasade.....	10
2.3.1. Mineralna vuna.....	11
2.3.2. Temeljna žbuka.....	12
2.3.3. Završni sloj fasade.....	13
2.4. Uporaba kamena pri izgradnji stambeno-poslovna zgrade.....	14
2.4.1. Kamen.....	15
2.4.2. Agregat a tampon i bitumensku mješavinu.....	16
2.5. Premazi .....	18
2.5.1. Premazi betonskih ploha.....	19
2.5.2. Premazi fasadnih ploha.....	19
2.6. Ljepila.....	20
2.6.1. Ljepilo za kamen.....	20
2.6.2. Ljepilo za XPS ploče i mineralnu vunu.....	21
2.7. Mortovi.....	22
2.7.1. Mortovi za opeku.....	22
2.7.2. Mortovi za kamenu oblogu fasade.....	23
2.8. Uporaba asfalta u izvedbi prometnog priključka i parkinga.....	24
3. PRIKAZ TEHNOLOGIJE RADOVA, SUSTAVA I DETALJA	
3.1. Sustav zidova od porotherm opeke.....	26
3.2. Sustav pokrova.....	26
3.3. Sustav fasade.....	29

#### 4. ZAKLJUČAK

## **POPIS SLIKA**

Slika 1: Projekcija jugozapadnog pogleda zgrade [2]

Slika 2: Nacrt armirano betonske temeljne ploče [2]

Slika 3: Ugradnja betona pumpom za beton (fotografirao autor)

Slika 4: Uzorci kocaka poslani na ispitivanje (fotografirao autor)

Slika 5: Prvi red XPS ploča (fotografirao autor)

Slika 6: Ugrađena varena TPO membrana (fotografirao autor)

Slika 7: Ugrađene Rockwool ploče mineralne vune (fotografirao autor)

Slika 8: Izvođenje temeljne žbuke u hodnicima zgrade (fotografirao autor)

Slika 9: Završni sloj žbuke (fotografirao autor)

Slika 10: Ugrađeni granitni rubnjaci (fotografirao autor)

Slika 11: Ugradnja kamenih ploča (fotografirao autor)

Slika 12: Ukrcavanje kiperu (fotografirao autor)

Slika 13: Pražnjenje kiperu (fotografirao autor)

Slika 14: Drobljenje i sijanje agregata (fotografirao autor)

Slika 15: Skica slojeva krova

Slika 16: Ugradnja TPO zavarene membrane (fotografirao autor)

Slika 17: Skica ugrađenih slojeva fasade [5]

Slika 18: Ugradnja završnog sloja fasade (fotografirao autor)

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1: Fizička svojstva i vatrootpornost Porotherm 25 [3]

Tablica 2: Tehničke i mehaničke karakteristike Porotherm 25 [3]

Tablica 3: Tehnički podatci Rockwool, Hardwool [4]

Tablica 4: Tehnički podatci StoLevel Uni [5]

Tablica 5: Tehnički podatci Kerakoll bioflex Bianco [6]

Tablica 6: Tehnički podatci Cerasit CT80 [7]

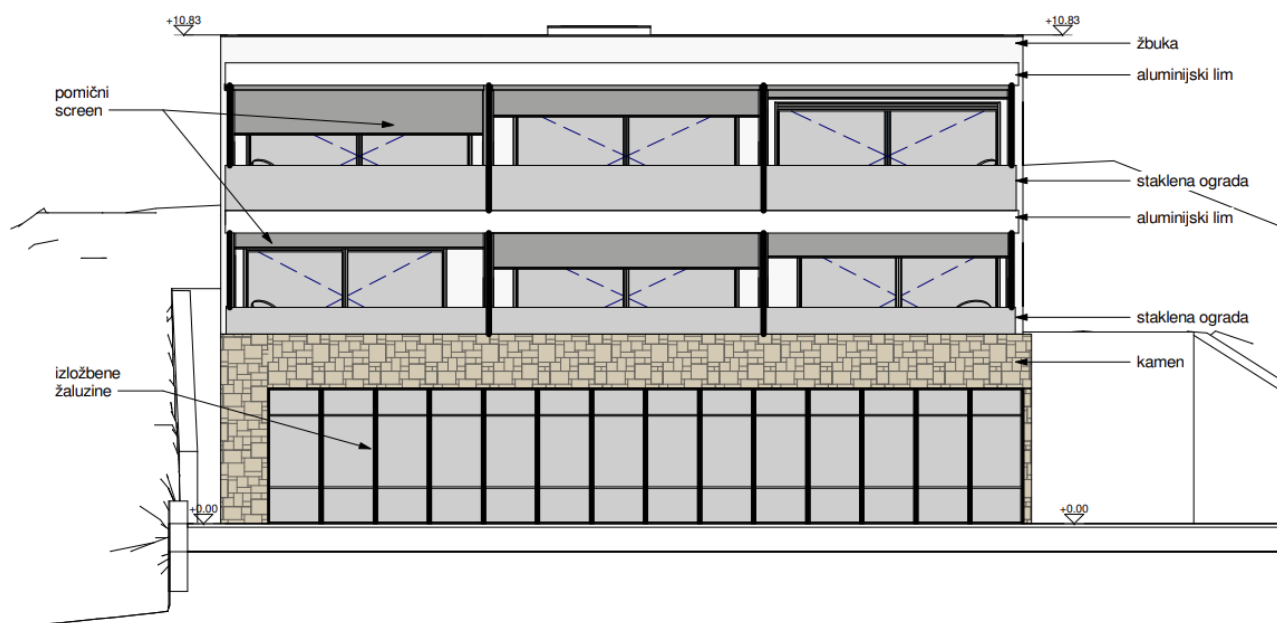
Tablica 7: Tehnički podatci Rofix 950 [8]

Tablica 8: Tehnički podatci Rofix 955 [9]

Tablica 9: Značajne vrijednosti viskoznosti bitumena po °C [10]

# 1. STAMBENO-POSLOVNA ZGRADA

Stambeno-poslovna zgrada Roltek smještena u Selcima, projektirana je kao dvokatnica s prodavaonicom u prizemlju, te uredima i stanovima na višim etažama. Prvotno je zamišljena kao skeletna konstrukcija, kasnije u potpunosti armirano betonska, te na kraju izvedena kao kombinacija nosivih elemenata od opeke i armiranog betona. Izgradnja stambeno-poslovne zgrade ugovorena je u travnju 2023. godine s rokom izvedbe od dvije godine. Prema projekciji zgrada je orijentirana sa pogledom na more i sukladno tome staklene stijene gledaju jugozapadno (Slika 1). Zidovi prizemlja zamišljeni su s kamenom oblogom. [1]



**Slika 1:** Projekcija jugozapadnog pogleda zgrade [1]

Zemljani i pripremni radovi započeli su u srpnju 2023. godine, kada su izvedeni i temelji. Izvedbi temeljne ploče slijedila je izvedba okna lifta, te kasnije njegove jezgre. U prizemlju, ploča i nosivi zidovi izvedeni su u potpunosti od armiranog betona. Sljedeći nosive zidove prizemlja, izvedena je armirano betonska

ploča te na njoj nosivi zidovi od opeke, te se taj sustav ponavlja sve do krovne konstrukcije. Nakon što je konstrukcija završena, ugrađena je stolarija od aluminijske i drva. Na krovu su postavljene izolacijske XPS ploče preko kojih je postavljen zaštitni geotekstil i zavarena TPO folija. Nakon što je konstrukcija zatvorena izvedeni su instalaterski radovi, razvod struje i vode, te povezivanje sve infrastrukture objekta u funkcionalnu cjelinu. Stanovi i uredi su pripremljeni za završne radove. Izvedeni su cementni estriži, te nanosena žbuka i glet masa. Izvana su fasadne plohe obložene mineralnom vunom, te pokrivene prvim slojem fasadnog ljepila i mrežice. Krajem veljače 2024. završena je priprema fasadnih ploha u drugom sloju ljepila uz impregniranje. Početkom ožujka izveden je završni sloj te je započeto s pripremnim radovima za asfaltiranje prometnog priključka i parkinga. Nakon izvedbe prometnog priključka i parkinga stambeno-poslovne zgrade pripremljena je i uređena sva građevinska dokumentacija, te je 12. 6. 2024. službeno ispunjen ugovor i objavljen kraj građevinskih radova.

Cilj ovoga rada je analizirati tehnologije i materijale korištene kroz prethodno navedene faze izgradnje stambeno-poslovne zgrade.

## 2. ANALIZA GRAĐEVINSKIH MATERIJALA PO FAZAMA GRADNJE

### 2.1. Uporaba armiranog betona i cigle pri izvedbi konstrukcije

Armirani beton je materijal koji u građevinarstvu svoje mjesto pronalazi u skoro svim stambenim konstrukcijama u području Republike Hrvatske. Sastojci betona su: agregat, voda, cement i aditivi. Ovisno o omjeru sastojaka, razredu čvrstoće veziva i frakciji agregata dobivamo betone za različite uporabe. Na primjer, kod izvedbe cementnih estriha obavezno se koristi frakcija 0/4 mm, dok se za beton armirano betonske ploče sve tri frakcije agregata, 0/4, 4/8 i 8/16 mm. [2]

Osnovni sastojak opeke je glina kojoj se dodaju aditivi poput pepela zbog poboljšanja termičkih i akustičnih svojstava. Opeka je materijal velike tlačne čvrstoće, a svoju korist u stambenoj gradnji pronalazi zbog toplinskih svojstava (toplinska provodljivost iznosi 0,141 W/mK, Tablica 1) koja pomažu regulaciji temperature u prostoru. Upijanjem topline danju i otpuštanjem topline noću smanjuje troškove grijanja i hlađenja prostora. Blok opeka također ima dobra akustična svojstva, te je opeka kao i beton trajan materijal otporan na truljenje i kukce. [3]

**Tablica 1:** Fizička svojstva i vatrootpornost Porotherm 25 [3]

<b>FIZIKALNA SVOJSTVA</b>		
Toplinska provodljivost	$\lambda_{10, \text{dry unit}}$	0,141 W/mK
U-vrijednost (neožbukani zid)	U	0,51 W/m <sup>2</sup> K
Bruto gustoća	$\rho$	780 kg/m <sup>3</sup>
Specifični toplinski kapacitet	c	0,92 kJ/kgK
Faktor otpora difuziji vodene pare	$\mu$	5/10
Računska dozvoljena vlažnost	$x_r$	2,6 %
Maks. dozvoljena vlažnost	$x_{\text{max}}$	5,4 %
Računska debljina sloja kondenzirane vodene pare		0,05 m
Reakcija pri požaru		A1
Otpornost na smrzavanje		F0
Sadržaj aktivnih topivih soli		S0

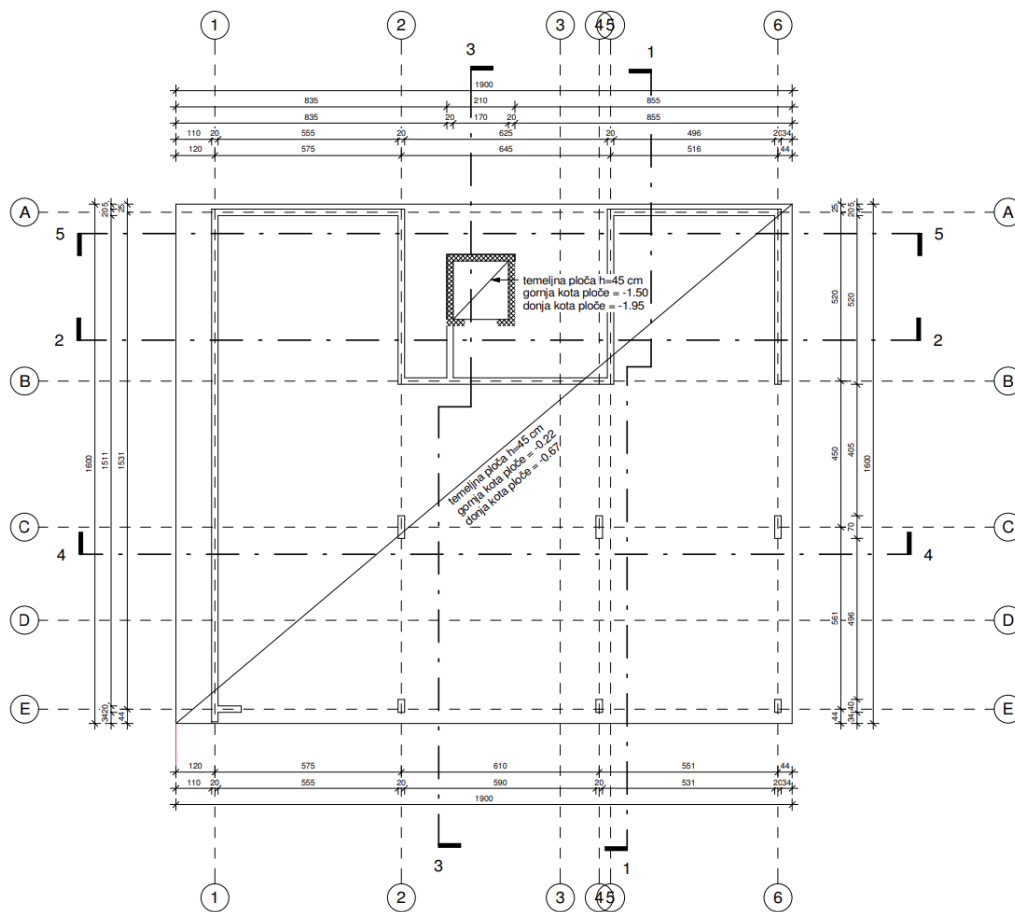
<b>VATROOTPORNOST</b>	
Razred požarne otpornosti	REI 120* min
* zid ožbukani sa obje strane	

### 2.1.1. Armirani beton

Nosivi konstruktivni elementi stambeno-poslovne zgrade izgrađeni su u cijelosti od armiranog betona.

Od armiranog betona izvedene su:

- armirano betonska temeljna ploča projektom zadana debljine 45 cm , koja zgradi daje veliku protupotresnu otpornost i stabilnost (Slika 2)
- armirano betonske međukatne ploče debljine 20 cm
- armirano betonski zidovi prizemlja koji omogućuju velike slobodne raspone u poslovnom prostoru
- serklaži koji daju strukturnu stabilnost građevini
- armirano betonsko stubište i jezgra lifta. [1]



Slika 2: Nacrt armirano betonske temeljne ploče [1]



Zahtjeve nosivosti konstrukcije i konstruktivnih elemenata zadovoljava armirani beton gdje velika tlačna čvrstoća betona u kombinaciji s vlačnom čvrstoćom armature dopuštaju velike raspone koji su poželjni u izvedbi poslovnih prostora. Požarna otpornost je također jedno od svojstava koje je doprinijelo odluci o izvedbi armirano betonske jezgre lifta i stubišta. Obradivost svježeg betona također omogućuje izvedbu kompleksnih oblika poput kružnog stubišta koje pravi luk oko okna lifta.

Razred čvrstoće betona svih konstruktivnih elemenata je C25/30. Sav beton ugrađen na stambeno-poslovnoj zgradi proizveden je u betonari i ugrađen pumpom za beton (Slika 3). Armatura armirano betonskih ploča postavljena je u dvije zone. U donjoj zoni, gdje su veliki rasponi, postavljene su armaturne mreže Q785 (10mm, 10 x 10cm) dok je u gornjoj zoni korištena armaturna mreža Q335 (8mm, 15 x 15cm). Za armiranje zidova korištena Q335 mreža u dvije zone. Za vertikalne i horizontalne serklaže korištene su armaturne šipke B500B polumjera 12 mm, te armaturne šipke B500B polumjera 6 mm koje su vezane u koševе paljenom žicom.



**Slika 3:** Ugradnja betona pumpom za beton (fotografirao autor)

## Tehnologija

Prije ugradnje betona izrađena je drvena oplata, koju se prije samog dolaska automiješalice prskalo uljem za oplata. Automiješalicom je beton dovezen na gradilište te je iz nje istovaren svježi beton izravno u pumpu za beton. Betoniranje je provedeno unaprijed planiranim redoslijedom: od udaljenijih dijelova konstrukcije prema izlazu gradilišta (Slika 3). Izliveni beton je ravnan građevinskom letvom, te vibriran vibro iglom kako bi se postigla zadovoljavajuća zbijenost betona te istisnuo zahvaćeni zrak. Nakon ugradnje betona provedena je njega betona polijevanjem vodom svakih 2 sata tijekom radnog dana kako bi se izbjeglo naglo sušenje betona i pojava pukotina.

## Kontrola kvalitete

Kontrolu kvalitete betona odvojeno su provjeravali izvođač i nadzorni inženjer. Izvođač je pri betonaži temeljne ploče, armirano betonskih zidova prizemlja i pri betonaži armiranobetonskih ploča uzimao uzorke svježeg betona (Slika 4). Direktno iz beton pumpe izliven je beton u kalupe oblika kocke brida 15 cm koje su poslane u kreditirani laboratorij na ispitivanje tlačne čvrstoće. Laboratorijski rezultati bit će uvedeni u tehničku dokumentaciju koja je potrebna za tehničku inspekciju građevine za uporabnu dozvolu.



**Slika 4:** Uzorci kocaka poslani na ispitivanje (fotografirao autor)

Nadzorni inženjer je ispitivao čvrstoću izvedenog očvrsnulog betona nasumično udarnim testom s pomoću sklerometra, te je potvrdio zahtijevani razred čvrstoće betona.

### 2.1.2. Opeka

Pri izgradnji nosivih zidova prvog i drugog kata stambeno-poslovne zgrade korištena je Porotherm 25 blok opeka. Dimenzije opeke su 25 cm debljine s 37,5 cm duljine, 24,9 cm visine (Tablica 2). Za izvedbu sustava nosivih i pregradnih zidova korištena je opeka Winerberger, a za povezivanje opečnih blokova mort Rofix 950. Jedan od ključnih aspekata Wienerberger opečnih sustava je njihova ekološka održivost. Proizvodni proces koristi prirodne materijale i moderne tehnologije koje smanjuju emisiju CO<sub>2</sub> i optimiziraju potrošnju energije. Također, opeke su potpuno reciklabilne, što dodatno doprinosi očuvanju okoliša.

**Tablica 2:** Tehničke i mehaničke karakteristike Porotherm 25 [3]

<b>TEHNIČKE KARAKTERISTIKE</b>		
Dimenzije		37,5x25x24,9 cm
Debljina zida	d	25 cm
NF		11,97
Masa	m	17,6 kg/kom
Potrošnja opeke m <sup>2</sup>		10,67 kom/m <sup>2</sup>
Potrošnja opeke m <sup>3</sup>		42,7 kom/m <sup>3</sup>
Utrošak tankoslojnog morta		2,5 // 10 l/m <sup>2</sup> // l/m <sup>3</sup>
Utrošak DRYFIX.extra		6 m <sup>2</sup> /doza
m <sup>2</sup> od m <sup>3</sup> opeke		4 m <sup>2</sup>
Težina m <sup>2</sup> zida (tankoslojni/DRYFIX.extra)		1,91 // 1,88 kN/m <sup>2</sup>
Težina m <sup>3</sup> zida (tankoslojni/DRYFIX.extra)		7,64 // 7,52 kN/m <sup>3</sup>
<b>MEHANIČKE KARAKTERISTIKE</b>		
Tlačna čvrstoća	f <sub>b</sub>	10 N/mm <sup>2</sup>
Karakteristična tlačna čvrstoća zida (tankoslojni/DRYFIX.extra)	f <sub>k</sub>	4,52 // 3,75 N/mm <sup>2</sup>

## 2.2. Uporaba XPS toplinske izolacije i TPO folija

Ekstrudirani polistiren (XPS), vrsta je toplinske izolacije na bazi polimera. To je sintetički polimer stirena. XPS je dovoljno kruti materijal koji je otporan na vlagu, te ima odlična termička svojstva koja ga čine povoljnim za različite primjene u graditeljstvu. Također XPS ploče su trajne i otporne na degradaciju od UV radijacije i kemikalija. Još jedno važno svojstvo koje pogoduje uporabi XPS ploča pri stambenoj gradnji je ponašanje u požaru (Slika 5). Osim za izolaciju ravnih krovova i temelja, XPS ploče također se koriste kod fasadnih ploha pri izradi spoja fasade s tlom. [4]



**Slika 5:** Prvi red XPS ploča (fotografirao autor)

Termoplastični poliolefin (TPO) je vrsta polimerne membrane na bazi polimera bijele boje i bez mirisa. To je vrsta hidroizolacije koja se proizvodi u jednoslojnim trakama. Trake variraju u debljini, ali su jednostavne za obradu što olakšava ugradnju. TPO membrane imaju reflektirajuća svojstva što u našoj klimi značajno umanjuje upijanje topline, a doprinosi uštedi energije i toplinskom širenju. TPO membrane su trajne i

namijenjene da podnose vanjske čimbenike poput UV radijacije, temperaturnih promjena, te izloženosti kemijskim tvarima poput soli. Također, sam kemijski sastav je štetan za razvoj mikroba što je poželjno pri osiguravanju trajnosti objekta. Elastičnost je svojstvo TPO membrana koje je značajno u njihovoj upotrebi na krovovima pošto dopušta širenje i skupljanje membrane bez razdvajanja, pucanja i oštećenja. [5]

### ***2.2.1 Toplinska izolacija od ekstrudiranog polistirena***

Za ugradnju toplinske izolacije krova korištene su Plastiform XPS ploče za izolaciju. Dimenzije ploča su 125 x 60 cm, a požarne klasifikacije su: Eurorazred E. Ova klasifikacija je definirana u normi EN 13501-1, koja kategorizira materijale od A1 (neizgorivi) do F (bez performansi u vezi s požarom). Eurorazred E označava da materijal ima ograničenu sposobnost da spriječi širenje plamena i da može značajno doprinijeti požaru u početnoj fazi. U testovima, materijali s klasifikacijom E prolaze osnovni test zapaljivosti, ali mogu brzo sagorjeti i širiti plamen. Takvi materijali mogu biti prihvatljivi za upotrebu u područjima gdje se ne očekuje visok rizik od požara ili gdje su postavljeni u kombinaciji s drugim zaštitnim mjerama. Naime, XPS nije vatrootporan materijal poput opeke i betona već sagorijeva.

### ***2.2.2. Hidroizolacijske membrane od termoplastičnog poliolefina***

Za izvedbu krovne konstrukcije korištena je TPO membrana Draco Plan 200. Dimenzije jedne TPO membrane su 2 mm x 2,1 m x 25 m. To su membrane dvostrano armirane poliesterskom mrežicom. Gornji sloj je bijel, vodootporan i otporan na UV zračenje, a donji sloj je crn, te ga karakterizira velika mehanička otpornost.

## **Tehnologija**

Na objektu stambeno-poslovne zgrade TPO membrana je zavarena na krovnu ploču i preko cijele temeljne ploče uz prepust 30 cm preko ruba konstrukcije. Zavarena je u tipske elemente spojnih lajsni i dodatno brtvljena silikonskom masom duž cijeloga ruba (Slika 6).





**Slika 6:** Ugrađena varena TPO membrana (fotografirao autor)

### **2.3. Uporaba građevinskih materijala pri izvedbi fasade**

Ploče mineralne vune proizvode se od više različitih sirovina. Staklena se vuna proizvodi primarno od recikliranog stakla dok se kamena vuna koju proizvodi od prirodnog kamena poput bazalta. Sirovina za proizvodnju ploča se prvo tali na velikim temperaturama, a zatim se pleće u mase materijala koji se kasnije prešaju pod predodređenim tlakom. Ovisno o tlaku pod kojim se tlače ploče dobiva se izolacija različite namjene. Na primjer, u građevinarstvu se pri izvedbi fasadnih ploha koristi visokotlačna mineralna vuna koja formira krute plohe fasade, dok instalateri za izolaciju mehanizacije poput grijača vode koriste niskotlačnu, odnosno meku vunu.

Mineralne mortove koristilo se za primarnu obradu fasadnih zidova, zidova hodnika i stubišta. Mineralni mort je vrlo obradiva masa, adhezivna s dobrom tlačnom čvrstoćom.

Kao i mineralna vuna osigurava prolaz vodene pare, ali je mineralni mort i vodootporan. [5]

Završni sloj je estetska obrada fasadni ploha čija je uloga zaštita slojeva fasade od atmosferskih uvjeta.

### 2.3.1. Mineralna vuna

Na stambeno-poslovnoj zgradi korištena je ROCKWOOL mineralna vuna u sloju debljine 10 cm oko cijelog objekta. Najbitnija svojstva mineralne vune jesu njezina niska toplinska provodljivost koja iznosi 0,049 W/mK i zanemariv faktor otpora prolazu vodene pare (tablica 3). [6]

**Tablica 3:** Tehnički podaci Rockwool, Hardwool [6]

TEHNIČKI PARAMETRI			
Svojstvo	Simbol	Vrijednost	Norma
Reakcija na požar	-	A1	HRN EN 13501-1
Deklarirana toplinska provodljivost	$\lambda_D$	0,039 W/[mK]	HRN EN 12667
Tolerancija debljine	T5	- 1 mm / + 3 mm	HRN EN 823
Tlačna čvrstoća kod 10% deformacije	CS(10) 70	$\sigma_{10} = 70$ kPa	HRN HRN EN 826
Delaminacijska čvrstoća	TR 15	$\sigma_{rel} = 15$ kPa	HRN HRN EN 1607
Točkasto opterećenje pri 5 mm deformacije	PL(5) 1000	Fp = 1000 N	HRN HRN EN 12430
Paropropusnost	MU 1	$\mu = 1$	HRN EN 12086
Kratkotrajna vodoupojnost	WS	$\leq 1$ kg/m <sup>2</sup>	HRN EN 1609
Dugotrajna vodoupojnost	WL(P)	$\leq 3$ kg/m <sup>2</sup>	HRN EN 12087
Gustoće	$\rho$	220 kg/m <sup>3</sup> vanjski sloj 150 kg/m <sup>3</sup> unutrašnji sloj	HRN EN 1602
Talište	T <sub>i</sub>	> 1000°C	HRN DIN 4102
debljina			
Ključ za obilježavanje	50-160 mm	MW-EN 13162-T5-DS(70,-)-DS(70,90)-CS(10)70-TR15-PL(5)1000-WS-WL(P)-MU1*	
Izjava o svojstvima (DoP)	50-160 mm	CPR-DoP-ADR-074	

\*MW - mineralna vuna; EN - europska norma; T<sub>i</sub> - tolerancija debljine; DS(70,90) – dimenzijska stabilnost pri određenim uvjetima temperature i relativne vlažnosti zraka; CS(10) - tlačna čvrstoća; TR - delaminacijska čvrstoća; PL(5) - točkasto opterećenje pri 5 mm deformacije; WS - kratkotrajna vodoupojnost; WL(P) - dugotrajna vodoupojnost; MU1 – difuzija vodene pare (paropropusnost)

DEBLJINA I R <sub>0</sub>					
Debljina (mm)	50	60	80	100	160
Toplinski otpor R <sub>0</sub> , m <sup>2</sup> K/W]	1,25	1,50	2,05	2,55	4,10

**ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.**  
 Sjedište i proizvodnja, Poduzetnička zona Pićan Jug 130, Zajci  
 HR – 52333 Potpićan  
 Ured prodaje, Radnička cesta 80, HR - 10000 Zagreb  
 Tel +385 1 6197 600, Fax +385 1 6052 151  
 www.rockwool.hr

Sve informacije u ovom tehničkom listu odnose se na svojstva proizvoda mjerodavna u vrijeme tiskanja tehničkog lista. Molimo Vas da od svog dobavljača uvijek zatražite najnovije izdanje tehničkog lista, budući da kontinuirano radimo na razvoju proizvoda. Zadržavamo pravo promjene pojedinih vrijednosti bez prethodne najave.

## Tehnologija

Građevinskom žlicom nanosi se sloj ljepila na plohu ploče, te se ugrađuje na plohu zida. Sustavom konopca osigurava se horizontalno i vertikalno poravnanje ploče. Kad su sve plohe objekta obložene pločama toplinske izolacije ugrađuju se tiple za osiguranje (Slika 7).



**Slika 7:** Ugrađene Rockwool ploče mineralne vune (fotografirao autor)

### 2.3.2. Mineralni mort za armiranje/temeljna žbuka

Pri izvedbi stambeno-poslovne zgrade korišten je mineralni mort STOLevel Uni (Tablica 4) koji se proizvodi na bazi cementnog veziva miješanog s polimerima, laganim agregatom (kvarcnim pijeskom) i dodatnim aditivima (silikonima). Temeljna žbuka izvodi se radi poravnanja i povezivanja fasadnih ploha, te stvaranja homogene fasade. [5]

**Tablica 4:** Tehnički podatci StoLevel Uni [7]

Tehnički podatci			
Kriterij	Norma / ispitni propis	Vrijednost/ Jedinica	Napomene
Klasa žbuke	EN 998-1:2016	CS IV	
Klasa žbuke	DIN 18550-1/-2	P II	
Gruba gustoća čvrste žbuke	EN 1015-10	1,4 g/cm <sup>3</sup>	
Vlačna čvrstoća pri savijanju	EN 1015-11	2,9 N/mm <sup>2</sup>	
Tlačna čvrstoća	EN 1015-11	7,4 N/mm <sup>2</sup>	
Modul elastičnosti, dinamični	TP BE-PCC	5.800 N/mm <sup>2</sup>	
Koeficijent otpora difuziji vodene pare $\mu$	DIN EN 1015-19	$\leq 25$	
Upijanje vode	ETAG 004	$\leq 0,5$ kg/m <sup>2</sup>	
Upijanje vode	EN 1015-18	$C \leq 0,20$ kg/(m <sup>2</sup> min <sup>0,5</sup> )	W <sub>c</sub> 2
Toplinska vodljivost	EN 1745	$\leq 0,45$ W/(m*K) za P=50 %	vrijednost iz tablice
Toplinska vodljivost	EN 1745	$\leq 0,49$ W/(m*K) za P=90 %	vrijednost iz tablice
Reakcija na požar	EN 13501-1	A2-s1, d0	
Izdašnost		780 L/T	



## Tehnologija

Uvraćani mineralni mortovi miješaju se s vodom. Na podlogu se nanose zupčastim gleterima. U nanosenu masu ugrađujemo mrežicu za armiranje, te podlogu izravnavamo leptirima (Slika 8).



**Slika 8:** Izvođenje temeljne žbuke u hodnicima zgrade (fotografirao autor)

### ***2.3.3. Završni sloj fasade***

Završni sloj fasade stambeno-poslovne zgrade izveden je žbukom Stolit K. Navedeni završni sloj proizvodi kao mješavina visokokvalitetnih sastojaka agregata, veziva i pigmenata s posebnim aditivima koji poboljšavaju svojstva. Aditivi mu omogućuju trajnost i otpornost na UV zračenje, te fleksibilnost koja sprječava pojavljivanje pukotina pri skupljanju i širenju objekta. Od agregata koriste se sirovina kvarca i mramora frakcije

do 2 mm. Vezivo je cement, a aditivi su polimeri i silikoni koji završnom sloju daju „plastičnu“ teksturu. Svi sastojci se u određenim količinama doziraju, te miješaju s vodom. Stolit K je završni sloj sa zrnom 2 mm koji se često koristi za postizanje glatke teksture.

### **Tehnologija**

To je vrlo obradiva masa koja se po temeljnoj žbuci nanosi plastičnim gleterom i građevinskom žlicom u sloju debljine 2 mm (Slika 9). Nakon što se masa nanese na fasadnu plohu, utrljava se plastičnim gleterom kako bi se uklonile nepravilnosti i postigao efekt „zrna“.



**Slika 9:** Završni sloj žbuke (fotografirao autor)

### **2.5. Uporaba kamena pri izgradnji stambeno-poslovne zgrade**

Uporaba kamena u graditeljstvu ima dugu i bogatu povijest, koja seže tisućama godina unatrag. To je jedan od prvih materijala koje je čovjek koristio za izgradnju nastambi, hramova, spomenika i drugih građevina zbog svoje čvrstoće, trajnosti i estetske vrijednosti.

### 2.2.1. *Kamen*

Kamen je pri izgradnji stambeno-poslovne zgrade korišten u raznim elementima, u dekorativne svrhe, kako slijedi:

- granit - za izvedbu rubnjaka koji razdvajaju prometnu površinu od, pješačke zone i zelenih površina (Slika 10),
- vapnenac koji je izvađen pri iskopu objekta – za izvedbu fasadnih ploha prizemlja i zidova okoliša,
- građevinsko-arhitektonski kamen vapnenac vrste Kanfanar – korišten je za: podne obloge stubišta, hodnika, terasa, te za izvedbu klupčica, erti i pragova otvora.



**Slika 10:** Ugrađeni granitni rubnjaci (fotografirao autor)

### **Tehnologija**

Da bi se ugradili kamenerubnjaci najprije se trasirani pravci prometne površine. Krajevi prometnih pravaca označeni su klinovima koji su povezani konopcem. Visine su

podešene nivelirom kako bi se osigurali predviđeni nagibi. Nakon što je siguran adekvatan prostor potreban za ugradnju rubnjaka na tlo je nanesen mort u debljini 5 cm. Na mort su ugrađeni rubnjaci, te je libelom ispitana horizontalnost i vertikalnost.

Pri ugradnji kamene podne obloge terasa korišteno je fleksibilno ljepilo. Na pripremljenu hidroizoliranu podlogu zupčastim gletrom nanoseno je ljepilo na koje su spuštene ploče (Slika 11). Ploče su izravnane letvom i ravnost provjerena libelom kako bi se osigurala horizontalnost i vertikalnost ploha. Poravnanja kamenih ploča izvedeno je gumenim čekićem kako se ne bi oštetile ploče.



**Slika 11:** Ugradnja kamenih ploča (fotografirao autor)

#### ***2.4.2. Agregat za tampon i bitumensku mješavinu***

Agregat se proizvodi u kamenolomu drobljenjem minirane i odvaljene kamene mase. Kamena masa strojno se ukrcava (Slika 12) u gradilišne kiperne koji iskrcavaju (Slika



13) tu masu u punilicu. Punilica vibrira i vodi materijal trakom do primarne drobilice te do sita gdje se sije, zatim do ostalih drobilica i sita gdje se ponovo sije (Slika 14).



**Slika 12:** Ukcavanje kiperu (fotografirao autor)



**Slika 13:** Pražnjenje kiperu (fotografirao autor)





**Slika 14:** Drobljenje i sijanje agregata (fotografirao autor)

Za podlogu asfalta korišten je tamponski agregat granulacije 8/16 mm iz kamenoloma Garica tvrtke GP Krk d.o.o. Agregat tamponskog sloja 8/16 mm zbijao kako bi se osiguralo ravnomjerno prenošenje opterećenja s tamponskog sloja u zemljanu podlogu, što umanjuje mogućnost pucanja asfalta. Izrazito je važno da je tamponski sloj dovoljne debljine, te da su padovi za završnu podlogu pravilno pripremljeni i prethodno provjereni. Kod pripreme podloge za asfalt stambeno-poslovne zgrade, zbijanje je izvedeno strojno valjkom.

## **2.5.Premazi betonskih i fasadnih ploha**

Premazi se koriste kao prva zaštitna ili vezni sloj na površinama prije nanošenja završnih premaza, boja i ljepila. Njihova osnovna funkcija je priprema površine za bolje

prianjanje dolazećeg sloja, te sprječavanje prodor vode i drugih štetnih elemenata. Primjeri premaza mogu biti na vodenoj bazi ili otapala koja se biraju prema specifičnim potrebama podloge i klimatskih uvjeta. Cilj premaza je povećati adheziju glatke površine betona i ispuniti pore na površini podloge. Samim time postiže se veća izdržljivost i trajnost same građevine.

Uloga fasadnih premaza je povećati adheziju i fleksibilnost temeljne žbuke. Ugradnja primera izrazito je važan korak pri izvedbi fasadnih sustava jer osigurava potpunu otpornost fasade na atmosferilije.

### ***2.5.1.Premazi betonskih ploha***

Za pripremu betonskih ploha zidova prizemlja korišten je premaz Betonkontakt B-8. To je primer crvene boje na bazi sintetičkih smola, acetona i aditiva.

#### **Tehnologija**

Premazivanje betonskih ploha izvedeno je uvijek najmanje 2 dana nakon same ugradnje betona i jedan dan prije daljnje obrade. Premaz je prije nanošenja razrijeđen vodom u omjeru 1,5:1 i ugrađen valjkom na očišćenu betonsku podlogu.

### ***2.5.2.Premazi fasadnih ploha***

Priprema fasadnih ploha za završni sloj fasade objekta izvedena je primerom STO-Putzgrund. To je tekućina bijele boje koja se sastoji od polimerne disperzije, titanovog dioksida, mineralnih i silikatnih punila, te aditiva.

STO-Putzgrund se razrjeđuje vodom u omjeru 2:1, te ugrađuje valjcima po sloju temeljne žbuke. Ugrađuje se najkasnije 1 dan prije ugradnje završnog sloja.

#### **Tehnologija**

Primer je razrijeđen vodom u omjeru 2:1, te je ugrađen valjcima po sloju temeljne žbuke. Ugrađuje se najkasnije 1 dan prije ugradnje završnog sloja

## 2.6. Ljepila

Građevinska ljepila su proizvodi koji se koriste za spajanje različitih građevinskih materijala. Osnovna podjela građevinskih ljepila prema vezivu:

- Cementna ljepila,
- Vapnena ljepila,
- Poliuretanska ljepila,
- Epoksidna ljepila,
- Silikonska ljepila.

Pravilna primjena građevinskih ljepila mijenja potrebu za mehaničkim spajalima. [8]

### 2.6.1. Ljepilo za kamen

Za ugradnju podne obloge i stubišta korišteno jest ljepilo Kerakoll bioflex Bianco. To je visoko adhezivno ljepilo bijele boje na bazi cementnog veziva, mineralnog agregata i sintetičkih polimera koji omogućuju fleksibilnost. To je ljepilo velike tlačne čvrstoće, otporno na vodu, vlagu, zamrzavanje, te zagrijavanje (Tablica 5). [9]

**Tablica 5:** Tehnički podatci Kerakoll bioflex Bianco [9]

**kerakoll**

Code: P981 2023/01-1 HR

<b>Performanse</b>		
<b>Kvaliteta zraka u zatvorenim prostorima (IAQ) VOC - Ispuštanja organskih hlapljivih tvari</b>		
Sukladnost	EC 1 plus GEV-Emicode	Cert. GEV 4616/11.01.02
<b>HIGH-TECH</b>		
Poprečna adhezija (gres/gres) nakon 28 dana	≥ 1 N/mm <sup>2</sup>	ANSI A-118.4
Adhezija na vuču (beton/gres) nakon 28 dana	≥ 2 N/mm <sup>2</sup>	EN 12004-2
<b>Test izdržljivosti:</b>		
- adhezija nakon djelovanja topline	≥ 1 N/mm <sup>2</sup>	EN 12004-2
- adhezija nakon uranjanja u vodu	≥ 1 N/mm <sup>2</sup>	EN 12004-2
- adhezija nakon ciklusa zamrzavanja i odmrzavanja	≥ 1 N/mm <sup>2</sup>	EN 12004-2
Temperatura korištenja	od -30 °C do +80 °C	
Sukladnost	C2 TE	EN 12004

Snimanje podataka pri temperaturi +23 °C, 50% relativne vlage, bez provjetravanja. Mogu se mijenjati zavisno o specifičnim uvjetima na gradilištu.



## Tehnologija

Ljepilo je miješano s vodom u omjeru 4:1 (25 % vode) , te je građevinskom žlicom i zupčastim gleterom naneseo na očišćenu podlogu pripremljenu s primerom. [9]

### 2.6.2. Ljepilo za XPS ploče i mineralnu vunu

Pri izvedbi toplinske izolacije stambeno-poslovne zgrade XPS ploče i ploče mineralne vune postavljene su na ljepilo Cerasit CT80. To je ljepilo visokih performansi sive boje na bazi cementnog veziva i pješčanog te mineralnog agregata. Aditivi u mješavini služe kako bi se ubrzao proces vezanja ljepila radi praktičnosti ugradnje. No najvažnije svojstvo ljepila jest njegovo svojstvo prijanjanja na beton (iznosi 0,25 N/mm<sup>2</sup>, Tablica 6) , te mineralnu vunu (iznosi 0,08 N/mm<sup>2</sup>, Tablica 6).

## Tehnologija

Pri ugradnji važna je dobro pripremljena podloga koja je očišćena i namazana primerom. Za rad s ljepilom Cerasit CT80 u mješavinu se dodaje voda u omjeru 1:5. [9]

**Tablica 6:** Tehnički podatci Cerasit CT80 [10]

### TEHNIČKI PODACI

Osnova: cement, pijesak, mineralna punila, polimeri u praškastom stanju i ostali aditivi

Omjer miješanja: 5.0-5.5l vode na 25 kg

Radna temperatura: od +5°C do +30°C

Vrijeme za primjenu: oko 90 minuta

Mogućnost nastavka radova: nakon 24h

Brušenje ljepila: nakon 24h

Temperaturna otpornost: -30°C do +70°C

Prijanjanje na beton nakon 28 dana u suhim uvjetima:  $\geq 0,25$  MPa

Prijanjanje na mineralnu vunu nakon 28 dana u suhim uvjetima:  $\geq 0,08$  MPa

Potrošnja za lijepljenje: oko 5 kg/m<sup>2</sup>

Potrošnja za armiranje: oko 5 kg/m<sup>2</sup>

Nanošenje završnog sloja moguće nakon: 72 sata

Armiranje moguće nakon: 24h

## 2.7.Mortovi

Mort je osnovni građevinski materijal koji se koristi za ugradnju i oblaganje. Sastoji se od veziva (obično cementa ili vapna), agregata (najčešće pijeska) i vode. Smjesa tih komponenti omogućuje stvaranje čvrstog i dugotrajnog materijala koji se koristi u različitim građevinskim radovima.



### 2.7.1.Mortovi za opeku

Blok opeka povezivana je mortom Rofix 950 pri zidanju prve i druge etaže stambeno-poslovne zgrade. To je svijetlo sivi vapneno-cementni mort s agregatom od kvarcnog pijeska i sintetičkim aditivima koji ubrzavaju proces vezivanja. Ovaj mort ima izrazito veliku tlačnu čvrstoću (5 N/mm<sup>2</sup>, Tablica 7) i veliki modul elastičnosti (11 000 N/mm<sup>2</sup>, Tablica 7). [11]

## Tehnologija

Mort je napravljen miješanjem s vodom u omjeru 1:6,5, te nanašan na podlogu zidarskom žlicom. Usprkos visokoj nosivosti morta, unutar 6 sati moguće je nanijeti maksimalno 6 redova opeke. Mora se omogućiti dovoljno vremena za sušenje kako bi se ugrađeni mort ponašao prema normiranim standardima. [11]

**Tablica 7:** Tehnički podatci Rofix 950 [11]

Tehnički podaci		
SAP šifra:	2000152383	2000148115
NAV šifra:	144814	110915
INFO	samo ITA	
Vrsta pakiranja		
Jedinica po paleti	48 Jed./pal.	
Količina u jednom pakiranju	25 Kg/jed.	1.000 Kg/jed.
Granulacija	0 - 3 mm	
Izdašnost u litrama	pribl. 15 l/jed.	pribl. 600 l/t
Izdašnost	pribl. 15 l/jed.	pribl. 600 l/t
Upozorenja o potrošnji	Vrijednosti potrošnje su orijentacijske i uvelike ovise o vrsti podloge i tehnici ugradnje.	
Potrebna količina vode	pribl. 3,8 l/jed.	137 l/jed.
Nasipna gustoća suhog morta	pribl. 1.800 kg/m <sup>3</sup>	
Toplinska provodljivost λ10, suho (EN 1745:2002)	1,11 W/mK (tablična vrijednost) za P=50%	
Toplinska provodljivost λ10, suho (EN 1745:2002)	1,21 W/mK (tablična vrijednost) za P=90%	
Spec. kapacitet topline	pribl. 1 kJ/kg K	
Tlačna čvrstoća (28 d)	≥ 5 N/mm <sup>2</sup>	
E - modul	pribl. 11.000 N/mm <sup>2</sup>	
MG (EN 998-2)	M5	
MG (SIA 266)	MBL	
MG (MD ita)	M2	
Certifikati o ispitivanju	EMPA Dübendorf, CH MPA Bau, Tehničko sveučilište München, Njemačka	
Nadzor	Nadzor obavlja akreditirana tvrtka. Interna kontrola proizvodnje obavlja se u vlastitim laboratorijima, u svakoj tvornici. Na taj način osiguravamo identičan sastav proizvoda.	
Početna otpornost na smicanje (posmična čvrstoća)	pribl. 0,15 N/mm <sup>2</sup> (Tabellenwert)	
Sadržaj klorida	≤ 0,1 M%	
Napomene o ambalaži	U papirnatim vrećama zaštićenim od vlage.	

### 2.7.2. Mortovi za kamenu oblogu fasade

Za izvedbu kamene obloge fasade korišten je mort Rofix 952. To je svijetlosivi vapneno-cementni mort s agregatom od kvarcnog pijeska i sintetičkim aditivima koji ubrzavaju proces vezivanja. Za razliku od serije 950, mort 952 ima manji modul elastičnosti (3000 N/mm<sup>2</sup>, Tablica 8) i puno je krtiji što je poželjno pri ugradnji kamena koji je znatno teži od blok opeke. [12]

#### Tehnologija

Za ugradnju morta Rofix 952, kod pripreme mješavine nakon doziranja vode i morta smjesa je miješana dok nisu nestale sve grudice. Nakon inicijalnog miješanja s vodom izrazito je važno ostaviti smjesu 5 minuta da se aktiviraju sastojci te ponovo promiješati. [12] Tako se osiguraju normirana svojstva tlačne čvrstoće i elastičnosti. Za razliku od mortova za opeku, zidanje kamenog zida ne zahtijeva period sušenja morta za određeno opterećenje, pošto sam po sebi nije nosivi element već je njegova uloga nekonstruktivna.

**Tablica 8:** Tehnički podatci Rofix 955 [12]

SAP šifra:	137563
NAV šifra:	137563
INFO	
Vrsta pakiranja	Ⓛ
Jedinica po paleti	36 Jed./pal.
Količina u jednom pakiranju	30 Kg/jed.
Granulacija	0 - 1,2 mm
Izdašnost u litrama	pribl. 26 l/jed.
Izdašnost	pribl. 26 l/jed.
Upozorenja o potrošnji	Vrijednosti potrošnje su orijentacijske i uvelike ovise o vrsti podloge i tehnici ugradnje.
Potrebna količina vode	pribl. 10,5 l/jed.
Nasipna gustoća suhog morta (EN 1015-10)	< 1.800 kg/m <sup>3</sup>
Specifična gustoća svježeg morta (EN 1015-6)	pribl. 1.950 kg/m <sup>3</sup>
Nasipna gustoća (B3345)	pribl. 1.250 kg/m <sup>3</sup>
Paropropusnost μ	pribl. 25
Toplinska provodljivost λ10, suho (EN 1745:2002)	0,82 W/mK (tablična vrijednost) za P=50%
Toplinska provodljivost λ10, suho (EN 1745:2002)	0,89 W/mK (tablična vrijednost) za P=90%
pH-vrijednost	pribl. 12
Spec. kapacitet topline	pribl. 1 kJ/kg K
Tlačna čvrstoća (28 d)	5 N/mm <sup>2</sup> (EN 1015-11)
Čvrstoća pri savijanju	≤ 0,8 N/mm <sup>2</sup>
E - modul	pribl. 3.000 N/mm <sup>2</sup>
Čvrstoća na smicanje	0,15 N/mm <sup>2</sup>
MG (EN 998-2)	M5
MG (SIA 266)	MBL
MG (SIA 266)	MCL
MG (MD ita)	M4
Napomene o ambalaži	U papirnatim vrećama zaštićenim od vlage.
Temperatura podloge	> 5 - > 25 °C
Reakcija na požar	A1

## 2.8. Uporaba bitumenskih mješavina u izvedbi prometnog priključka i parkinga

Bitumenske mješavine su široko korišten građevinski materijal koje svoju svrhu pronalaze kao završni sloj kolničkih konstrukcija, priključaka i parkinga. Proizvodi se od bitumena miješanog s agregatom frakcije 0/4, 4/8, 8/16 i 16/22,4 mm i aditivima.[13] Bitumen je crna, ljepljiva tekućina proizvedena destilacijom sirove nafte. Kada se bitumen zagrije viskoznost se smanjuje što omogućava miješanje i ugradnju (Tablica 9). Proizvodnja bitumenskih mješavina provodi se u asfaltnim bazama gdje se zagrijani agregat umiješa u bitumen.

**Tablica 9:** Značajne vrijednosti viskoznosti bitumena po °C [14]

Temperatura (°C)	Viskoznost (Pa·s)
10	1000
40	100
100	1
150	0,1

Proces zagrijavanja uklanja vlagu iz agregata, a miješanje s bitumenom povezuje sve u homogenu cjelinu. „Prema tehničkom propisu za asfaltne kolnike bitumenske mješavine se dijele prema stalnosti svojstva:

1. asfaltbeton (AC) – HRN EN 13108-1: 2007 i HRN EN 13108-1: 2007/Ispr.1:2008,
2. asfaltbeton za vrlo tanke slojeve (BBTM) – HRN EN 13108-2: 2007 i HRN EN 13108-2: 2007/Ispr.1:2008,
3. splitmastiksasfalt (SMA) – HRN EN 13108-5: 2007 i HRN EN 13108-5: 2007/Ispr.1:2008,
4. lijevani asfalt (MA) – HRN EN 13108-6: 2007 i HRN EN 13108-6: 2007/Ispr.1:2008 i
5. porozni asfalt (PA) – HRN EN 13108-7: 2007 i HRN EN 13108-7: 2007/Ispr.1:2008. “[13]

Najčešće korištena bitumenska mješavina i ona koja je ugrađena na priključku i parkingu stambeno-poslovnog objekta je asfaltbeton (AC). Ona se proizvodi u asfaltnom pogonu i ugrađuje pri temperaturi od 150 do 180 °C.

### **Tehnologija**

Ugradnje bitumenske mješavine izvedena je u više koraka. Prvi korak bio je priprema terena; iskop odnosno nasip za poravnanje. Poravnanju terena slijedio je temeljni sloj koji se sastoji od agregata frakcije 8/16 mm koji se strojno zbija kako bi se osigurala dovoljna stabilnost. Na temeljni sloj dolazi tamponski sloj 0/4 mm radi poravnanja. Na zaravnati zbijeni agregat ugrađuje se mješavina asfalta, koja se posebnom mehanizacijom za ugradnju asfalta ravnomjerno raspoređuje. Zbijanje se izvodi uz pomoć valjka kako bi se postigla potrebna gustoća i ravnoća. Nakon ugradnje i zbijanja asfalta izvodi se završni premaz bitumenom čija je uloga zaštita asfalta od vode i atmosferskih uvjeta.

### **3. PRIKAZ TEHNOLOGIJE RADOVA, SUSTAVA I DETALJA**

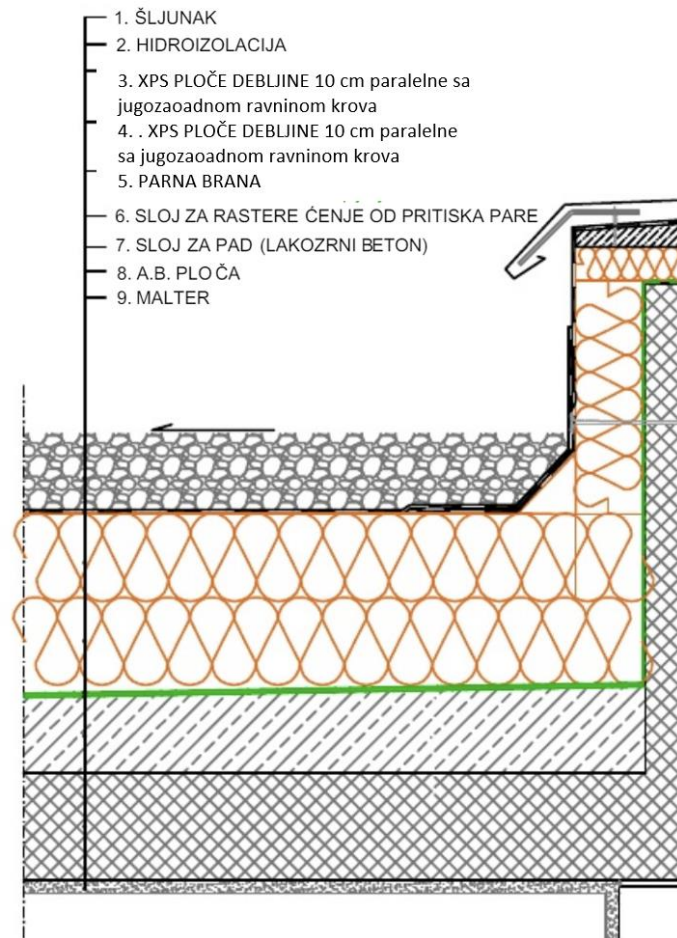
#### **3.2. Sustavi zidova od Porotherm opeke**

Izgradnja sustava zidova izvedena je u više faza. Kod pripreme podloge koja je u slučaju stambeno-poslovne zgrade bila armirano betonska ploča, prvo je provedeno čišćenje građevinskom četkom. Kada je sve očišćeno izvedeno je premjerivanje podloge i provjera usklađenosti dimenzija s onima u projektu. Nakon premjerivanja, ucertane na podlozi olovkom pozicije zidova, te je smjer prostiranja označen konopcem. Po podlozi je postavljena brtvena traka i pripremljena je mješavina morta za zidanje. Sam proces zidanja započeo je od rubova prethodno označenih serklaža. Na sloj morta debljine 2 cm postavljena je prva blok opeka. Njezina je horizontalna i vertikalna ravnost ispitana libelom, povezao se rub krajeva konopcem kako bi se održala ravnost i složio ostatak reda. Idući red započinjao se polovicom opeke kako bi se izbjegla vertikalne fuge radi veće homogenosti konstrukcije. Budući da su zidovi prvog kata stambeno-poslovne zgrade zidani u studenom 2023., bile su potrebne posebne mjere zidanja konstrukcije. Zimski period u području od Senja do Bakra ima izrazito snažne vjetrove koji mogu bez iznimke porušiti neosigurane zidove. Radi toga se zidanje zidova moralo izvesti paralelno uz izvedbu serklaža, te je betoniranje serklaža izvedeno za svakih metar visine zida posebno. Radi tih mjera zaštite, sustav zidova ugrađen je sigurno i bez ikakvih smetnji.

#### **3.3. Sustav pokrova**

Za izvedbu krovne konstrukcije koristio se klasičan sustav ravnoga krova. Sami slojevi krova su prikazani na Slici 15:

- armirano betonska ploča debljine 20 cm,
- cementi estrih za pad debljine 10 – 5 cm,
- Bitumenski premaz,
- Parna brana,
- XPS ploče debljine 10 cm u dva sloja ( ukupno 20 cm),
- TPO membrana,
- Sloj šljunka debljine 5 cm.



**Slika 15:** Skica slojeva krova

Za izvedbu krova potrebna je priprema podloge. Prvi i osnovni zadatak je otklanjanje nečistoća građevinskom četkom. Nakon što je podloga očišćena kreće ugradnja prvog sloja krova. Prvi sloj krova izveo se bitumenskom emulzijom koja dolazi u kantama. Bitumensku emulziju je pripremljena tako da se u kuteve i preko spojeva zalijepljene brtvene trake. Nakon što su se kutevi i spojevi pripremljeni, bitumenska je emulzija izmiješana i nanosena po površini krova valjkom. Taj postupak ponovljen je dva puta kako bi se osigurala potpuna pokrivenost. Po bitumenskom premazu ugrađena je parna brana obostrano ljepljivim trakama. Na parnu branu posložene su XPS ploče debljine 10 cm. Prva cijela ploča ugrađena je u predodređeni kut i nastavljena do kraja prema nasuprotnom kutu krova u pravcu koji je osiguran laserom. Idući red započet je prepolovljenom pločom kako bi se prekinuo vertikalni spoj. Na prvu plohu toplinske izolacije postavljen je još jedan red



kako bi se postigla debljina od 20 cm toplinske izolacije zadana prema projektu. Preko toplinske izolacije razvučen je zaštitni geotekstil u rolama. Geotekstil koji je prelazio sa spoja XPS ploča na zid atike povezan je ljepljivom trakom uz osiguranje minimalnog preklopa od 15 cm. Nakon ugradnje geotekstila na krov je ugrađena hidroizolacija. Za izvedbu hidroizolacije u zidove atike ugrađene su konstruktivne lajsne na koje je zavarena TPO membrana. Lajsne su ugrađene bušenjem i spojene udarnim tiplama. Nakon što su ugrađene konstruktivne lajsne, gornji rub lajsne i tiple premazane su silikonom za brtvljenje kako bi se osigurala vodonepropusnost. Nakon što su lajsne ugrađene za njih se spajaju TPO membrane varenjem. Kada je rub zavaren iduća traka se vari sa preklopom 5 cm(Slika 16).



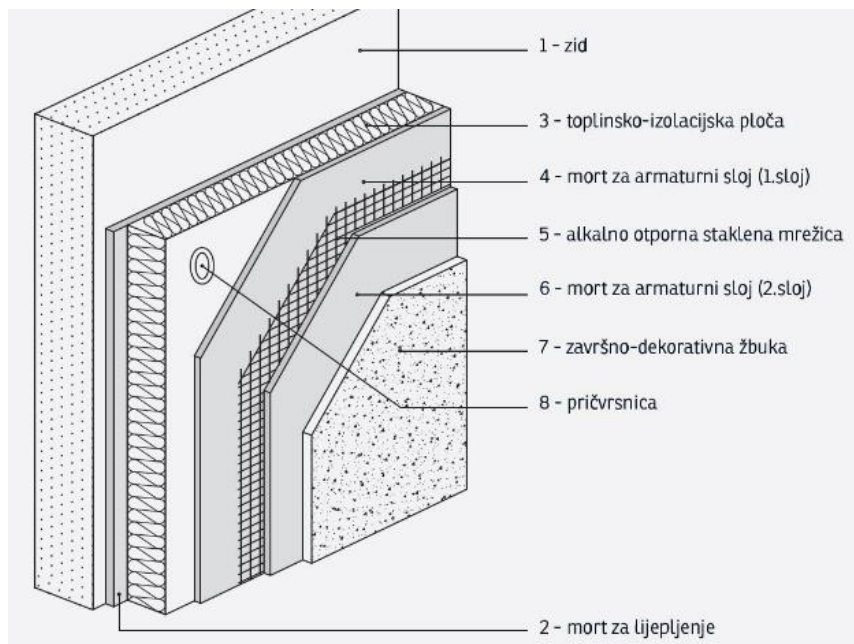
**Slika 16:** Ugradnja TPO zavarene membrane (fotografirao autor)



Nakon zavarivanja svih spojeva provedeno je ispitivanje pločicom za struganje tako što se rubom pločice strugalo po spojevima kako bi pronašli znakovi odvajanja. Ako je folija ispravno zavarena morala bi se ponašati kao jedinstvena homogena površina.

### 3.4. Sustav fasade

Kod izvedbe fasade korišten je sustav Sto level pro. On se sastoji on niza slojeva koji uključuju: premaze, mort za lijepljenje, toplinsku izolaciju, mort za armiranje, mrežicu, kutnike, Apu lajsne i završni sloj (Slika 17).



**Slika 17:** Skica ugrađenih slojeva fasade [7]

Kod prvog premaza fasade korišten je premaz beton kontakt za armirano betonske zidove prizemlja i za jezgru stubišta. Na premazanu plohu lijepljena je mineralna vuna na ljepilo Cerasit CT80. Kod izvedbe toplinske izolacije fasadnih ploha, red toplinske izolacije u dodiru s tlom složen je od EPS ploča na visinu 25 cm. Tek na visinu 25 cm od tla slažu se ploče mineralne vune. Lijepljenje fasadnih ploha započinjalo je iz rubova. Libelom se provjeravalo horizontalno i vertikalno poravnanje. Uz prvi red također se ugrađuju dva uzorka izolacije dimenzija 20 x 20 cm pri vrh fasadne plohe. Nakon što je

ugrađen prvi red toplinske izolacije i dvije pozicije reda uz krov međusobno su povezani konopcima. S pomoću konopca provjeravana je vertikalnost svakog novopostavljenog reda. Tako je osigurano potpuno poravnanje fasadnih ploha kako bi potrošnja temeljne žbuke bila minimalna. Nakon ugradnje toplinske izolacije ugrađeni su kutnici u kuteve i Apu lajsne na stolariju. Uz kutnike i Apu lajsne ugrađene su i tiple koje povezuju izolacijske ploče na spojevima i osigurale potpuno jedinstvo fasadnih ploha. Ugrađeni spojevi dodatno premazani temeljnom žbukom prije navlačenja mrežice. Nakon što su svi kutnici ugrađeni i sve plohe oko stolarije obrađene, a spojevi zaravnati ugrađuje se mrežica. Zatim je zubatim gleterom raspoređen sloj temeljne žbuke preko ukupne visine. Nakon čega je razvlači mrežica. Nakon ugradnje mrežice u temeljna žbuka izravnata je leptirima. Na mrežicu ugrađen je još jedan sloj temeljne žbuke, a njegova površina u potpunosti je zaravnata letvama. Na gotovu temeljnu žbuku nanescena je impregnacija s valjcima. Pripremljena smjesa završnog sloja fasade ugrađena je utrljavanjem mase plastičnim gleterima (Slika 17).



**Slika 18:** Ugradnja završnog sloja fasade (fotografirao autor)

## 5. ZAKLJUČAK

Za izgradnju građevina od malih kuća do stambenih zgrada potrebna je velika riznica različitih materijala čiji je promišljeni odabir važan za kvalitetu svih elemenata konačnog proizvoda. Odabir građevinskih materijala utječe na parametre nosivosti, trajnosti, sigurnosti, energetske učinkovitosti, izgleda.

U radu je analizirana i popraćena uloga svih upotrijebljenih građevinskih materijala pri izgradnji stambeno-poslovne zgrade. Građevinski materijali kojima je započeta gradnja jesu konstruktivni i nosivi materijali. Za izgradnju temelja i nosivih zidova, te stropnih ploča prizemlja, prvog i drugog kata korišten je armirani beton. Nosivi i pregradni zidovi zidani su blok opekom. Za toplinsku izolaciju krova korištene su XPS ploče, one imaju veću tvrdoću od ostalih pločastih toplinskih izolacija što im pogoršava akustično izolacijska svojstva koja su važna za stambeni aspekt objekta. Stanovi na drugoj etaži neposredno ispod krova mogli bi se susresti s problemom buke koju proizvode vanjske jedinice klime ugrađene na krov. Bolja alternativa za XPS u našem slučaju je mineralna vuna koja ima uvelike bolja akustična svojstva. Na fasadnim plohamo kao izolacija korištena je mineralna vuna, ona ima najbolja izolacijska svojstva od svih ostalih alternativa, no ona je skuplja od ostalih opcija i rad s njom je zahtjevan. Za velike fasadne plohe bolja alternativa bio bi fasadne EPS ploče, znatno su jeftinije i radovi su brži, no ona ne zadovoljava svojstva vatrootpornosti građevine.

Hidroizolacija krova i temeljne ploče izvedena je od TPO membrane. Jedina vrsta hidroizolacije koja se radi s garancijom 25 godina. Ne izvodimo ni jednu drugu vrstu hidroizolacije na ravne krovove. Kod temeljnih ploča moj izbor hidroizolacije ne bi bila TPO, već PVC folija jer je puno deblja i otpornija na habanje i mehaničku štetu. U estetsku svrhu korištene su kamene obloge zidova, podova i klupica, staklene ograde i obrada završnog sloja koja daje zgradi upečatljiv izgled. Pri izvedbi parkinga i prometnog priključka korištena je bitumenska mješavina, ona nije savršeno rješenje za izvedbu stambenih objekata, no osnovni zahtjev za poslovni prostor je mogućnost pristupa teških vozila poput kamiona i utovarivača.

Razumijevanjem svojstava i parametara različitih materijala osigurava se traženi standard proizvoda uz održavanje sigurnosti korisnika i trajnosti građevine.

## IZVORI

- [1] Ana Podobrig mag. Ing. Arh.: Arhitektonski projekt Roltek: Nacrt armirano betonske temeljne ploče i projekcija jugozapadnog pročelja, Urbane ideje Hrvatska, 2021. Samobor,
- [2] Bjegović Dubravka, Štirmer Nina: Teorija i tehnologija betona, 2015. Zagreb: Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
- [3] [https://www.wienerberger.hr/content/dam/wienerberger/croatia/marketing/documents-magazines/technical/tehnicki-listovi/HR\\_MKT\\_TEC\\_WAL\\_POR\\_Porotherm\\_25\\_Profi.pdf](https://www.wienerberger.hr/content/dam/wienerberger/croatia/marketing/documents-magazines/technical/tehnicki-listovi/HR_MKT_TEC_WAL_POR_Porotherm_25_Profi.pdf), pristupio 20.4.2024.,
- [4] <https://xpsa.com/technical-information/physical-properties/> , pristupio 11.5.2024.
- [5] <https://www.americanweatherstar.com> , pristupio 11.5.2024.
- [6] <https://www.rockwool.com/hr/dokumentacija-i-usluge/dokumentacija/tehnicki-listovi/>, pristupio 20.4.2024.,
- [7] <https://www.sto.hr/s/p/a1F2p00000PivBnEAJ/stolevell-uni>, pristupio 27.4.2024.,
- [8] <https://layaarchitect.com/adhesives/>, pristupio 24.6.2024.
- [9] <https://products.kerakoll.com/hr-HR/p/bioflex>, pristupio 27.4.2024.,
- [10] [https://www.ceresit.hr/proizvodi/fasadna-rjesenja/proizvod.html/ceresit-ct-80/SAP\\_0201IAC014M1.html](https://www.ceresit.hr/proizvodi/fasadna-rjesenja/proizvod.html/ceresit-ct-80/SAP_0201IAC014M1.html), pristupio 4.5.2024.,
- [11] <https://www.roefix.hr/proizvod/roefix-950-vapneno-cementni-mort-za-zidanje-m5>, pristupio 4.5.2024

[12] <https://www.roefix.hr/proizvod/roefix-955-vapneno-cementni-mort-za-zidanje-m5>, pristupio 4.5.2024.

[13] [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021\\_05\\_48\\_977.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_05_48_977.html), pristupio 4.5.2024.

[14] Hitao Z.: Asfalt i asfaltne mješavine, 2020. Tokyo, IntechOpen.