

# Analiza promjene cijena dijela građevinskog materijala pri izgradnji višeobiteljske građevine

---

Sokač, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:983378>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**

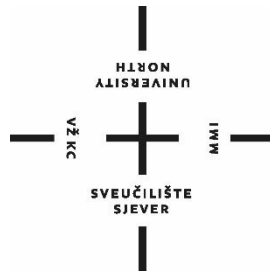


Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER  
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



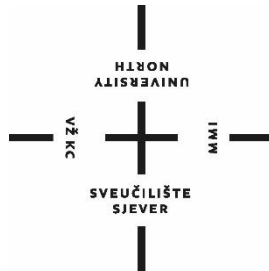
DIPLOMSKI RAD br. 33/GRD/2021

**ANALIZA PROMJENE CIJENA DIJELA  
GRAĐEVINSKOG MATERIJALA PRI IZGRADNJI  
VIŠEOBITELJSKE GRAĐEVINE**

Tomislav Sokač

Varaždin, rujan 2021

**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**  
**Studij graditeljstva**



DIPLOMSKI RAD br. 33/GRD/2021

**ANALIZA PROMJENE CIJENA DIJELA  
GRAĐEVINSKOG MATERIJALA PRI IZGRADNJI  
VIŠEOBITELJSKE GRAĐEVINE**

Student:  
Tomislav Sokač, 0969/336D

Mentor:  
doc. dr. sc. Danko Markovinović

Varaždin, rujan 2021.

## **Sažetak:**

**Naslov rada:** Analiza promjene cijena dijela građevinskog materijala pri izgradnji višeobiteljske građevine

**Autor rada:** Tomislav Sokač

**Mentor:** Doc. dr. sc. Danko Markovinović

Namjera ovog rada je prikazati koliki je utjecaj promjene cijene građevinskog materijala na tržištu na troškove gradnje i na sudionike u gradnji te u tom kontekstu dodatno naglasiti izrazitu važnost dobre organizacije građenja u vremenima u kojima se pogreške i neorganizacija skupo naplaćuju.

Posljednjih nekoliko godina svjedoci smo vrlo naglih i učestalih promjena cijena građevinskih materijala. Najčešće se radi o porastima cijena. Takve nagle promjene osim što utječu na same troškove gradnje i povećavaju konačnu cijenu koštanja nekog projekta samom investitoru, također imaju veliki utjecaj na ostale sudionike u gradnji s naglaskom na izvođače. Izvođač se mora prilagoditi dinamikom gradnje i planiranjem i vođenjem projekta da bi isti izvršio u najkraćem vremenskom roku koristeći minimum resursa uz najjeftiniju cijenu. U radu će se konkretnim izračunom troškova gradnje uračunavajući najzastupljenije materijale u stambenoj gradnji (beton, opeka, armatura i polistiren) prikazati razlika u cijeni izgradnje višeobiteljske stambene zgrade po sadašnjim cijenama materijala i cijenama od prije godinu dana.

**Ključne riječi:** organizacija građenja, cijena materijala, troškovi, planiranje i praćenje projekata.

## **Summary:**

**Title:** Analysis of changes in the price of construction material during the construction of a multi-apartment building

**Author:** Tomislav Sokač

**Mentor:** Doc. dr. sc. Danko Markovinović

The purpose of this paper is to show the impact of changes in the price of construction materials on the market on construction costs and participants in construction and in this context further emphasize the importance of good construction organization in times when mistakes and disorganization are expensive.

In the last few years, we have witnessed very sudden and frequent changes in the prices of construction materials. These are most often price increases. Such sudden changes, in addition to affecting the construction costs themselves and increasing the final cost of a project to the investor, also have a great impact on other participants in the construction with an emphasis on contractors. The contractor must adapt the dynamics of construction and planning and management of the project to complete it in the shortest possible time using a minimum of resources at the cheapest price. In this paper, we will show a specific difference in the cost of construction of a residential building in Varaždin at current material prices and prices from a year ago, by calculating the construction costs, taking into account the most common materials in housing construction (concrete, brick, reinforcement steel, extruded and expanded polystyrene).

**Key words:** construction organization, material prices, costs, project planning and monitoring.

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Tomislav Sokač

JMBAG

DATUM 13.09.2021.

KOLEGIJ Organizacija gradilišta i građenja

NASLOV RADA Analiza promjene cijena dijela građevinskog materijala pri izgradnji  
višeobiteljske građevine

NASLOV RADA NA  
ENGL. JEZIKU

MENTOR dr.sc. Danko Markovinović

ZVANJE docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. prof.dr.sc. Božo Soldo
2. doc. dr. sc. Bojan Đurin
3. doc. dr. sc. Željko Kos
4. prof.dr.sc. Božo Soldo
- 5.

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 33/GRD/2021

OPIS

U diplomskom radu je potrebno objasniti poslovne procese Organizacije gradilišta i građenja, odnosno poslovne građevinske sustave te vrste projekata i organizaciju građenja. U praktičnom dijelu je potrebno odabrati građevinu koja se gradila, te na njenom primjeru odabrati određene vrste građevinskog materijala koji se koristi pri izgradnji građevine i prikazati cijene određenog građevinskog materijala kroz odabrano vrijeme. Analizu cijena treba napraviti i s posebnog statističkog aspekta te dati osvrt, mišljenje i zaključak na ponašanje cijena i utjecaj na cijenu izvođenja radova.

ZADATAK URUČEN 01.06.2021.

POTPIS MENTORA

## Popis korištenih kratica:

m – metar

mm – milimetar

mm<sup>2</sup> – milimetar kvadratni

m<sup>2</sup> – metar kvadratni

m<sup>3</sup> – metar kubični

h – sat

kn – kuna (hrvatska novčana valuta)

A.B. – armirani beton

XPS – ekstrudirani polistiren

EPS – ekspandirani polistiren

H.I. – hidroizolacija

$\lambda$  [W/mK]- toplinska vodljivost

# Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. ORGANIZACIJA GRAĐENJA .....	5
2.1. GRAĐEVINSKI POSLOVNI SUSTAVI.....	5
2.2. VRSTE PROJEKATA I ORGANIZACIJA GRAĐENJA .....	6
2.3. ZAKONSKA REGULATIVA.....	8
2.3.1 Idejni projekt.....	8
2.3.2 Glavni projekt .....	9
2.3.3 Izvedbeni projekt .....	9
2.3.4 Projekt uklanjanja građevine.....	10
2.3.5 Tipiski projekt.....	10
3. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA VIŠEOBITELJSKE GRAĐEVINE.....	12
3.1. ARMATURNE ŠIPKE .....	14
3.2. ARMATURNE MREŽE.....	15
3.3. BETON .....	15
3.3.1. Svojstva svježeg betona .....	15
3.3.2. Svojstva očvrslog betona .....	16
3.4. OPEKA .....	16
3.4.1. Metode proizvodnje opeke.....	17
3.4.2. Ograničenja u korištenju opeke .....	17
3.5. POLISTIREN.....	18
3.6. DRVO .....	18
3.7. CEMENT.....	18
4. PROMJENA CIJENA GRAĐEVINSKIH MATERIJALA.....	20
5. ANALIZA PROMJENE CIJENA GRAĐEVINSKOG MATERIJALA NA VIŠEOBITELJSKOJ GRAĐEVINI U VARAŽDINU .....	23
5.1. ARMATURNE ŠIPKE .....	24
5.1.1. Porast cijene armaturne šipke .....	24
5.2. ARMATURNE MREŽE.....	26
5.2.1. Porast cijene armaturne mreže .....	26
5.3. BETON .....	28
5.3.1. Porast cijene betona .....	28
5.4. BLOK OPEKA .....	30



5.4.1. Porast cijene glinene blok opeke.....	30
5.5. POLISTIREN.....	31
5.5.1. Porast cijene polistirena .....	32
5.6. DRVENA GRAĐA I DRVENE DASKE.....	35
5.6.1. Porast cijene drvene građe i drvene daske .....	35
5.7. CEMENT.....	40
5.7.1. Porast cijene cementa.....	40
5.8. PROMJENA CIJENE VIŠEOBITELJSKE GRAĐEVINE.....	42
5.9. REZULTATI .....	423
6. ZAKLJUČAK .....	46
7. LITERATURA.....	48
POPIS SLIKA: .....	51
POPIS TABLICA:.....	52

# 1. UVOD

Od prapovijesti, čovjek je tražio stalnu zaštitu od prirodnih sila i grabežljivaca, a pronalazio ju je u prirodnim zaklonima – pećinama. Pećine je ograđivao obrambenim zidovima izrađenim od kamenja i granja zbog dodatne zaštite. Međutim, počeo je i s gradnjom nastambi od drveta, šiblja i koža životinja. Prve takve nastambe izrađene ljudskom rukom otkrivene su blizu Nice u Francuskoj. Potječu iz 450 - 380 tisuća g. pr. Kr. Izrađene od šiblja, okružena većim i manjim kamenim blokovima. U pećini u blizini pronađeni su ostaci nastambe slične šatoru koju su pokrivala kože životinja. Preteče koliba pojavile su se početkom srednjeg kamenog doba, a izgrađene su od drvene konstrukcije koju je pokrivalo šiblje i grane drveća umjesto koža životinja [1].

Najstarije znanosti poznato naselja iz kojeg se formirao grad je Jerihon (Izrael). Razvio se na području Palestine oko 10 tisuća g. pr. Kr. U njemu su živjeli lovci srednjeg kamenog doba, a gradska zajednica razvila se oko 8000 g. pr. Kr. kada su i izgrađene velike kamene zidine koje su okruživale naselje. Zidine su dodatno branile kamene kule. U gradu je u to vrijeme živjelo između 2 i 3 tisuće osoba. U okolici naselja arheološkim su iskapanjima otkriveni kanali za navodnjavanje, dokazi obrade polja i uzgoja raznih žitarica [1].

Od drevnih egipatskih piramida do složenih rimskih cestovnih mreža do Kineskog zida, ljudi su dugo nastojali izgraditi značajne strukture kako bi pokazali našu dominaciju na planeti. Svi ti nevjerovatni podvizi nisu mogli biti mogući bez vještog poznavanja osnovnih načela fizike i matematike, a graditeljstvo se smatra jednom od najstarijih inženjerskih disciplina.

Opeka je jedan od najdugovječnijih i najjačih građevinskih materijala, a koristila se od oko 4000. g. pr. Kr. Zračno sušene cigle, poznate i kao blatne opeke, imaju povijest stariju od pečene opeke i imaju dodatni sastojak mehaničkog veziva, poput slame.

U početku rađene su od zemlje ili blata gline i sušile su se na suncu sve dok nisu bile dovoljno čvrste za upotrebu. Najstarije otkrivene cigle, izvorno izrađene od oblikovanog blata, a datiraju prije 7500. g. pr. Kr., pronađene su u Tell Aswadu, u gornjem području Tigrisa i u jugoistočnoj Anadoliji blizu Diyarbakira [16]. Južnoazijski stanovnici Mehrgarha također su gradili kuće od opeke, a najstariji ostaci kuća potječu iz 7000-3300 g.pr.Kr [17].

Drugi noviji nalazi, datirani između 7.000 i 6.395 g. pr. Kr., potječu iz Jerihona (danjašnji Izrael), Çatalhöyük (Turka), staroegipatske utvrde Buhen i drevni gradovi u dolini

Inda Mohenjo-daro, Harappa, [18] i Mehrgarh (Pakistan) [19]. Keramička ili pečena opeka korištena je već 3000. g. pr. Kr. u ranim gradovima u dolini Inda, poput Kalibangana. [20].

U Kini se opeka koristila u neolitikumu oko 4400. g. pr. Kr. u Chengtoushanu, u naselju kulture Daxi. [21] Ove su cigle izrađene od crvene gline, pečene sa svih strana na iznad 600 °C i korištene su kao podovi za kuće. Do razdoblja Qujialing (3300. pr. Kr.), opeka se koristila za izgradnju cesta i za temelje. [21] Priručnik Yingzao Fashia, objavljen 1103. u vrijeme dinastije Song, opisuje tadašnji postupak izrade opeke [22].

Prve civilizacije diljem Sredozemlja prihvatile su upotrebu opeke. Rimske legije koristile su mobilne peći, velike peći za ciglu, ali žigosanje cigle s pečatom legije [23].

Tijekom ranog srednjeg vijeka upotreba opeke u građevinarstvu postala je popularna u sjevernoj Europi u kojoj je unesena iz sjeverozapadne Italije. Gotička cigla koristila se na mjestima koja nisu imala autohtone izvore stijena. Ovaj je stil evoluirao u ciglanu renesansu jer su se stilske promjene povezane s talijanskom renesansom proširile na sjever Europe, što je dovelo do usvajanja renesansnih elemenata u zidane zgrade.

Proizvodnja opeke masovno se povećala s početkom industrijske revolucije. Zbog brzine i ekonomičnosti, cigle su se sve više preferirale kao građevinski materijal nego kamen, čak i na područjima gdje je kamen bio lako dostupan. U to je vrijeme u Londonu odabrana jarkocrvena cigla za izgradnju kako bi se zgrade učinile vidljivijima u velikoj magli i spriječile prometne nesreće [24].

Potražnja za visokom izgradnjom poslovnih zgrada na prijelazu u 20. stoljeće dovela je do mnogo veće upotrebe lijevanog i kovanog željeza, a kasnije i čelika i betona. Uporaba opeke uglavnom je ostala ograničena na male do srednje velike zgrade, budući da čelik i beton ostaju vrhunski materijali za visokogradnju [25].

Najznačajnije svojstvo očvrstlog betona je njegova čvrstoća. Beton ima relativno veliku čvrstoću na pritisak, ali jako malu na zatezanje (iznosi oko 10% čvrstoće na pritisak), te beton uvek gubi nosivost na zatezanje, čak i kada je aksijalno pritisnut [12].

Rješenje ovog problema je postavljanje čelika (armature) u zonama zatezanja betonskog elementa, tzv armiranje betona. Armiranje betona se izvodi čeličnim šipkama, mrežama zavarenih šipki ili fiber vlaknima, pa nastaje armirani beton. Beton također može biti prednapregnut čeličnim kablovima unutar presjeka betonskog elementa ili izvan, pa nastaju elementi koji mogu savladati veće raspone.

Najveći utjecaj na čvrstoću betona ima vodocementni faktor svježe mješavine (voda/cement), sastav mješavine, kvaliteta ugradnje svežeg betona, kao i njega betona u ranom periodu očvršćavanja. Ako su ostali faktori isti, beton sa nižim vodocementnim faktorom ima veću čvrstoću nego onaj s većim vodocementnim faktorom.

Za dobivanje betona glavni sastojak je cement. Cement je vezivo, tvar koja se koristi za konstrukciju koja se stvrdnjava i prijanja na druge materijale kako bi ih povezala. Cement pomiješan s finim agregatom daje mort, a s pijeskom i šljunkom, proizvodi beton. Beton je najčešće korišten materijal koji postoji i stoji na 2. mjestu (iza vode) kao najzastupljeniji resurs planeta. [29]

Cementi koji se koriste u građevinarstvu obično su anorganski, često na bazi vapna ili kalcijevog silikata, koji se mogu okarakterizirati kao ne-hidraulički ili hidraulički, ovisno o sposobnosti cementa da se postavi u prisutnosti vode. Ne-hidraulički cement se ne koristi u mokrim uvjetima ili pod vodom.

Hidraulički cementi (npr. Portland cement) koriste se u mokrim uvjetima ili pod vodom. Kemijski proces hidrauličkog cementa pronašli su stari Rimljani koji su koristili vulkanski pepeo (pozzolana) s dodanim vapnom (kalcijevim oksidom).

Drvo se od davnina koristi u građevinarstvu. Kao prirodni materijal, koji se jednostavno može obrađivati danas kao i u prošlosti jedan je od najbitnijih elemenata u građevinarstvu.

Nekada su se čitave kuće pravile od drveta. Danas, kada se traga za što jednostavnijim, jeftinijim i bržim rešenjima i u građevinarstvo su uvedeni i brojni umjetni materijali, drvo je i dalje nezamenljivo u određenim slučajevima kao što su krovne konstrukcije.

Razvojem tehnologije drvo je djelomično zamenjeno u građevinarstvu. Ipak, drvo je bilo i ostalo važan materijal u građevinarstvu.

Do kraja 19. st, brodovi su bili napravljeni od drveta, ali i danas je ostalo vrlo važna sirovina u brodogradnji. U ove svrhe naročito mnogo se koristi drvo brijesta, jer je vrlo otporno na vlagu. Brijest se prije pojave olovnih cijevi koristio za cjevovode.

U Sjevernoj Americi, ali i na čitavom engleskom govornom području, drvo je bio izuzetno važan građevinski materijal te čak u engleskom jeziku postoje dvije vrste građevinskog drva. To je drvo koje se obično koristi u građevinarstvu, naziva se engl. lumber, a taj pojam obično označava oborena, pala stabla, dok se pojmom engl. timber označavaju ispiljene daske spremne za korištenje.

U srednjovekovnoj Europi, najviše se upotrebljavalo hrastovo drvo za sve drvene konstrukcije, uključujući zidove, vrata, podove i grede. Danas se koristi vrlo široka paleta drvenih proizvoda.

Bez graditeljstva nema razvoja gospodarstva, zato se i smatra jednim od glavnih grana gospodarstva i poluga razvoja svake zemlje. Graditeljstvo bi trebalo biti jedna od grana na kojoj će se temeljiti izlaz iz krize uzrokovane pandemijom te je zato jako važno spriječiti daljnji rast cijena građevinskih materijala. U poglavlju 2 se daje pregled poslovnih procesa organizacije građenja. Poglavlje 3 obuhvaća pregled tehničke dokumentacije i materijala korištenih za izgradnju predmetne građevine. Stvarni porast cijene građevinskih materijala te koliki je utjecaj poskupljenja materijala na cijenu višeobiteljske kuće prikazano je u eksperimentalnom dijelu rada u poglavlju 4.

## **2. ORGANIZACIJA GRAĐENJA**

Organizacija građenja je profesionalna usluga koja koristi specijalizirane tehnike upravljanja projektima za nadziranje planiranja, projektiranja i izgradnje projekta, od njegova početka do kraja. Svrha upravljanja izgradnjom je kontrolirati vrijeme / isporuku projekta, troškove i kvalitetu što se ponekad naziva i trokut za upravljanje projektom ili "trostruka ograničenja" [2].

Svaki građevinski proizvodni proces je podvrgnut nekom organizacijskom redoslijedu određenim zakonom. Graditeljstvo je jedna od prvih grana ljudske djelatnosti u kojoj je vidljivo organizirano izvođenje radova (piramide, arene, hramovi, sustavi za navodnjavanje i drugo). I kroz povijest i u suvremenom društvu, graditeljstvo čini značajan segment gospodarstva.

Područje graditeljstva obuhvaća različite aktivnosti vezane za realizaciju novih objekata te rekonstrukciju, adaptaciju i održavanje postojećih. Za svaki od navedenih segmenata graditeljstva, nužno je organizirati potrebne aktivnosti. U tu svrhu izrađuje se projekt organizacije građenja koji uključuje tehničku dokumentaciju, te analizu ulaganja s ciljem smanjenja ukupnih troškova realizacije objekta.

### **2.1. GRAĐEVINSKI POSLOVNI SUSTAVI**

Građevinski poslovni sustav je organizacija sačinjena od stalne strukture potrebne za uspješno funkcioniranje. Karakteristike svakog poslovnog sustava su: opći ciljevi i specifični ciljevi [12].

Građevinski poslovni sustav funkcionira na osnovi projekata. Organizacijska struktura je stalna dok se mijenja broj i vrsta projekata. Način organizacije i upravljanja uvjetovan je brojnošću i složenošću projekata.

Građevinarstvo je vrlo kompleksan poslovni proces sa nizom specifičnosti i karakteristika koje uvelike utječu na organizaciju građenja. Neke od karakteristika su: unikatnost proizvodnje, rad na otvorenom, statični proizvod – pokretni timovi, građevinska regulativa, znatan udio ljudskog rada, različitosti i velike količine potrebnih materijala i tehnika...

Tipovi građevinske proizvodnje dijele se na: pojedinačnu proizvodnju, serijsku proizvodnju i masovnu proizvodnju. Pojedinačnu proizvodnju karakterizira visok udio troškova pripremnih radova, neustaljeni procesi, korištenje univerzalnih radnika i strojeva te samim time i niža produktivnost. Kod serijske proizvodnje postoji periodičko ponavljanje procesa za što se koriste specijalizirani radnici te se na taj način povećava produktivnost, dok kod masovne proizvodnje postoji periodičko ponavljanje procesa za što se koriste specijalizirani radnici te se na taj način povećava produktivnost.

Oko 7% svjetske radno sposobne populacije zaposleno je u građevinskoj industriji koja je jedan od najvećih sektora svjetskog gospodarstva [14]. Godišnje se potroši oko 10 bilijuna dolara na građevinske radove i popratni materijal, međutim građevinska industrija je suočena s niskom produktivnošću. Produktivnost radne snage u graditeljstvu godinama bilježi rast od samo jedan posto godišnje što je višestruko manje od rasta produktivnosti globalne ekonomije [3].

Proizvod građevinske proizvodnje je funkcionalna građevina s opremom koju čini niz isporuka i produkata građevinske proizvodnje u jednu cjelinu.

## **2.2. VRSTE PROJEKATA I ORGANIZACIJA GRAĐENJA**

Projekt je skup povezanih aktivnosti koje je potrebno obaviti da bi se isporučila građevina u određenom vremenskom razdoblju na način predviđen glavnim projektom odnosno zadanim ciljem. Karakterizira ga plansko izvršenje i niz pojedinačnih radova do konačne isporuke projektnog zadatka kao funkcionalne cjeline odnosno završnog proizvoda. Prema smjernicama za upravljanje kvalitetom u projektima projekt je unikatan proces koji se sastoji od skupa koordiniranih i kontroliranih aktivnosti s početkom i krajem, poduzet da postigne cilj i skladu sa specifičnim zahtjevima, uključujući ograničenja u vremenu, troškovima i resursima [4].

Projekt organizacije građenja predstavlja tehničko-ekonomsku dokumentaciju pripreme građenja kojoj je svrha uskladiti procese, zadatke, izvršitelje radova, vrijeme, uvjete i nadzor kako bi se ostvarili uvjeti za pravodobnu realizaciju poslovnog plana neke građevine. Projekti se poduzimaju na svim razinama organizacije, te mogu uključivati od jedne do više

tisuća osoba u nekoliko različitih timova, gdje je svaka osoba preraspodijeljena za pojedini dio posla koji mora izvršiti.

Definicija samog projekta je aktivnost kojom se određuje vrijeme potrebno za finalizaciju, resursi koji se koriste ili sudjeluju u radu te konačni rezultat koji očekujemo na kraju samog projekta. Projekt mora biti izrađen u skladu s važećim zakonima i propisima, važećim tehničkim propisima te lokacijskim uvjetima. Također, projekt mora sadržavati sve podatke koji su potrebni za donošenje odluke o postupku izdavanja potrebnih dozvola, kao što su npr. lokacijska, građevinska i uporabna dozvola. Za razliku od operacija koje su neprekidne i ponovljive projekti su jedinstveni i vremenski ograničeni.

Projekti se mogu podijeliti prema: predmetu projekta, stupnju određenosti i učestalosti pojavljivanja [41].

Prema predmetu projekta razlikuju se tehnički, gospodarski, kulturni, istraživački, razvojni i dr. projekti. Prema stupnju određenosti razlikuju se determinirani projekti (kod kojih su aktivnosti poznate prije faze izvođenja) i stohastički projekti (kod kojih se ne mogu predvidjeti rezultate jer su aktivnosti nepoznate). Prema učestalosti pojavljivanja razlikuju se projekti koji se izvode samo jedanput i višekratni projekti.

Projektom se definira očekivani rezultat, potrebni resursi i predviđa vrijeme izvršenja. To su dinamički procesi koji obuhvaćaju slijedeće faze: koncipiranje (1. faza), definiranje (2. faza) i izvođenje ili izvršenje ili provedba (3. faza).

Kod graditeljskog projekta, prvu fazu projekta čine investicijske studije koje se provode kako bi se stekao uvid u isplativost određenog projekta i služe za donošenje odluke za realizaciju projekta. Fazu definiranja čini izrada projektne dokumentacije, dok treću fazu čini građenje. U trenutku kada investitor donese investicijsku odluku potrebno je definirati graditeljski projekt. Graditeljski projekt izrađuje projektant koji je zadužen za izradu projektne dokumentacije.

Projektna dokumentacija mora biti izrađena u skladu sa važećim zakonskim aktima i tehničkim propisima te usklađena s lokacijskim uvjetima. Također mora sadržavati međusobno usklađene nacрте i dokumente građevinske, arhitektonske, strojarske, elektrotehničke i geodetske struke kojima se daje kompletan uvid u tehničko rješenje građevine na nivou razrade koji je propisan zakonom.



## **2.3. ZAKONSKA REGULATIVA**

Projektanti, izvođači radova i sudionici u gradnji dužni su pridržavati se zakonskih obaveza tijekom projektiranja i građenja. Projekti, odnosno njihovi dijelovi moraju biti izrađeni na način koji osigurava njihovu jedinstvenost s obzirom na građevinu za koju su izrađeni (ime projektanta, tvrtka osobe registrirane za poslove projektiranja, naziv građevine, ime ili tvrtka investitora, datum izrade i dr.) [6]. Projekti, odnosno njihovi dijelovi izrađuju se tako da je onemogućena promjena njihova sadržaja, odnosno zamjena njihovih dijelova, osim u propisanom slučaju.

Građenju građevine može se pristupiti na temelju pravomoćne građevinske dozvole, a graditi se mora u skladu s tom dozvolom [6]. Prije pokretanja postupka za izdavanje građevinske dozvole za koju se izdaje lokacijska dozvola potrebno je ishoditi potvrdu glavnog projekta kojom se potvrđuje da je glavni projekt izrađen u skladu s posebnim uvjetima određenim lokacijskom dozvolom. Za građenje građevine za koju se ne izdaje lokacijska dozvola potrebno je utvrditi posebne uvjete odnosno uvjete priključnja prije pokretanje postupka za izdavanje građevinske dozvole i ishoditi potvrdu glavnog projekta.

Razlikuju se: idejni, glavni, izvedbeni, tipski i projekt uklanjanja građevine. [5]

### **2.3.1 Idejni projekt**

Idejni projekt sadrži sve podatke potrebne za izdavanje lokacijske dozvole odnosno lokacijskih uvjeta te je izrađen na način iz kojeg su vidljiva projektirana idejno tehnička rješenja u skladu s propisima i aktima s kojima se izdaje lokacijska dozvola i propisima kojima se uređuje zaštita okoliša i prirode. Idejnim projektom prikazuje se i smještaj građevine unutar prostora i tehničko rješenje privremene građevine ukoliko je ista potrebna.

Idejni projekt se stoga može promatrati kao skup međusobno usklađenih nacрта i dokumenata kojima se daju osnovna oblikovno funkcionalna i tehnička rješenja građevine te prikaz smještaja građevine u prostoru. Ovisno o složenosti i tehničkoj strukturi građevine, on može sadržavati i druge nacрте i dokumente ako su oni značajni za izradu glavnog projekta (opis tehnološkog postupka i tehnološke sheme, opis primjena određene tehnologije građenja, procjenu troškova radi provedbe postupaka javne nabave i slično) [4]

### **2.3.2 Glavni projekt**

Glavni projekt je skup međusobno usklađenih projekata pojedinih struka kojima se daje tehničko rješenje građevine i njezinih dijelova na razini propisanoj zakonom. Vrste projekata koje čine glavni projekt su:

- arhitektonski projekt,
- građevinski projekt konstrukcije,
- građevinski projekt vodovoda i kanalizacije,
- strojarski projekt
- elektrotehnički projekt.

Vrlo je važna međusobna koordinacija i usklađivanje tehničkih rješenja pojedinih struka kako bi osigurali usklađenost građevinskog objekta s uvjetima gradnje, važećim propisima i pravilima struke. Glavni projekt je interdisciplinarni jer isključivo suradnjom stručnjaka različitih akademskih struka mogu se ispuniti zahtjevi građevinskog projekta pa se tako sastavni dijelovi pojedinih struka mogu definirati u arhitektonskom, građevinskom, elektrotehničkom i strojarskom projektu.

### **2.3.3 Izvedbeni projekt**

Izvedbeni projekt građevine sadrži odgovarajuće projekte pojedinih struka kojima se razrađuje tehničko rješenje projektirane građevine, radi ispunjenja uvjeta iz glavnog projekta. Ovisno o vrsti građevine i njezinom tehničkom rješenju izvedbeni projekt sadrži sve grafičke prikaze potrebne da bi se građevina izvela na način predviđen glavnim projektom.

Izvedbeni projekti mogu biti planovi oplata, nacrti armature, radionički nacrti nosivih konstrukcija, izometrije, sheme stolarije i bravarije, nacrti detalja i drugi grafički prikazi. Izvedbeni projekt izrađen je sukladno glavnom projektu. Njime se razrađuje tehničko rješenje dano glavnim projektom [5]. Izrađuje se za građenje građevina 1. skupine, ako je to određeno glavnim projektom ili u slučaju kada to investitor i izvođač ugovore ugovorom o građenju.

### **2.3.4 Projekt uklanjanja građevine**

Projekt uklanjanja građevine je projekt kojim se tehnički razrađuju rješenja, odnosno postupak i način uklanjanja građevine i stvari koje se nalaze u građevini, prethodno rješavanje

pitanja odvajanja priključaka građevine na energetska i/ili drugu infrastrukturu, sigurnosne mjere, mjere gospodarenja otpadom, uporabe i/ili zbrinjavanja otpada iz građevine i otpada nastalog uklanjanjem građevine sukladno propisima koji uređuju gospodarenje otpadom te odvoz i zbrinjavanje građevinskog materijala nastalog uklanjanjem građevine [5].

Projekt uklanjanja građevine ili njezina dijela sadrži:

1. nacрте, proračune i/ili druge inženjerske dokaze da tijekom uklanjanja neće doći do gubitka stabilnosti konstrukcije kojim bi se ugrozio život i zdravlje ljudi ili okoliš

2. tehnički opis uklanjanja građevine ili njezina dijela i način gospodarenja građevnim materijalom i otpadom nastalim uklanjanjem građevine i uređenja građevne čestice, odnosno obuhvata zahvata u prostoru nakon uklanjanja građevine ili njezina dijela

3. proračun stabilnosti okolnog i drugog zemljišta i/ili okolnih i drugih građevina ako uklanjanje građevine ili način njezina uklanjanja utječe na stabilnost tog zemljišta i/ili ispunjavanje temeljnih zahtjeva tih građevina.

### **2.3.5 Tipski projekt**

Prema Zakonu o gradnji [5], tipski projekt može biti dio arhitektonskog, građevinskog, elektrotehničkog ili strojarskog projekta. Tipski projekt sadrži sve dijelove propisane za glavni projekt osim dijelova koji se odnose na lokacijske uvjete, uvjete priključenja i posebne uvjete koji ovise o lokaciji građevine. Rješenje o tipskom projektu donosi Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, a zahtjev za ishodenje Rješenja o tipskom projektu može podnijeti svaka zainteresirana osoba (proizvođač, distributer, naručilac izrade kućice ili projektant).

## **2.4. KALKULACIJA I ANALIZA CIJENA**

Za izradu ponudbene cijene izgradnje građevine potrebno je provesti detaljnu analizu i realan i razuman izračun troškova ili postupak kalkulacije [42]. Kalkulacijom procjenjujemo planirane troškove i cijene za radove za koje nisu poznati stvarni troškovi. Time smo dobili temeljnu podlogu za određivanje ponudbene cijene dok nam konačan ishod troškova ovisi o upravljanju istima. Kalkulacija cijene je obračun svih troškova od kojih je sačinjena cijena koštanja proizvoda ili usluge. Postupak kalkulacije izrađuje se na način da proračunavamo

jedinične troškove po jedinici proizvoda. Kada se to pomnoži sa količinom dobivaju se ukupni troškovi nekog proizvodnog procesa. Tijekom proračuna potrebno je računati direktne troškove neposrednog rada, strojeve i opremu, indirektno troškove i materijal. Analiza cijena je postupak kojim se izrađuju kalkulacije i formiraju cijene. Za svaku stavku troškovnika izrađuje se posebni proračun na obrascu analize cijena.

Ključni faktor u postupku formiranja ponudbenih cijena je cijena materijala pa se tako nerijetko događa da je od trenutka izrade ponudbene cijene i ugovaranja poslova do izvođenja samih radova cijena materijala porasla do te mjere da su mnoge građevinske tvrtke počele poslovati sa velikim gubicima što će s vremenom dovesti do otpuštanja radnika i zatvaranja tvrtki.

### 3. TEHNIČKI OPIS PREDMETNE GRAĐEVINE

Radi prikaza kako poskupljenje građevinskog materijala utječe na poskupljenje gradnje koristit će se stvaran primjer poskupljenja gradnje zbog poskupljenja građevinskog materijala na primjeru izgradnje višeobiteljske građevine s poslovnim prostorom. Višeobiteljska građevina s poslovnim prostorom (kancelarijama) je pravokutnog oblika, max. tlocrtne dimenzije vertikalne projekcije građevine na tlo 13,10 x 19,66 m a max. tlocrtne dimenzije u prizemlju 10,82 x 19,66 m. Višeobiteljska građevina će se u konačnici protezati kroz tri etaže: prizemlje i dva kata (Pr+2) [39], ukupne građevinske bruto površine zgrade od 186,33m<sup>2</sup> po etaži odnosno 558,99 m<sup>2</sup> sveukupno.

Građevina je smještena na građevinskom pravcu, koji će biti udaljen od postojeće regulacijske linije 4,22 m. Zidovi će biti izvedeni od šuplje blok opeke dim. 50 x 25 x 19 cm, te će biti izvedena vanjska toplinska ovojnica zgrade. Krov će biti izveden kao ravan (neprohodan). Građevina će biti priključena na novu plinsku i telekomunikacijsku mrežu te postojeću elektroenergetsku i vodovodnu mrežu [39].

Odvodnja oborinske vode će se ispuštati u okolni teren, zbrinjavanje fekalnih i otpadnih voda iz građevine biti će riješeno ispuštanjem u kanalizacijsku mrežu. Kolni ulaz na predmetnu česticu je sa sjeveroistočne strane preko postojeće asfaltirane Ulice Janka Leskovara dok će izlaz sa predmetne čestice biti sa sjeverozapadne strane preko postojeće asfaltirane Ulice Franje Starea.

Građevina je razvedenog tlocrtnog oblika, a maksimalni gabarit građevine iznose: 19,66 m po dužini i 13,10 m po širini. Visina građevine će biti: 9,12 m, mjereći od konačnog zaravnatog i uređenog terena uz pročelje građevine na njegovom najnižem dijelu.

Ukupna visina građevine je: 9,92 m, mjereći od konačnog zaravnatog i uređenog terena uz pročelje građevine do najviše točke krova. Krovnište će biti izvedeno u vidu ravnog neprohodnog krova sa TPO membranom prekrivenom s pranim šljunkom (16-32 mm).

Za sve armirano betonske elemente konstrukcije zgrade koristi se beton klase C25/30. Temelji građevine izvedeni su kao temeljna armirano betonska ploča debljine 35cm sa obodnim produbljenjem do 80cm. Armaturni čelik korišten za temeljnu ploču bile su mreže Q785 i Q503 u kombinaciji sa rebrastim armaturnim šipkama promjera 8mm. Konstrukciju građevine čine zidani zidovi od blok opeke debljine 25cm, ukrućeni armirano betonskim

serklažima i armirano betonskim stupovima i gredama za čije se armiranje koriste armaturne šipke promjera 8, 10, 12 i 14mm. Međukatna konstrukcija će biti izvedena u vidu armirano-betonske ploče za čije armiranje se koriste mreže Q221, Q335 i Q503. Krov će se izvesti kao ravni neprohodni sakriveni atikom. Žljebovi će se izvoditi sa odvodnjom oborinskih voda u okolni teren.

Definirani slojevi građevnog dijela (u smjeru toplinskog toka) prikazani za građevne dijelove grupirane prema zonama i prema vrsti građevnog dijela prikazani su u tablicama 3.1.-3.6.

Vanjski zidovi sastoje se od vapneno-cemetne žbuke, šupljih blokova od gline, polimerno-cemetnog ljepila, ekspaniranog polistirena, polimerno-cemetnog ljepila armiranog staklenom mrežicom i silikatne žbuke (tablica 3.1). U tablici je za svaki materijal prikazana debljina  $d$  [cm], toplinska vodljivost  $\lambda$  [W/mK] i gustoća materijala  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]. Prema sjeveroistoku definirana je ploština od 76,06 m<sup>2</sup>, kao i prema jugozapadu, dok je prema jugoistoku definirana ploština od 131,47 m<sup>2</sup>, a prema sjeverozapadu 171,36 m<sup>2</sup>.

Tablica 3.1. Slojevi vanjskih zidova

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	
1	Vapneno-cementna žbuka	1,500	1,000	20,00	0,30	1800,00	
2	Šuplji blokovi od gline	25,000	0,390	5,00	1,25	800,00	
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00	
4	Ekspanirani polistiren (EPS)	15,000	0,037	60,00	9,00	21,00	
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00	
6	Silikatna žbuka	0,200	0,900	60,00	0,12	1800,00	
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:		Sjeveroistok				76,06	
		Jugoistok				131,47	
		Jugozapad				76,06	
		Sjeverozapad				171,36	

Unutarnji zidovi sastoje se od vapneno-cementne žbuke, blokova od gline debljine 11,5cm, 20cm i 25cm ovisno o svrsi i ulozi u nosivosti konstrukcije. Za izgradnju unutarnjih zidova prema negrijanom stubištu, u svrhu sprečavanja toplinskih gubitaka koristit će se i EPS kao i kod vanjskih zidova. (tablica 3.2). Definirana ploština je 86,39 m<sup>2</sup>.

Tablica 3.2. Zidovi prema negrijanim prostorijama - Zid prema negrijanom stubištu

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Vapneno-cementna žbuka	1,500	1,000	20,00	0,30	1800,00
2	Šuplji blokovi od gline	25,000	0,390	5,00	1,25	800,00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00
4	Ekspandirani polistiren (EPS)	15,000	0,037	60,00	9,00	21,00
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:					86,39	

Za izgradnju podova koristit će se keramičke pločice i hrastovi parketi, armirani cementni estrih, sustav za podno grijanje, armirani beton, (tablica 3.3). Predviđene keramičke pločice debljine 1,5 cm. Armirani cementni estrih je debljine 5cm dok je raster za postavu cijevi za podno grijanje sa EPS-om debljine 5cm. U tablici je za svaki materijal prikazana debljina d [cm], toplinska vodljivost  $\lambda$  [W/mK] i gustoća materijala  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]. Definirana ploština je 460,29 m<sup>2</sup>.

Tablica 3.3. Slojevi podova

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Keramičke pločice	2,000	1,300	200,00	4,00	2.300,00
2	Armirani cementni estrih	5,000	1,600	50,00	2,50	2.000,00
3	EPS - podno grijanje	5,000	0,040	60,00	3,00	20,00
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:					460,29	

Za izgradnju ravnog krova iznad grijanog prostora koristit će se parna brana za ravne krovove, ekstrudirani polistiren, PVC folija, beton s laganim agregatom za izradu padova ravnog krova, polimerna hidroizolacijska traka, geotekstil i prirodni kamen (Tablica 3.4). Definirana ploština je 173,41 m<sup>2</sup>.

Tablica 3.4. Ravni krovovi iznad grijanog prostora

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Vapneno-cementna žbuka	1,500	1,000	20,00	0,30	1800,00
2	Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	HOMESEAL LDS 200 AluPlus parna brana za ravne krovove	0,200	0,500	1.000.000,00	200,00	500,00
4	Ekspandirani polistiren (EPS)	20,000	0,037	60,00	12,00	21,00

5	PVC folija	0,100	0,200	42.000,00	42,00	1.200,00
6	Beton s laganim agregatom	17,000	0,700	80,00	13,60	1.300,00
7	Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,500	0,260	90.000,00	450,00	1.600,00
8	Geotekstil 500 g/m <sup>2</sup>	0,200	0,200	1.000,00	2,00	900,00
9	Prirodni kamen	10,000	1,400	50,00	5,00	2.000,00
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:					173,41	

Planiran utrošak armaturnih šipki, armaturnih mreža, betona, opeke, polistirena i drva za izgradnju predmetne građevine prikazane su u tablici 3.5.

Tablica 3.5. Utrošak materijala za izgradnju

materijal	količina
armaturne šipke (kg)	11.500
armaturne mreže (kg)	12.000
beton C25/30 (m <sup>3</sup> )	300
opeka (kom)	7000
Polistiren-EPS- (m <sup>3</sup> )	105
drvo (m <sup>3</sup> )	7

Za izgradnju navedene višecobitelske građevine utrošit će se 11.500 kg armaturnih rebrastih šipki promjera 8,10,12 i 14 mm, 12.000 kg armaturnih mreža Q221, Q335, Q503 i Q785, 300 m<sup>3</sup> betona klase C25/30, 175 m<sup>3</sup> ili 7000 komada blok opeke dimenzije 50x25x19cm, 105 m<sup>3</sup> polistirena i 7 m<sup>3</sup> drva za potrebe izrade oplata.

### 3.1. ARMATURNE ŠIPKE

Armaturna šipka je šipka od ugljičnog čelika koja se obično koristi za povećanje vlačne čvrstoće zidanih i betonskih konstrukcija. Ugljični čelik idealan je za upotrebu u betonskim konstrukcijama zbog sličnih karakteristika toplinskog širenja dvaju materijala. Šipka za ojačanje obično ima brojne površinske grebene kako bi se pomogla sidriti u beton. Te šipke su obično postavljene u obliku rešetke ili kaveza prije lijevanja betona. Armaturne šipke obično se zavaruju, vežu ili spajaju prije ugradnje [9].



### **3.2. ARMATURNE MREŽE**

Armaturne mreže služe za armiranje raznih betonskih elemenata. Proizvode se uglavnom dvije vrste mreža i to kao: R mreže kod kojih su šipke zavarene u obliku pravokutnika, a nosiva je uzdužna šipka i Q mreže kod kojih su šipke zavarene u obliku kvadrata, a nosive su i uzdužne i poprečne šipke.

Područje primjene armaturnih mreža je vrlo široko: u visokogradnji (temelji, zidovi, ploče, podovi, stubovi i dr.), u niskogradnji (putovi, mostovi, piste, tunnelske obloge, potporni zidovi i dr.). Za proizvodnju zavarenih armaturnih mreža upotrebljava se orebrena čelična žica promjera od 4 do 10 mm koja se dobiva od toplo valjane žice postupkom hladnog valjanja kojim se povećava njena zatezna čvrstoća [11].

### **3.3. BETON**

Smjesa cementa, agregata (šljunak i pijesak) i vode tvore građevinski materijal beton koji nakon mješanje komponenti uslijed procesa hidratacije očvrstne. Voda reagira sa cementom, koji očvršćava i tako povezuje ostale komponente, te nastaje tvrd „kameni“ materijal.

Termin „beton“ označava širok spektar umjetnih građevinskih materijala kompozitnog tipa. Najširu primjenu imaju betoni kod kojih se kao vezivo koristi cement, i koje bi formalno trebalo zvati cement-betonima, ali je u praksi uobičajeno da se materijali ovog tipa nazivaju samo betonima [12].

Beton je materijal koji se najviše koristi od svih umjetnih materijala na svijetu. Koristi se za izgradnju puteva, zgrada, temelja, mostova, „kamenih“ blokova itd.

#### **3.3.1. Svojstva svježeg betona**

Svježi beton je višekomponentan i polidisperzan sustav, a dobiva se homogenizacijom smjese komponentnih materijala - agregata, cementa, vode i dodataka. Sposobnost svježeg betona da pod djelovanjem vanjskih sila, malog inteziteta, poprma svojstva tekućine, tj. dolazi do povećanja fluidnosti betona naziva se tiksotropija. Tiksotropija je pojava promjenljivosti parametara gustoće u funkciji mirovanja, odnosno kretanja čestica. Zahvaljujući ovom svojstvu beton se lakše ugrađuje primjenom mehaničkih sredstava kao što su vibratori, pri čijem se djelovanju betonu mjenja gustoća. Reološke karakteristike svežeg betona bitno utiču na njegova tehnološka svojstva, kao i na svojstva očvrstlog betona. Sposobnost betona da odgovori

zahtjevima koje nameću pojedine faze tehnološkog procesa proizvodnje betona i izradnje konkretnog betonskog elementa naziva se „tehnološkičnost“. Svojtvo tehnološkičnosti je kao skup posebnih karakteristika koje su od značaja u tehnološkom lancu, a definiraju ih: homogenost, ugradljivost, povezanost (kohezivnost), stabilnost (segregacija i izdvajanje vode), prenosivost, pumpabilnost i obradljivost [12].

Tehnološkičnost se najčešće prikazuje kao funkcija konzistencije svežeg betona, pri čemu konzistentnost podrazumjeva skup svih svojstava koje utječu na postojanost. U slučaju svježeg betona, konzistencija podrazumjeva skup osobina svežjeg betona koje se iskazuju putem pokazatelja pokretljivosti i krutosti mješavine, pa prema konzistentnosti postoji: kruta, slabo plastična, plastična i tekuća konzistencija svježeg betona.

### **3.3.2. Svojstva očvrstlog betona**

Svojstva očvrstlog betona ovise o: karakteristikama primenjenih komponenata, kvalitativnim odnosima komponenata u masi betona, tehnološkim faktorima itd. Fizičko mehanička svojstva betona su: vrstoća betona pri pritisku, čvrstoća betona pri zatezanju, čvrstoća betona pri čistom smicanju, čvrstoća betona pri složenim naponskim stanjima, čvrstoća betona pri dinamičkom opterećenju, vodonepropustljivost betona, otpornost prema mrazu i soli, otpornost na habanje, otpornost na kemijske agense i deformacije betona pod utjecajem kratkotrajnih opterećenja [12].

### **3.4. OPEKA**

Opeka ili cigla je vrsta bloka koji se koristiti za izgradnju zidova, pločnike i drugih elemenata u zidanim konstrukcijama. To je ustvari, blok sastavljen od osušene gline. Cigle se mogu spojiti mortom, ljepilima ili međusobnim povezivanjem [14] i [15]. Opeka se proizvodi u brojnim klasama, vrstama, materijalima i veličinama koje se razlikuju ovisno o regiji i vremenskom razdoblju, a proizvode se u rasutom stanju.

### 3.4.1. Metode proizvodnje opeke

Opeka se koristi već 6000 godina i jedan je od najdugovječnijih i najjačih građevinskih materijala. U početku se proizvodila od blata i slame, zračnim sušenjem. Današnja opeka obično sadrži [26]:

- Silicij (pijesak) - 50% do 60% težinski
- Glinica (glina) - 20% do 30% težinski
- Vapno - 2 do 5% težine
- Željezni oksid -  $\leq 7\%$  težinski
- Magnezij - manje od 1% po težini

Glavne metode ovise o vrsti opeke. Lijewane opeke sastoje se od sirove gline s 25-30% pijeska (radi smanjenja skupljanja). Smjesa se melje i miješa s vodom do željene konzistencije. Zatim se hidrauličkom prešom utiskuje u čelične kalupe, te peče ("spaljuje") na 900-1000 ° C radi postizanja čvrstoće.

Za suho prešanu opeku koristi se metoda suhog prešanja koja je slična ranije navedenoj metodi, ali počinje s puno debljom mješavinom gline, a dobiva se opeka s oštrijim rubovima. Veća sila pri pritisku i duže sagorijevanje čine ovu metodu skupljom.

Za dobivanje ekstrudirane opeke glina se miješa s 10–15% vode (kruto istiskivanje) ili 20–25% vode (meko istiskivanje) u mlinu. Reže se i suši 20 - 40 h na 50 - 150 ° C prije pečenja. Toplina za sušenje često je otpadna toplina iz peći.

### 3.4.2. Ograničenja u korištenju opeke

Počevši od 20. st., upotreba opeke u nekim je područjima je smanjena zbog zabrinutosti od potresa. Potresi poput potresa u San Franciscu 1906. i potresa na Long Beachu 1933. otkrili su slabosti neojačane opeke u područjima sklonim potresima.

Tijekom seizmičkih događaja, mort puca i raspada se tako da se opeke više ne drže zajedno. Zidanje opekom s čeličnom armaturom, pomaže u održavanju strukturalnog integriteta zida tijekom potresa.

### **3.5. POLISTIREN**

Polistiren (PS) je polimer izrađen od monomernog stirena, tekućeg ugljikovodika koji se komercijalno proizvodi od nafte. Na sobnoj temperaturi polistiren je obično čvrst. Tali se na višoj temperaturi za oblikovanje ili ekstruziju, a zatim ponovno ukoriti. Stiren je aromatski monomer, a polistiren aromatski polimer.

Polistiren je prvi proizveo BASF 1930-ih. Najčešća upotreba polistirena u geosintetici je prošireni ili ekspanzirani polistiren (EPS), koji je mješavina oko 5% PS i 95% zraka. To je lagani materijal u kojem šupljine ispunjene zarobljenim zrakom daju proširenom polistirenu nisku toplinsku vodljivost. Također se koristi kao izolacija u građevinskim konstrukcijama [27].

### **3.6. DRVO**

Proizvodi od drveta čine veliki dio građevinske industrije. Osim privatnih (stambenih), ono se koristi i u komercijalnim (poslovnim) zgradama kao strukturni i estetski materijal. U zgradama od drugih materijala, drvo još uvijek nalazi primjenu kao pomoćni materijal, naročito u krovnim konstrukcijama, unutrašnjoj stolariji i njenim okvirima. Takođe, drvo se uglavnom koristi i za pravljenje okvira (oplate) pri betoniranju [28].

Drvo se može koristiti djelomično ili potpuno obrađeno. Djelomično obrađeno je pogodno samo za privremene građevine. Obrađeno drvo u obliku greda, talpi, dasaka, stubova ili oblica koristi se za izradu trajnih konstrukcija.

U građevinarstvu se drvo može koristiti za sve djelove zgrade: za temelje (kod sojenica ili za drvene šipove), za zidove (kod brvnara), za stubove, grede itd. Kao krovni pokrivač koristi se u vidu šindre.

U građevinskim konstrukcijama drvo se djeli na dvije klase: tvrdo i meko drvo. U prvu klasu spadaju lišćari: hrast, bukva, cer, granica itd, a u drugu uglavnom četinari: jela, smrča, ariš, bor, ali i topola. Meko drvo je manje nosivosti, ali je i lakše za obradu i prevoz od tvrdog drveta, te se zbog toga češće koristi.

### 3.7. CEMENT

Riječ "cement" koristi se još od antičkog Rima, kad se koristio izraz opus caementicium koji se koristi za opisivanje zidova nalik modernom betonu koji je izrađen od zdrobljene stijene s gašenim vapnom kao vezivom. Vulkanski pepeo i pulverizirani dodaci od opeke koji su dodani vapnu, kako bi se dobilo hidrauličko vezivo, kasnije su se nazivali cement, cimentum, cämenti cement [30].

Svjetska proizvodnja cementa iznosi oko četiri milijarde tona godišnje, od čega se oko polovice proizvodi u Kini. [31] Da je cementna industrija zemlja, bila bi treći najveći proizvođač emisija ugljičnog dioksida na svijetu s do 2,8 milijardi tona, koju bi nadmašile samo Kina i Sjedinjene Države [32]. Početna kalcinacijska reakcija u proizvodnji cementa odgovorna je za oko 4% globalnih CO<sub>2</sub> emisija. [33] Cjelokupni proces odgovoran je za oko 8 % globalnih CO<sub>2</sub> emisije, jer cementna peć u kojoj dolazi do reakcije obično koristi ugljen ili naftni koks kao energent [34]. Kao rezultat toga, proizvodnja cementa uvelike doprinosi klimatskim promjenama.

Međutim, klinker se proizvodi zagrijavanjem sirovina unutar glavnog plamenika peći na temperaturu od 1450 °C. Plamen doseže temperature od 1800 °C. Materijal ostaje na iznad 1200 °C 12–15 s.

Ove karakteristike klinker peći nude brojne prednosti i osiguravaju potpuno uništavanje organskih spojeva, potpunu neutralizaciju kiselih plinova, sumpornih oksida i vodikovog klorida. Nadalje, tragovi teških metala ugrađeni su u strukturu klinkera i ne proizvode se podproizvodi, kao što je pepeo. Industrija cementa u EU-u već koristi više od 40 % goriva dobivenih iz otpada i biomase [35].

Ekološki cement je cementni materijal koji zadovoljava ili premašuje funkcionalne performanse običnog portland cementa ugradnjom i optimizacijom recikliranih materijala, čime se smanjuje potrošnja prirodnih sirovina, vode i energije, što rezultira održivijim građevinskim materijalom. Istražuju se novi proizvodni procesi za proizvodnju ekološkog cementa s ciljem smanjenja ili čak uklanjanja proizvodnje i ispuštanja štetnih onečišćujućih tvari i stakleničkih plinova, posebno CO<sub>2</sub> [36].

Sve veća zabrinutost za okoliš i sve veći troškovi goriva fosilnog podrijetla rezultirali su, u mnogim zemljama, naglim smanjenjem resursa potrebnih za proizvodnju cementa i otpadnih voda (prašina i ispušni plinovi) [37].

## 4. PROMJENA CIJENE GRAĐEVINSKOG MATERIJALA

Hrvatska industrija građevnog materijala od 2020. godine upozorava na nezapamćen rast cijena građevinskih materijala i to ne samo u Hrvatskoj već i u svijetu. Jedan od istaknutijih materijala kojemu je porasla cijena je svakako željezo. Bitno je naglasiti da su cijene građevinskog željeza porasle za 30 do 40% dok su specijalne vrste armatura koje se ne proizvode u Hrvatskoj porasle preko 70% [7].

Pretpostavlja se da je jedan od razloga rasta cijena građevnog materijala javna ulaganja u obnovu gospodarstva u Europi, SAD-u i Kini. Zbog toga dolazi do velike potražnje za drvnom građom, čelikom, bakrom, cementom, betonom i ostalim materijalima.

Proizvođači sirovina ne mogu namiriti potražnju, pa dolazi do nestašica. Cijene drvene građe su u Europi skočile oko 50 %, a u SAD-u više od 250 %. Čelik se prodaje po dvostruko višoj cijeni nego prije godinu dana, a bakar je poskupio oko 50 % [7].

Sve veći problem u opskrbi ugrožavaju oporavak građevinske industrije, a time i gospodarski oporavak mnogih zemalja, upozoravaju analitičari građevinske industrije te strukovne i gospodarske udruge. Globalna pandemija, smanjivanje planirane proizvodnje materijala, posljedični rast cijena sirovina zbog manjka proizvodnje, rast cijena nafte i prijevoz doveli su do nestašice materijala.

Europska federacija građevinske industrije (FIEC) tražila je od vlada da u ugovorima s građevinarima primijene mehanizam »revizije cijena« [8]. Prema podacima Hrvatske udruge poslodavaca, lamelirana drvena građa poskupila je 20 %, GRP cijevi (engl. Glass Reinforced Plastic - stakloplastika) 70 %, PVC (Poli(vinil-klorid)) i PEHD (engl. polyethylene high-density – polietilen visoke gustoće) cijevi 60 %, bakar 60 %, XPS, EPS i mineralna vuna 30 %, cement, beton i ljepila 5 do 10 %. Cijena bitumena za proizvodnju asfalta porasla je 36 %, polimerom modificiranog bitumena 38 %, dizel goriva 35 %, a lož ulja za grijanje 85 % [8].

Europska federacija građevinske industrije upozorava da "rast cijena sirovina i proizvoda vezanih za građevinarstvo u Europi" ima najrazorniji učinak na opskrbeni lanac u graditeljstvu. Kada je riječ o čeliku, građevinski sektor Kine, koja proizvodi 50 % svjetskog čelika, troši 40 % cjelokupne kineske proizvodnje. Dodatni problem je poskupljenje prijevoza, te manjak prijevoznih kapaciteta, brodskih kontejnera za prijevoz materijala. Građevinske

tvrtke se najviše boje zatvaranja gradilišta, upozorava Centralna asocijacija njemačke građevinske industrije (ZDB), prenosi portal Construction Europe [7].

Njemački Ifo institut u svom istraživanju za svibanj utvrdio je da je 43,9 % njemačkih građevinara prijavilo probleme u nabavi građevinskog materijala, u odnosu na 23,9 % u travnju. Infrastrukturni sektor je s 33,5 % pogođen nešto slabije, ali ipak je riječ o značajnom porastu s travanjskim 11,5 %. Iako su poremećaji u lancu opskrbe problem u gotovo svim sektorima, građevinska industrija je posebno izložena, pa sektorske udruge širom svijeta traže pomoć svojih vlada. Zahtjevi su uglavnom usmjereni na mogućnost revidiranja ugovorenih troškova i rokova projekata [8].

Francuska udruga građevinara FNTP (Nacionalna federacija javnih radova) pozdravila je prijedlog francuske vlade prema kojem bi se izvođači radova zaštitili od ugovornih novčanih kazni zbog kašnjenja ili prekida projekata uzrokovanih "cijenama sirovina ili problemima s opskrbom". Francuska vlada potaknula je klijente iz javnog sektora da odobre produženje rokova i uspostavila je novi proces posredovanja za građevinsku industriju [8].

Nestašica građevnog materijala, zadnjih godinu dana, pogoršava se iz mjeseca u mjesec, pa 43,9 % građevinskih poduzeća u Njemačkoj ne može na vrijeme nabaviti materijal. Zbog toga je proizvodnja u njemačkom građevinarstvu u travnju pala 4,3 % u odnosu na ožujak [7].

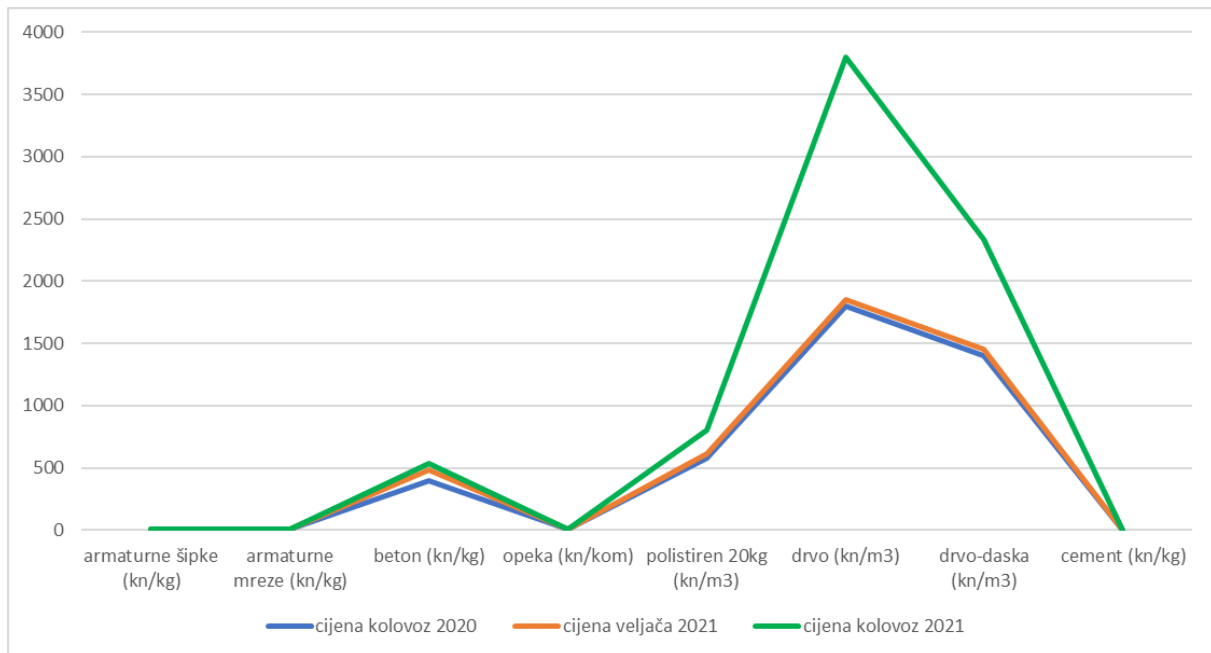
## 5. ANALIZA PROMJENE CIJENA GRAĐEVINSKOG MATERIJALA NA VIŠEOBITELJSKOJ GRAĐEVINI U VARAŽDINU

Cijene građevinskog materijala zadnjih godinu dana bilježe nagli rast, što je opisano u poglavlju 4. U svrhu analize stanja cijena građevinskog materijala na tržištu s promjenom I analizom na višeo biteljskoj građevini u Varaždinu analizirane su cijene sljedećih materijala: armaturne šipke promjer 8mm, 10mm, 12mm, 14mm, armaturne mreže Q221, Q335, Q503, Q785, beton klase C25/30, blok opeka dimenzije 50x25x19cm, ekspandirani polistireni - EPS, drvena građa, drvene daske i cement iz kolovoza 2020, veljače 2021. i kolovoza 2021. Vrijednosti cijena su prikazane u tablici 5.1. i na slici 5.1., a detaljni prikaz rasta cijene svake vrste građevinskog materijala prikazan je u nastavku poglavlja.

Tablica 5.1. Cijene promatranih građevinskih materijala na predmetnoj građevini

	cijena kolovoz 2020	cijena veljača 2021	cijena kolovoz 2021
armaturne šipke (kn/kg)	6,20	8,85	10,80
armaturne mreže (kn/kg)	7,10	8,90	11,80
beton (kn/m <sup>3</sup> )	400	484	538
opeka (kn/kom)	5,80	6,20	6,95
polistiren (kn/m <sup>3</sup> )	575	615	800
drvena građa(kn/m <sup>3</sup> )	1800	1850	3800
drvene daske (kn/m <sup>3</sup> )	1400	1450	2340
cement (kn/kg)	0,90	1,05	1,15





Slika 5.1. Cijene promatranih građevinskih materijala na predmetnoj građevini

Za precizniji prikaz porasta cijena je korištena opisna (deskriptivna) statistika u vidu mjera centralne tendencije i mjera raspršenja (disperzije). Korištene mjere centralne tendencije su: aritmetička sredina (potpuna srednja vrijednost) i medijan (položajna srednja vrijednost). Korištene mjere raspršenja (disperzije) su varijanca i standardna devijacija (apsolutne mjere disperzije) i koeficijent varijacije (relativna mjera disperzije) [40].

Aritmetička sredina je najvažnija i najčešće korištena srednja vrijednost, a dobije se tako da se zbroj svih vrijednosti podijeli s njihovim brojem. U izračun su uključene sve vrijednosti, pa se zato ubraja u potpune srednje vrijednosti. Aritmetička sredina jako je podložna ekstremnim vrijednostima, pa ju ekstremni minimum ili ekstremni maksimum, “odvuku”, za razliku od medijana koji spada u položajno srednje vrijednosti, te nije podložan ekstremnim vrijednostima. Medijan je srednja položajna vrijednost koja uređeni statistički niz dijeli na dva jednaka dijela tj. medijan je središnja vrijednost uređenog statističkog niza.

Korištene apsolutne mjere raspršenja (disperzije) su: varijanca koja se dobiva kao prosječno kvadratno odstupanje od aritmetičke sredine i standardna devijacija koja se dobiva iz drugog korijana varijance. Standardna devijacija ujedno je i najčešće korištena mjera raspršenja. Koeficijent varijacije je relativna mjera disperzije i predstavlja postotni udio standardne devijacije u odnosu na vrijednost aritmetičke sredine.

## 5.1. ARMATURNE ŠIPKE

Na predmetnoj građevini koriste se armaturne šipke za izradu armature horizontalnih I vertikalnih ukrućenja, greda i nadvoja i dodatna ukrućenja u međukatnim konstrukcijama. Kroišteni profili su promjera 8mm, 10mm, 12mm i 14mm. Armaturne šipke se sijeku, savijaju i povezuju čeličnom žicom u armaturne koševe na način predviđen statičkim proračunom iz glavnog projekta i prema planu armature, te se nakon pravilne ugradnje na predviđenoj poziciji zalijevaju zahtjevanom klasom betona.

### 5.2.1. Porast cijene armaturne šipke

Za izgradnju promatrane građevine korištene su šipke promjera 8 do 14mm. Ukupna količina šipki je 11,5 tona. Opisna statistika porasta cijene tijekom 1 godine prikazana je u tablici 5.2. i na slici 5.1.

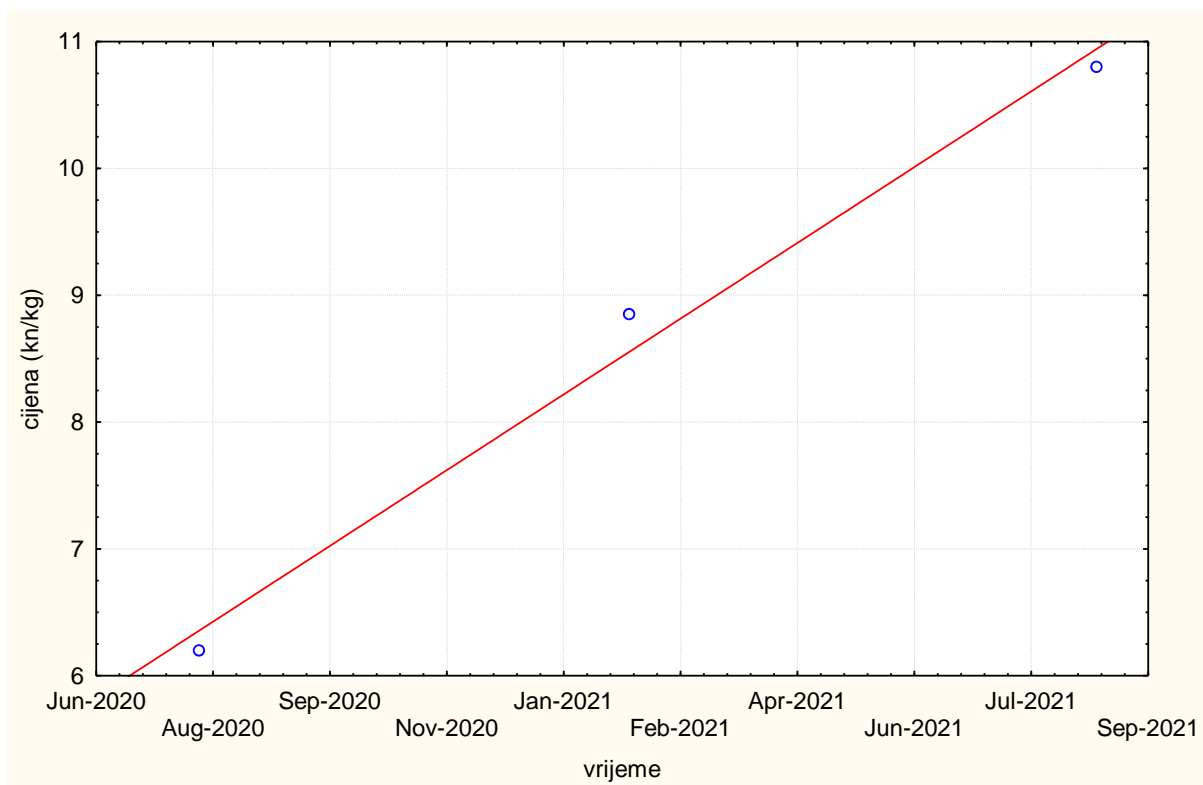
Tablica 5.2. Opisna statistika cijena armaturne šipke

Parametar	Vrijednost
aritmetička sredina	8,62
medijan	8,85
standardna devijacija	2,31
varijanica	5,33
koeficijent varijacije	26,80 %

Prosječna cijena (aritmetička sredina) u ovih godinu dana bila je 8,62 kn/kg, a središnja (medijan) 8,85 kn/kg. Iz toga se može zaključiti da cijena nije ravnomjerno rasla ovih godinu dana već da je u zadnjih 6 mjeseci rast cijene ipak malo usporen.

Ova tvrdnja potkrepljena je i s parametrima raspršenja (standardna devijacija i varianca). Koeficijent varijacije je relativno slab (10 % - 30 %) [40].

Grafički prikaz promjene cijene prikazan je na slici 5.2.



Slika 5.2. Grafički prikaz porast cijene armaturne šipke

Korištenjem aplikacije STATISTICA 8.0, StatSoft-a, određen je pravac linearne regresije (Slika 5.2). Linearna regresija se većinom koristi za:

- Ako je cilj predviđanje ili prognoza, linearna regresija se može koristiti za podešavanje prediktivnog modela prema promatranom skupu podataka vrijednosti Y i X. Nakon razvoja ovakvog modela, ako je data vrijednost za X bez pripadajuće vrijednosti Y, podešeni model se može koristiti za predviđanje vrijednosti Y.
- Ako imamo varijablu Y i veći broj varijabli X1, ..., Xp koje mogu biti povezane sa Y, možemo koristiti linearnu regresijsku analizu za kvantificiranje jačine relacije između Y and the Xj, za procjenu koji je Xj uopće vezan za Y, te da bi identificirali koji podskupovi od Xj sadrže redundantne informacije o Y, tako da, kad je jedan od njih poznat, ostali više ne daju korisne informacije.

Pravac linearne regresije glasi (Slika 5.2):

$$y = -519,8361 + 0,0119 \cdot x \quad (5.1.)$$

Koeficijenti linearene funkcije (5.1) su: koeficijent smjera ili nagiba (a) koji iznosi 0,0119 i odsječak na osi y (b) koji iznosi -519,8361. Budući da je koeficijent smjera ili nagib pozitivna vrijednost tj.  $a > 0$ , zaključuje se da funkcija raste, odnosno da se povećanjem vrijednosti x očekuje povećanje vrijednosti y.

## 5.2. ARMATURNE MREŽE

Na predmetnoj građevini koriste se Q mreže za armiranje međukatnih konstrukcija i balkona. Korišteni tipovi mreža su Q221, Q335, Q503, Q785. Mreža Q221 sastoji se od zavarenih šipki promjera 6,5mm na razmaku od 15cm. Mreža Q335 sastoji se od zavarenih šipki promjera 8mm na razmaku od 15cm. Mreža Q503 sastoji se od zavarenih šipki u X i Y smjeru koordinatnog sustava promjera 8mm na razmaku od 10cm. Mreža Q785 sastoji se od zavarenih šipki promjera 10mm na razmaku od 10cm. Armaturne šipke se sijeku na potrebne dimenzije i povezuju čeličnom žicom na način predviđen statičkim proračunom iz glavnog projekta i prema planu armature, te se nakon pravilne ugradnje na predviđenoj poziciji zalijevaju zahtjevanom klasom betona.

### 5.2.1. Porast cijene armaturne mreže

Ukupna masa svih tipova mreža korištenih za izgradnju promatrane građevine je 12 tona. Opisna statistika porasta cijene armaturne mreže, tijekom 1 godine dobivena iz vrijednosti danih u Tablici 5.1. je u tablici 5.3. i na slici 5.3.

Tablica 5.3. Opisna statistika cijena armaturne mreže

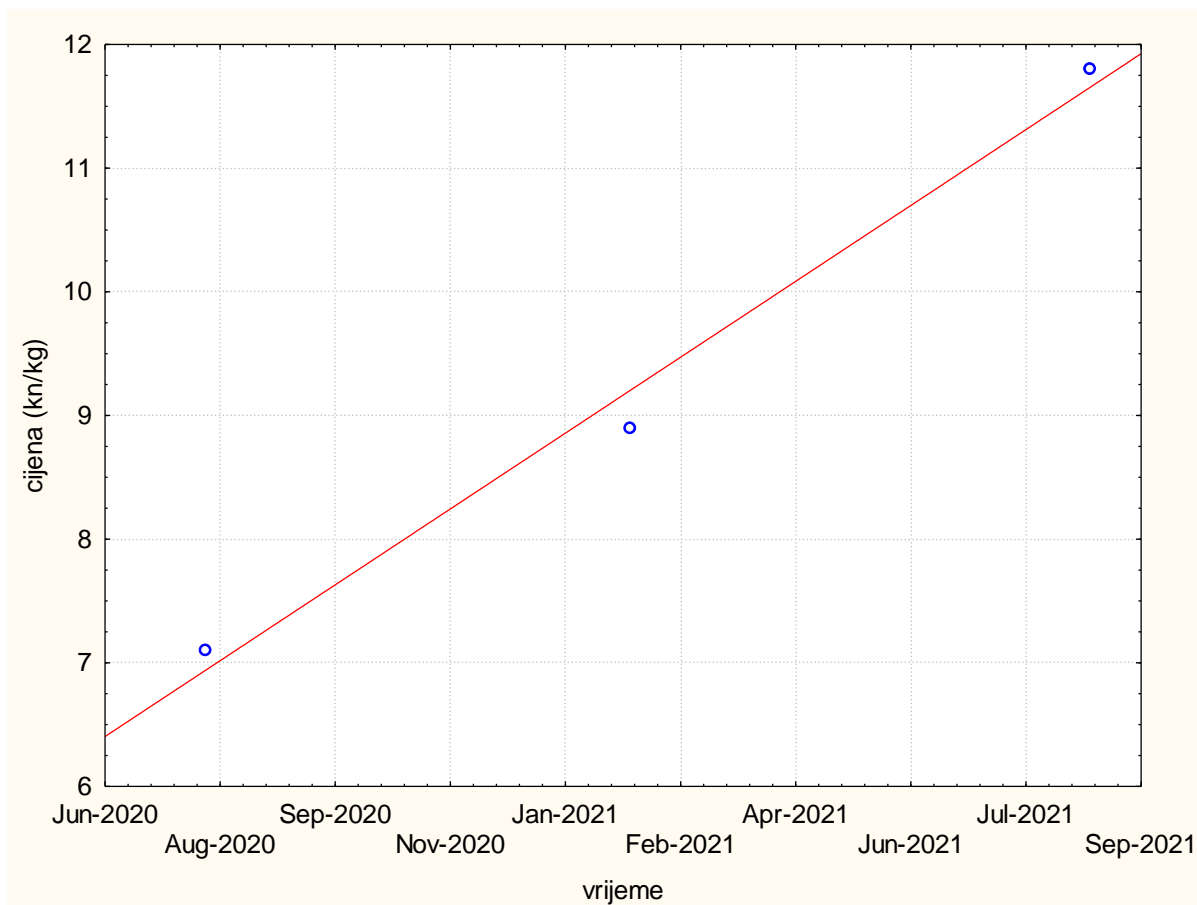
Parametar	Vrijednost
aritmetička sredina	9,27
medijan	8,90
standardna devijacija	2,37
varijanca	5,62
koeficijent varijacije	25,59 %

Prosječna cijena (aritmetička sredina) armaturne mreže u ovih godinu dana bila je 9,27 kn/kg, a središnja (medijan) 8,90 kn/kg. Iz toga se može zaključiti da cijena nije

ravnomjerno rasla ovih godinu dana, već da je u zadnjih 6 mjeseci rast cijene uvećan (za razliku od armaturne šipke).

Ova tvrdnja potkrepljena je i s parametrima raspršenja (standardna devijacija i varijanca). Koeficijent varijacije je relativno slab (između 10 % - 30 %) [40].

Grafički prikaz promjene cijene prikazan je na slici 5.3.



Slika 5.3. Grafički prikaz porasta cijene armaturne mreže

Određen je pravac linearne regresije porasta cijene armaturne mreže po vremenu (Slika 5.3), a on glasi:

$$y = -533,5766 + 0,0123 \cdot x \quad (5.2)$$

Koeficijenti linearene funkcije (5.2) su: koeficijent smjera ili nagib (a) koji iznosi 0,0123 i odsječak na osi y (b) koji iznosi -533,5766. Koeficijent smjera ili nagib kod ove funkcije rasta cijene armaturne mreže u ovisnosti o vremenu, jednako kao i kod funkcije rasta

cijene armaturne šipke u ovisnosti o vremenu je pozitivna vrijednost tj  $a > 0$ , pa funkcija raste, odnosno povećanjem vrijednosti  $x$  varijable očekuje se povećanje vrijednosti  $y$  varijable.

### 5.3. BETON C25/30

Na predmetnoj građevini beton se koristi za izradu temeljne armirano betonske ploče, za izradu međukatnih konstrukcija, horizontalnih i vertikalnih ukrućenja zidova, grede i nadvoje i konzolne ploče. Klasa betona koja se koristi za sve elemente je C25/30. Oznaka C25/30 označava karakterističnu čvrstoću betonu na uzorku valjka i kocke u  $N/mm^2$ . Beton se priprema u tvornici betona. Iz tvornice betona doprema se automiješalicama na gradilište i pomoću pumpe za beton transportira iz automiješalice u prethodno oblikovanu drvenu oplatu. Kako bi se osiguralo da svježi beton u potpunosti ispuni prostor predviđeni za betoniranje koriste se titrala ili vibrator. Predviđena količina betona za izgradnju predmetne građevine je  $300 m^3$ .

#### 5.3.1. Porast cijene betona

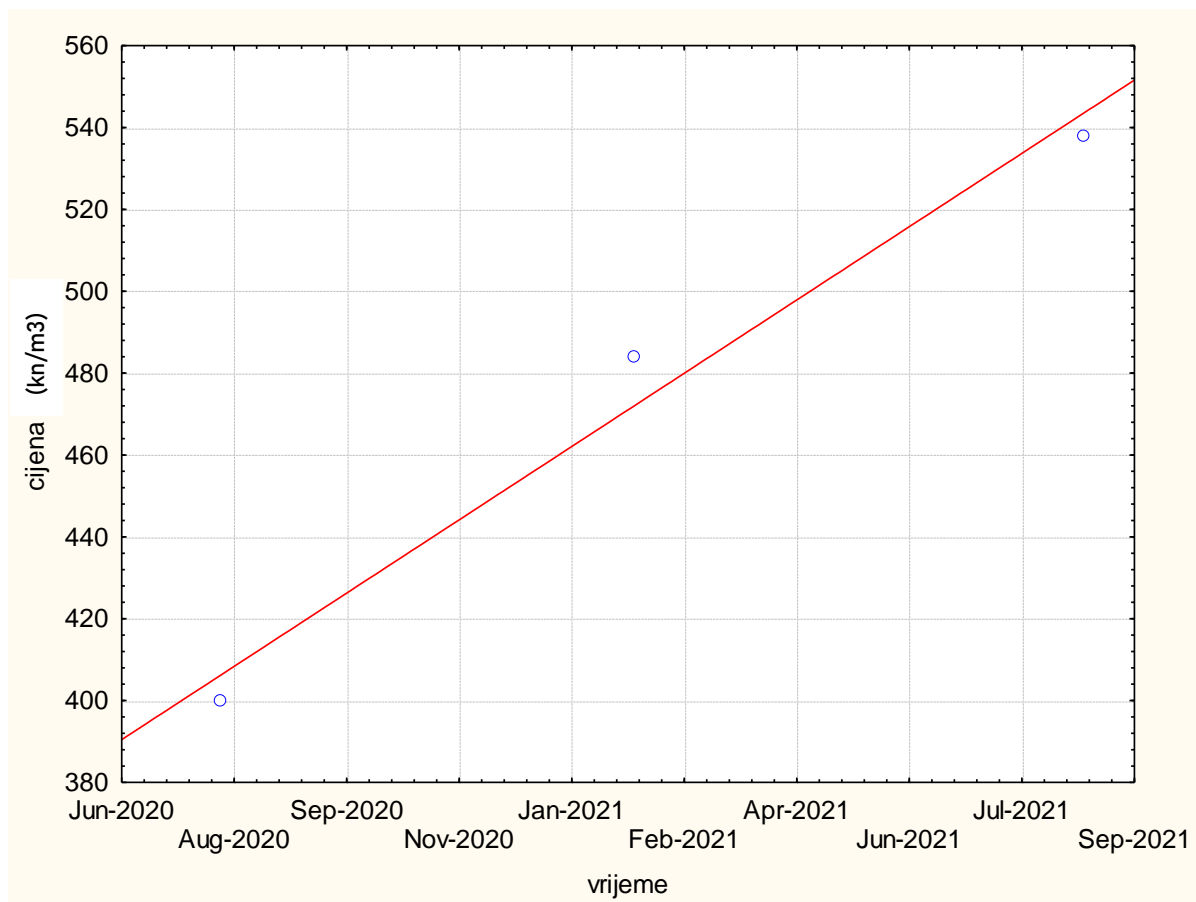
Svježi beton se dobiva homogenizacijom smjese komponentnih materijala - agregata, cementa, vode i dodataka. Porast cijena tih materijala utječe na porast cijene betona. Opisna statistika porasta cijene tijekom 1 godine dobivena iz podataka datih u Tablici 5.1., prikazana je u tablici 5.4. i na slici 5.4.

Tablica 5.4. Opisna statistika cijene betona

Parametar	Vrijednost
aritmetička sredina	474,00
medijan	484,00
standardna devijacija	69,54
varijanca	4836
koeficijent varijacije	14,67 %

Prosječna cijena (aritmetička sredina) betona u ovih godinu dana bila je  $474,00 \text{ kn/m}^3$ , a središnja (medijan)  $484,00 \text{ kn/m}^3$ . Iz toga se može zaključiti da cijena nije ravnomjerno rasla ovih godinu dana već da je u zadnjih 6 mjeseci rast cijene malo usporen.

Ova tvrdnja potkrepljena je i s parametrima raspršenja (standardna devijacija i varijanca). Koeficijent varijacije je relativno slab (između 10 % - 30 %). Grafički prikaz promjene cijene prikazan je na slici 5.4.



Slika 5.4. Grafički prikaz porast cijene betona

Određen je pravac linearne regresije (Slika 5.4), a on glasi:

$$y = -15365,1917 + 0,3581 \cdot x \quad (5.3)$$

Koeficijenti linearene funkcije (5.3) su: koeficijent smjera ili nagib (a) od 0,3581 i odsječak na osi y (b) od -15.365,1917. Koeficijent smjera ili nagib je pozitivna vrijednost ( $a > 0$ ) pa funkcija raste, odnosno povećavanjem vrijednosti x, raste i vrijednost y.

#### 5.4. BLOK OPEKA

Na predmetnoj građevini koristi se glinena blok opeka debljine 25 cm, dužine 50 cm i visine 19 cm. Zidanje se vrši u produžnom cementnom mortu. Veliki format opeke omogućuje

brži rad. Blokove se povezuje mortnim utorom koji povećava stabilnost konstrukcije i isključuje toplinske mostove. Koriste se za izradu vanjskih i unutarnjih nosivih zidova. Minimalna čvrstoća opeke je  $10\text{N/mm}^2$ . Predviđena količina opeke za izgradnju predmetne građevine je 7000 kom.

#### 5.4.1. Porast cijene glinene blok opeke

Cijena opeke je porasla, a za jedan od razloga pretpostavlja se poskupljenje energenata. Opisna statistika porasta cijene tijekom 1 godine prikazana je u tablici 5.5. i na slici 5.5., a dobivena je obradom podataka iz tablice 5.1.

Tablica 5.5. Opisna statistika cijene opeke

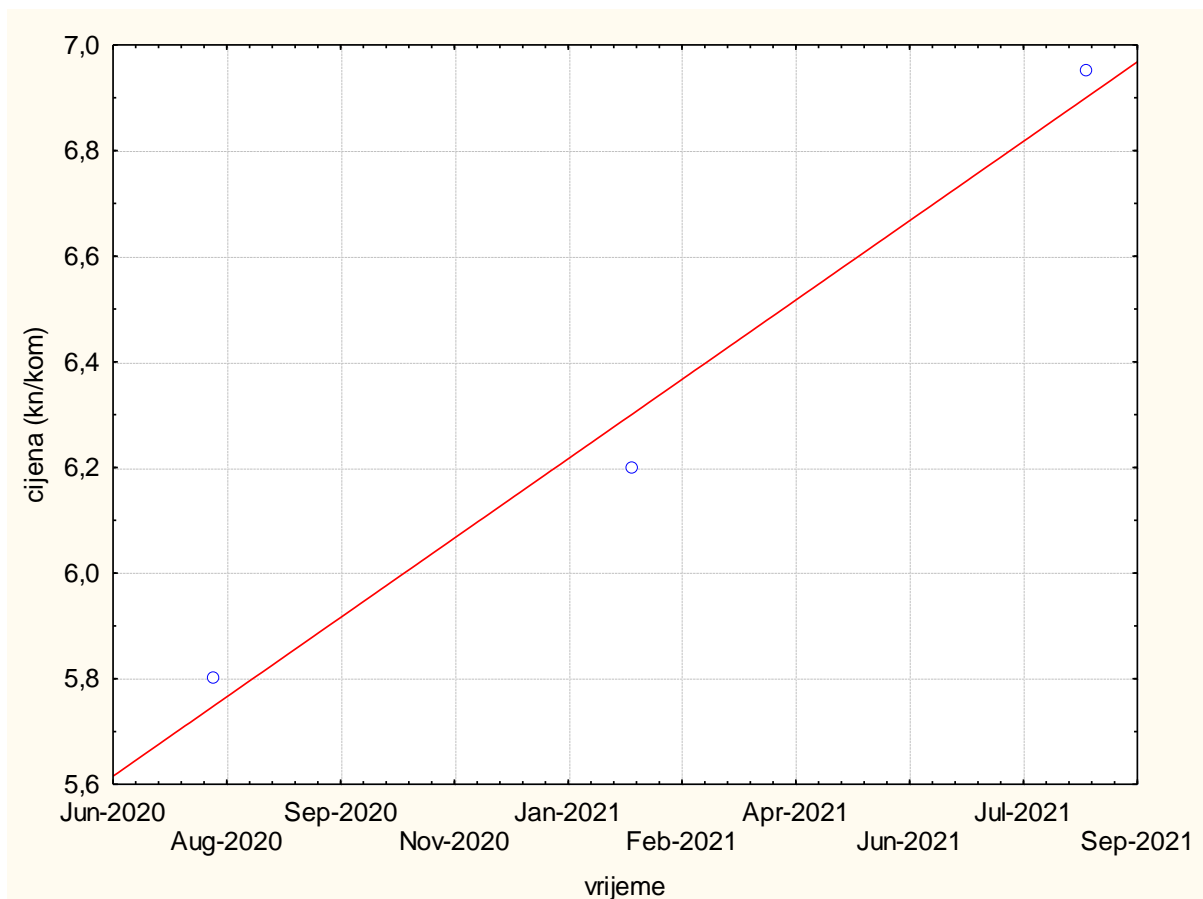
Parametar	Vrijednost
aritmetička sredina	6,32
medijan	6,20
standardna devijacija	0,58
varijanca	0,34
koeficijent varijacije	9,24 %

Prosječna cijena (aritmetička sredina) opeke u ovih godinu dana bila je 6,32 kn/kg, a središnja (medijan) 6,20 kn/kg. Iz toga se može zaključiti da cijena skoro ravnomjerno rasla, iako je rast nešto malo veći u zadnjih 6 mjeseci.

Ova tvrdnja potkrepljena je i s parametrima raspršenja (standardna devijacija i varijanca). Koeficijent varijacije je vrlo slab (između 0 % - 10 %) [40].

Grafički prikaz promjene cijene prikazan je na slici 5.5.





Slika 5.5. Grafički prikaz porast cijene opeke

Određen je pravac linearne regresije (Slika 5.5), a on glasi:

$$y = -126,636 + 0,003 \cdot x \quad (5.4)$$

Koeficijenti linearene funkcije (5.4) su: koeficijent smjera ili nagiba (a) koji iznosi 0,003 i odsječak na osi y (b) koji iznosi -126,636. Koeficijent smjera ili nagib je pozitivna vrijednost ( $a > 0$ ) pa funkcija raste, odnosno povećanjem vrijednosti x, povećava se linearno vrijednost y.

## 5.5. POLISTIREN

Na predmetnoj građevini polistiren se koristi za izradu vanjske toplinske ovojnice, izolacije temeljne ploče i međukatnih armiranobetonskih ploča. Na podovima se koristi polistiren sa čepovima za prihvat cijevi za podno grijanje. Ukupna količina stiropora predviđena za predmetnu građevinu je 105 m<sup>3</sup>.

### 5.5.1. Porast cijene polistirena

Opisna statistika porasta cijene tijekom 1 godine, dobivena je iz vrijednosti prikazanih u tablici 5.1, a prikazana je u tablici 5.6. i na slici 5.6.

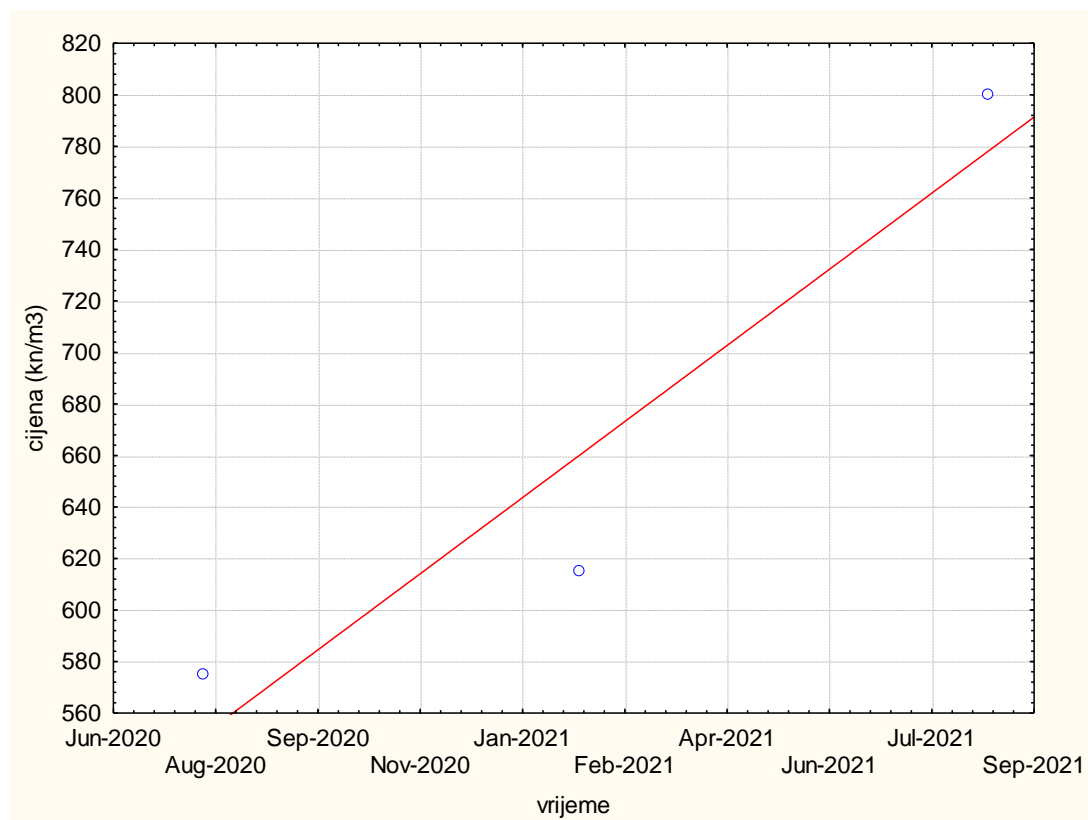
Tablica 5.6. – Opisna statistika cijene polistirena

Parametar	Vrijednost
aritmetička sredina	663,33
medijan	615,00
standardna devijacija	120,03
varijanca	14408,33
koeficijent varijacije	18,10 %

Prosječna cijena (aritmetička sredina) polistirena u ovih godinu dana bila je 663,33 kn/kg, a središnja (medijan) 615,00 kn/kg. Iz toga se može zaključiti da cijena naglo porasla zadnjih 6 mjeseci.

Ova tvrdnja potkrepljena je i s parametrima raspršenja (standardna devijacija i varijanca). Koeficijent varijacije je relativno slab (između 10 % - 30 %) [40].

Grafički prikaz promjene cijene prikazan je na slici 5.5.



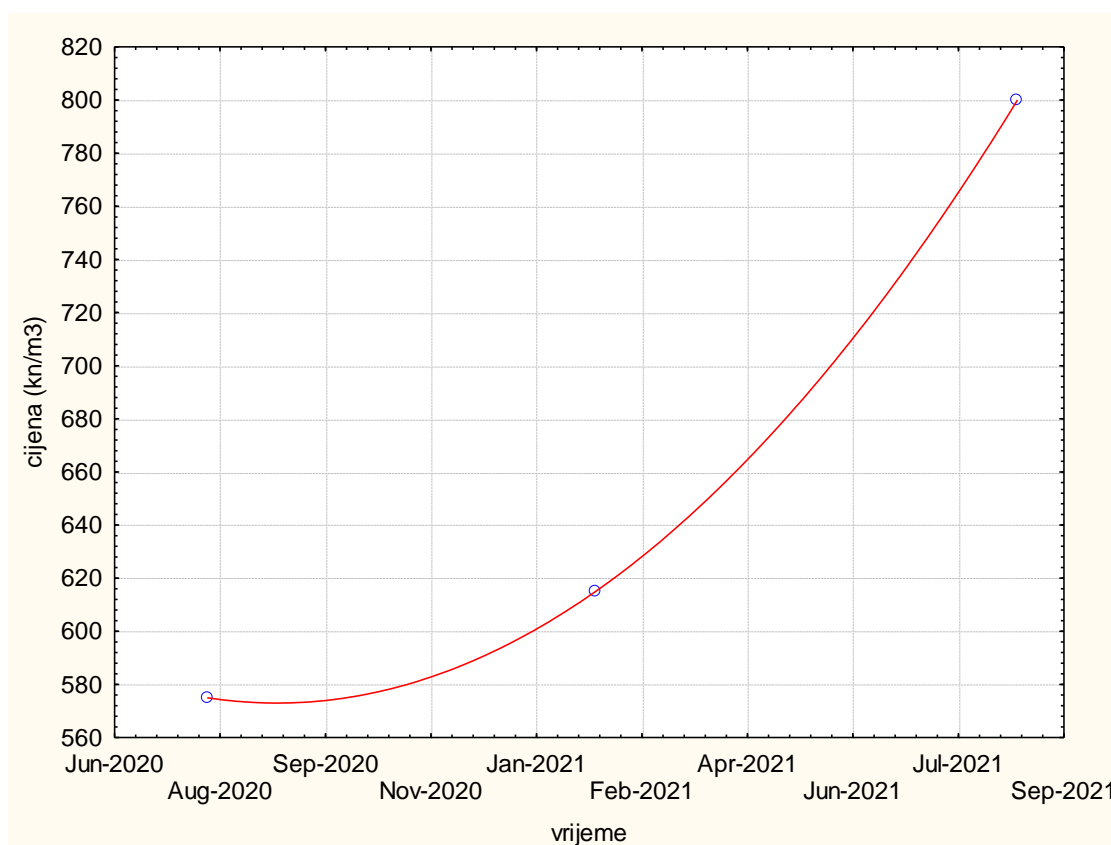
Slika 5.6. – Grafički prikaz porast cijene polistirena s aproksimacijom

Pravac linearne regresije (Slika 5.6) je:

$$y = -25471,4929 + 0,5908 \cdot x \quad (5.5)$$

Koeficijenti linearene funkcije (5.5) su: koeficijent smjera ili nagib (a) koji iznosi 0,5908 i odsječak na osi y (b) koji iznosi -2.547,4929. Koeficijent smjera ili nagib ima pozitivan predznak ( $a > 0$ ) pa funkcija raste, odnosno povećanjem vrijednosti x, povećava se vrijednost za y.

Međutim iz slike 5.6. vidljivo je da je rast cijene polistirena bržeg rasta od linearnosti (vrijednost y brže raste od x vrijednosti) u zadnjem šestomjesečnom razdoblju, pa je na slici 5.7., odnosno jednadžbom (5.6) prikazana stvarna (bez apkroksimacije) jednadžba rasta.



Slika 5.7. – Grafički prikaz stvarnog porasta cijene polistirena

Kvadratna jednadžba koja opisuje rast cijene polistirena glasi:

$$y = 0,0018 \cdot x^2 - 162,4442 \cdot x + 3,5806 \cdot 10^6 \quad (5.6)$$

Kvadratna funkcija korištena je u svrhu točnijeg određivanja brzine rasta cijene polistirena u odnosu na protek vremena.

## 5.6. DRVENA GRAĐA I DRVENE DASKE

Na predmetnoj građevini se drvena građa i drvene daske koriste prvenstveno za izradu oplata betona. Izrada oplata svih betonskih elemenata konstrukcije zahtijeva upotrebu drva u raznim oblicima od dasaka debljine 24 mm, do letvi i greda različitih dimenzija. Predviđena količina drva za izgradnju predmetne građevine je 7 m<sup>3</sup>.

### 5.6.1. Porast cijene drvene građe i drvene daske

Opisna statistika porasta cijene drvene građe i drvenih daski tijekom 1 godine prikazana je u tablici 5.7. i na slikama 5.7. – 5.10., a vrijednosti su dobivene statističkom obradom vrijednosti iz tablice 5.1.

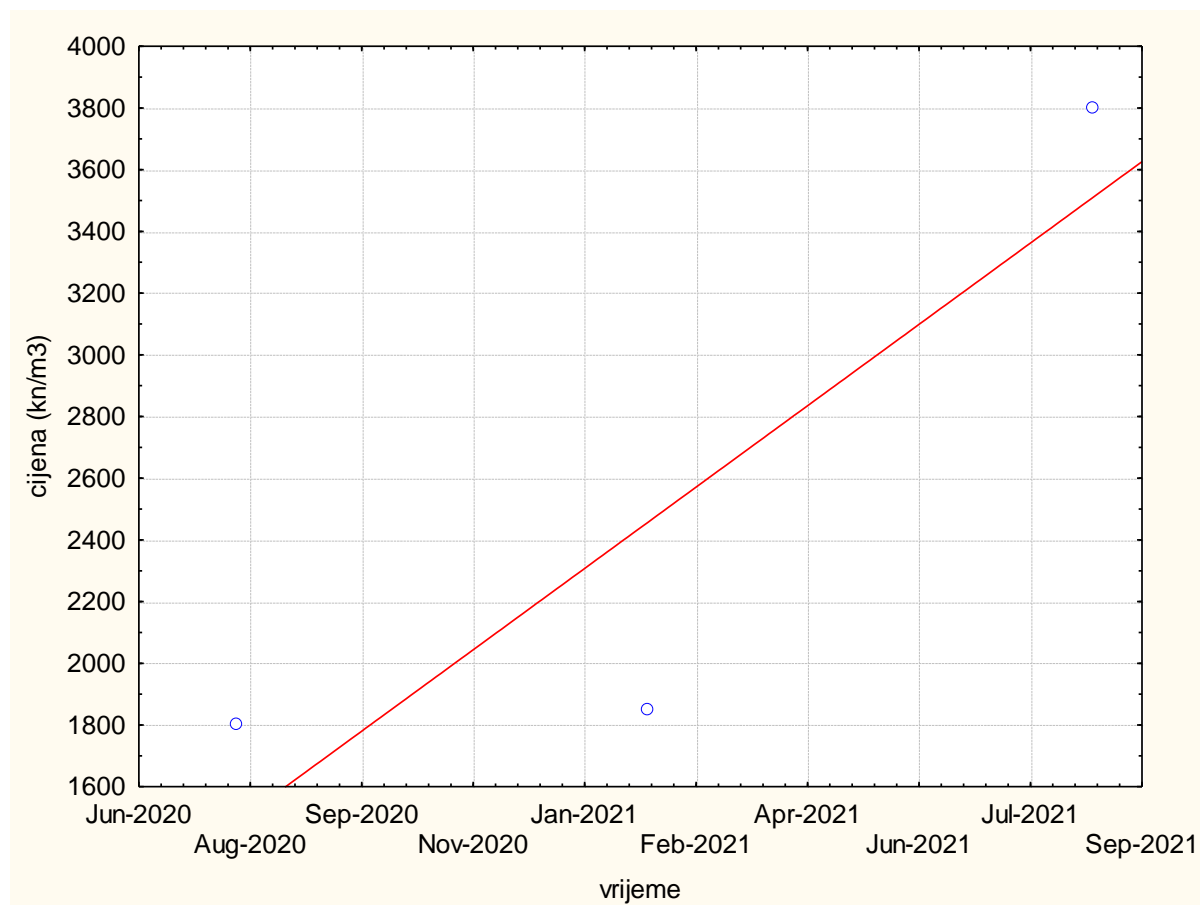
Tablica 5.7. – Opisna statistika cijene drva i drvenih dasaka

	<b>Drvena građa</b>	<b>Drvene daske</b>
<b>Parametar</b>	<b>Vrijednost</b>	<b>Vrijednost</b>
aritmetička sredina	2.483,33	1.730,00
medijan	1.850,00	1.450,00
standardna devijacija	1.140,54	528,87
varijanca	1.300.833,33	279.700,00
koeficijent varijacije	45,93 %	30,57 %

Prosječna cijena (aritmetička sredina) drvene građe u ovih godinu dana bila je 2.483,33 kn/m<sup>3</sup>, a središnja (medijan) 1.850,00 kn/m<sup>3</sup>. Iz toga se može zaključiti da je cijena imala veliki rast u zadnjih 6 mjeseci.

Ova tvrdnja potkrepljena je i s parametrima raspršenja (standardna devijacija i varijanca). Koeficijent varijacije je umjeren (između 30 % - 50 %), što označava neravnomjeran rast tijekom promatranog razdoblja.

Grafički prikaz linearne promjene cijene drvene građe s aproksimacijom prikazan je na slici 5.8.



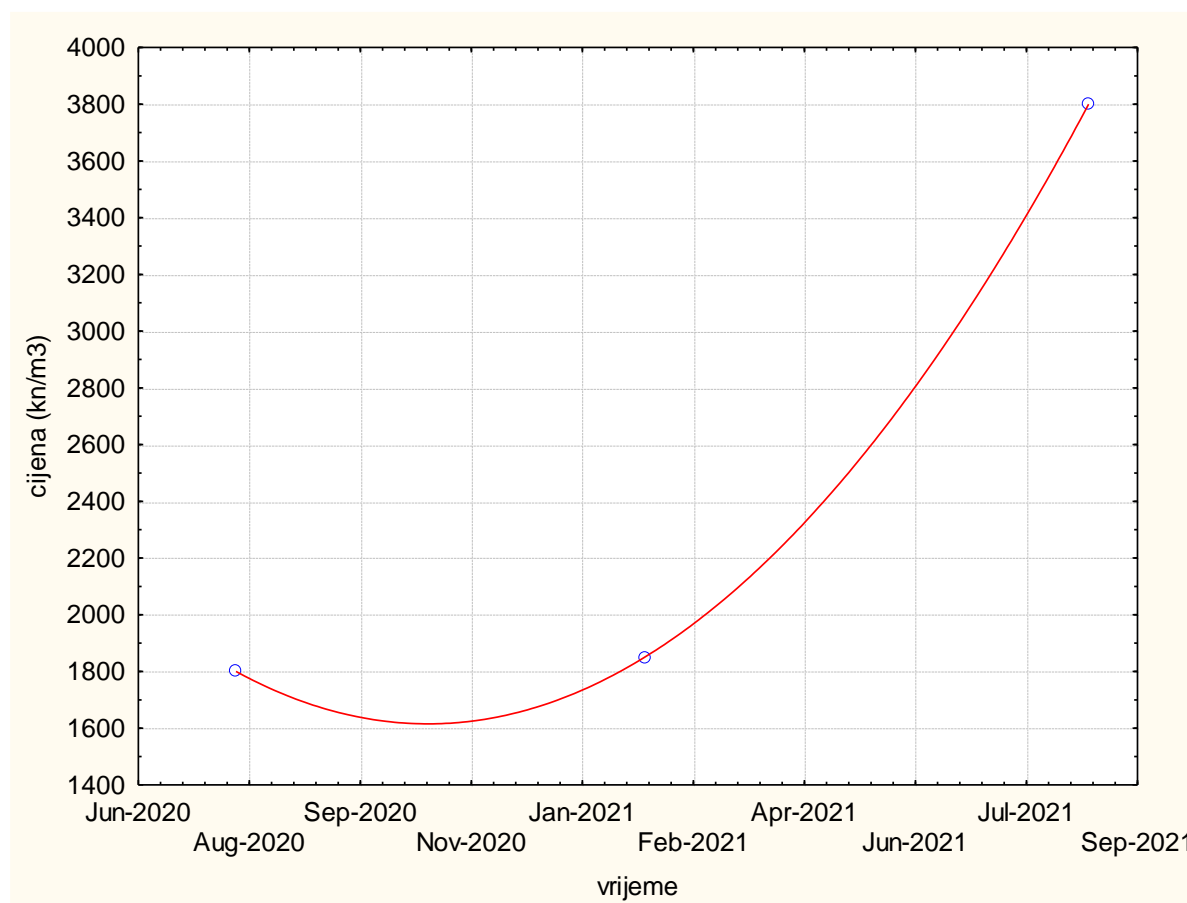
Slika 5.8. Grafički prikaz aproksimacije porasta cijene drvene građe

Određen je pravac linearne regresije (Slika 5.8), a on glasi:

$$y = -2,308 \cdot 10^5 + 5,274 \cdot x \quad (5.7)$$

Koeficijenti linearene funkcije (5.7) su: koeficijent smjera ili nagib (a) koji iznosi 5,274 i odsječak na osi y (b) koji iznosi -2,308. Koeficijent smjera ili nagib ima pozitivan predznak, odnosno  $a > 0$  što pokazuje da funkcija raste, odnosno da se povećanjem vrijednosti x povećava vrijednost y.

Međutim, iz slike 5.8. se uočava da rast cijene drva nije linearan već je cijena brže porasla u zadnjem šestomjesečnom razdoblju, pa je na slici 5.9., odnosno jednadžbom (5.8) prikazana stvarna (bez apkroksimacije) jednadžba rasta.



Slika 5.9. – Grafički prikaz stvarnog porasta cijene drvene građe

Kvadratna jednadžba koja opisuje rast cijene drva glasi:

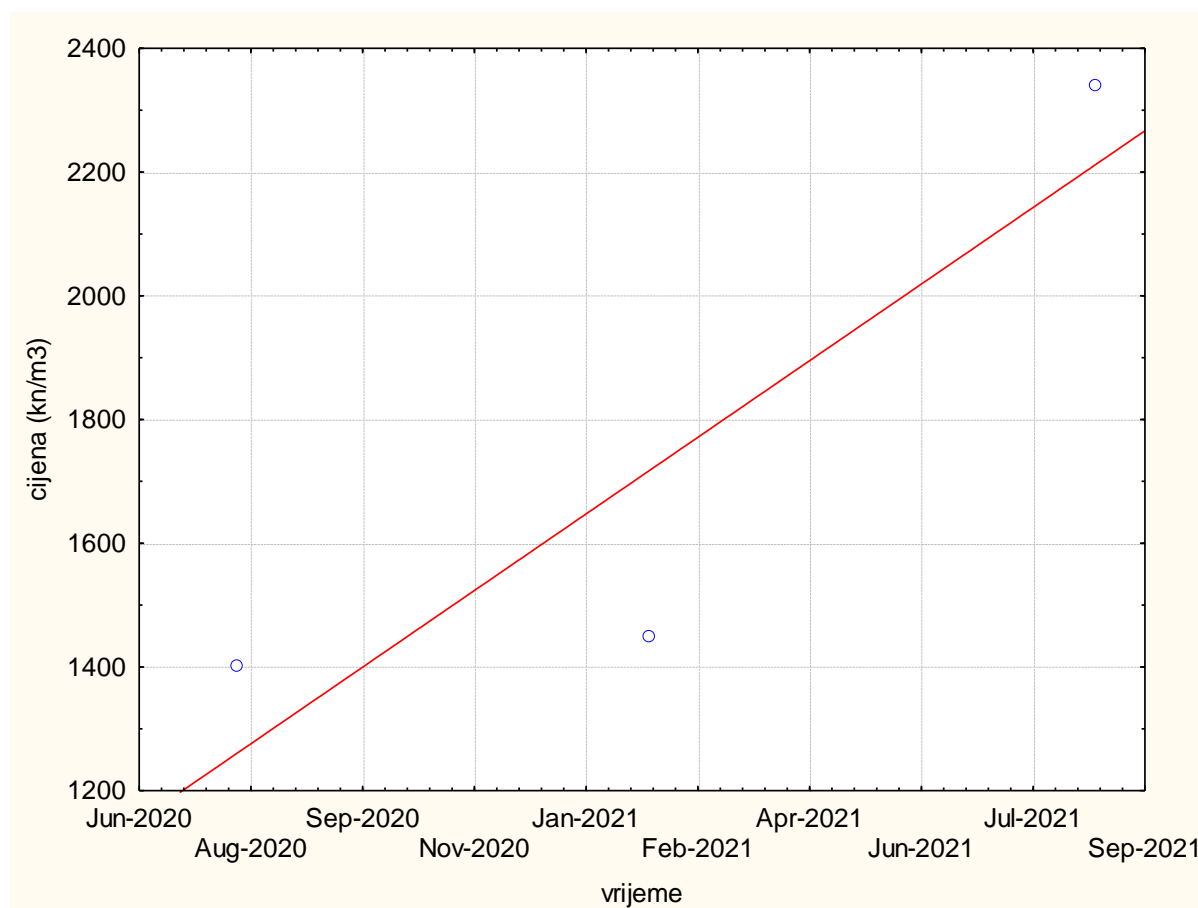
$$y = 0,0247 \cdot x^2 - 2178,5435 \cdot x + 4,8072 \cdot 10^7 \quad (5.8)$$

Predviđanje cijene rasta cijene drva točnije je korištenjem kvadratne funkcije nego linearne jer kvadratne funkcija (5.8) bolje opisuje stvarni dosadašnji rast cijene.

Prosječna cijena (aritmetička sredina) drvenih dasaka, prema tablici 5.7, u ovih godinu dana bila je 1.730,00 kn/m<sup>3</sup>, a središnja (medijan) 1.450,00 kn/m<sup>3</sup>. Iz toga se može zaključiti da je cijena imala veliki rast u zadnjih 6 mjeseci.

Ova tvrdnja potkrepljena je i s parametrima raspršenja (standardna devijacija i varijanca). Koeficijent varijacije je umjeren (između 30 % - 50 %). Parametri raspršenja također pokazuju nelinearan rast cijene drvenih dasaka u zadnjih godinu dana.

Grafički prikaz linearne promjene cijene drvenih dasaka s aproksimacijom prikazan je na slici 5.10.



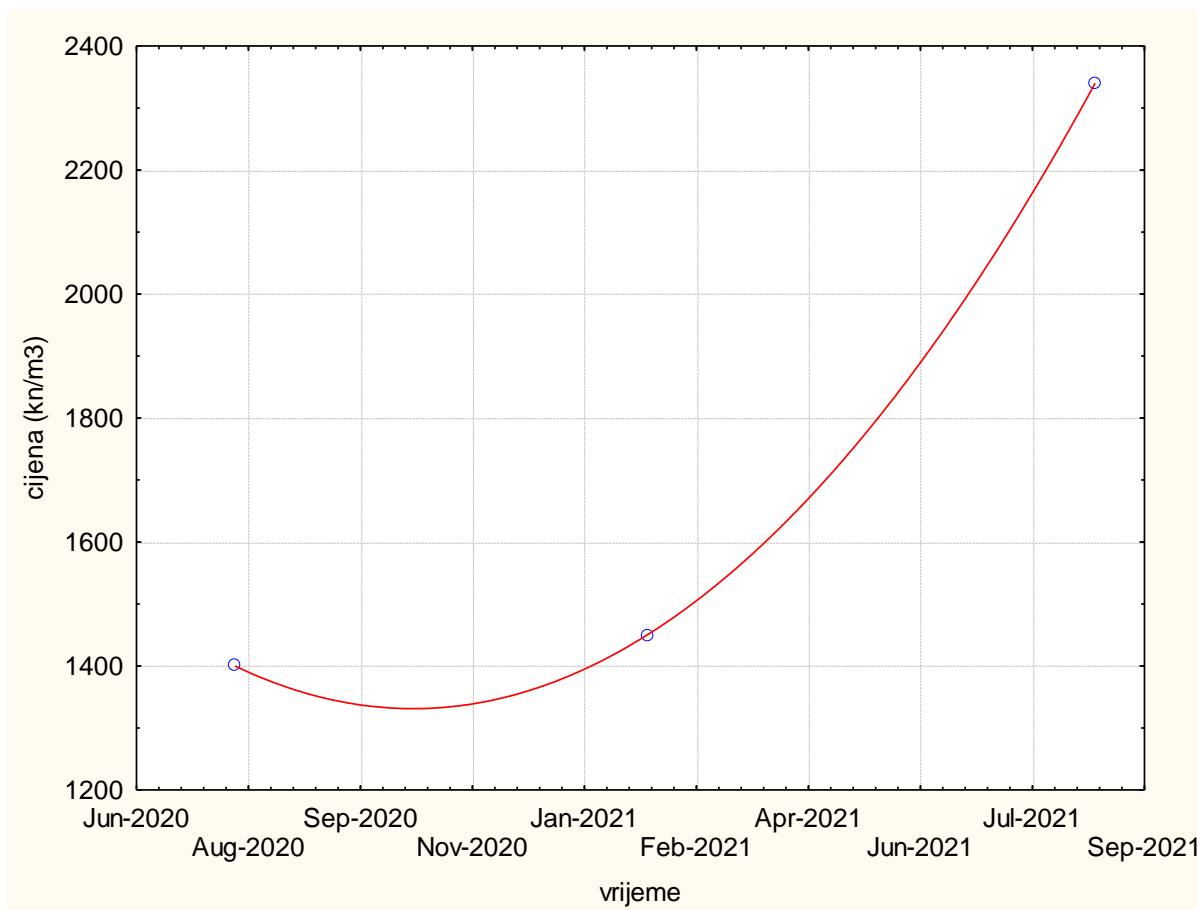
Slika 5.10. Grafički prikaz aproksimacije porasta cijene drvenih dasaka

Određen je pravac linearne regresije (Slika 5.10), a on glasi:

$$y = -1,0783 \cdot 10^5 + 2,4769 \cdot x \quad (5.9)$$

Koeficijenti linearene funkcije (5.9) su: koeficijent a, odnosno koeficijent smjera ili nagib koji iznosi 2,4769 i koeficijent b, odnosno odsječak na osi y koji iznosi -1,0783. Koeficijent smjera ili nagib, budući da njegova vrijednost ima pozitivan predznak govori da funkcija raste ( $a > 0$ ).

Međutim iz slike 5.10. vidljivo je da je cijena drvenih dasaka naglo porasla u zadnjem šestomjesečnom razdoblju, pa je na slici 5.11., odnosno jednadžbom (5.10) prikazana stvarna (bez apkroksimacije) jednadžba rasta.



Slika 5.11. – Grafički prikaz stvarnog porasta cijene drvenih dasaka

Kvadratna jednadžba koja opisuje rast cijene drvenih dasaka glasi:

$$y = 0,0109 \cdot x^2 - 960,206 \cdot x + 2,1185 \cdot 10^7 \quad (5.10)$$

Korištenjem kvadratne jednadžbe (5.10) za razvoj regresijskog modela dobit će se puno preciznija vrijednost za predviđanje daljnjeg rasta cijene drvenih dasaka.



## 5.7. CEMENT

Cement se na predmetnoj građevini osim za beton koristi i za izradu produžno cementnog morta za zidanje te za izradu žbuke i cementnih estriha.

### 5.7.1. Porast cijene cementa

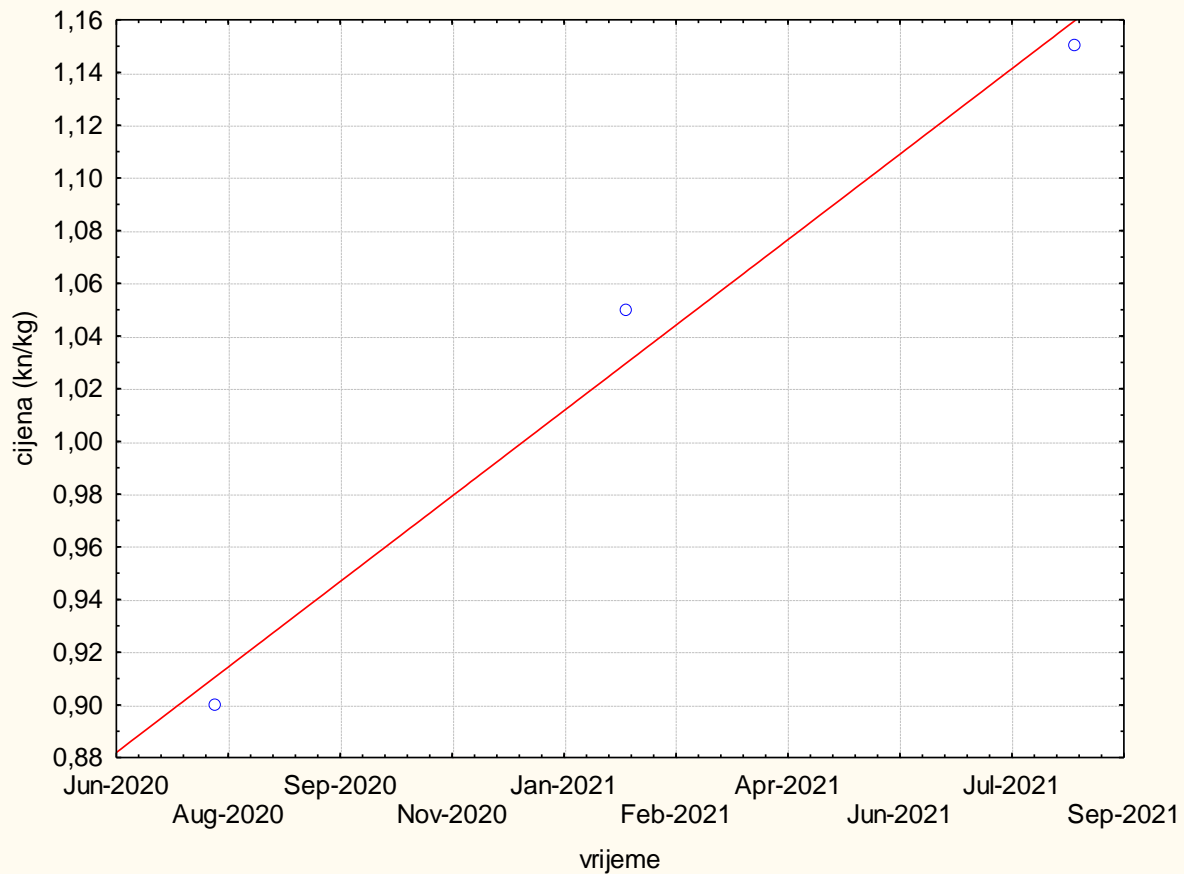
Opisna statistika porasta cijene tijekom jedne godine prikazana je u tablici 5.8. i na slici 5.12. Vrijednosti iz tablice 5.8. dobivene su statističkom obradom podataka iz tablice 5.1.

Tablica 5.8. Opisna statistika cijene cementa

Parametar	Vrijednost
aritmetička sredina	1,03
medijan	1,05
standardna devijacija	0,13
varijanca	0,02
koeficijent varijacije	12,18 %

Prosječna cijena (aritmetička sredina) cementa u ovih godinu dana bila je 1,03 kn/kg, a središnja (medijan) 1,05 kn/kg. Budući da su vrijednosti aritmetičke sredine i medijana skoro jednake, može se zaključiti da cijena skoro ravnomjerno rasla, iako je rast nešto malo veći u prvih 6 mjeseci. Parametri raspršenja (standardna devijacija, varijanca i koeficijent varijacije) također pokazuju malo rasprešenje vrijednosti.

Grafički prikaz promjene cijene prikazan je na slici 5.12.



Slika 5.12. Grafički prikaz porast cijene cementa

Određen je pravac linearne regresije (slika 5.12), a on glasi:

$$y = -27,6678 + 0,0006 \cdot x \quad (5.11)$$

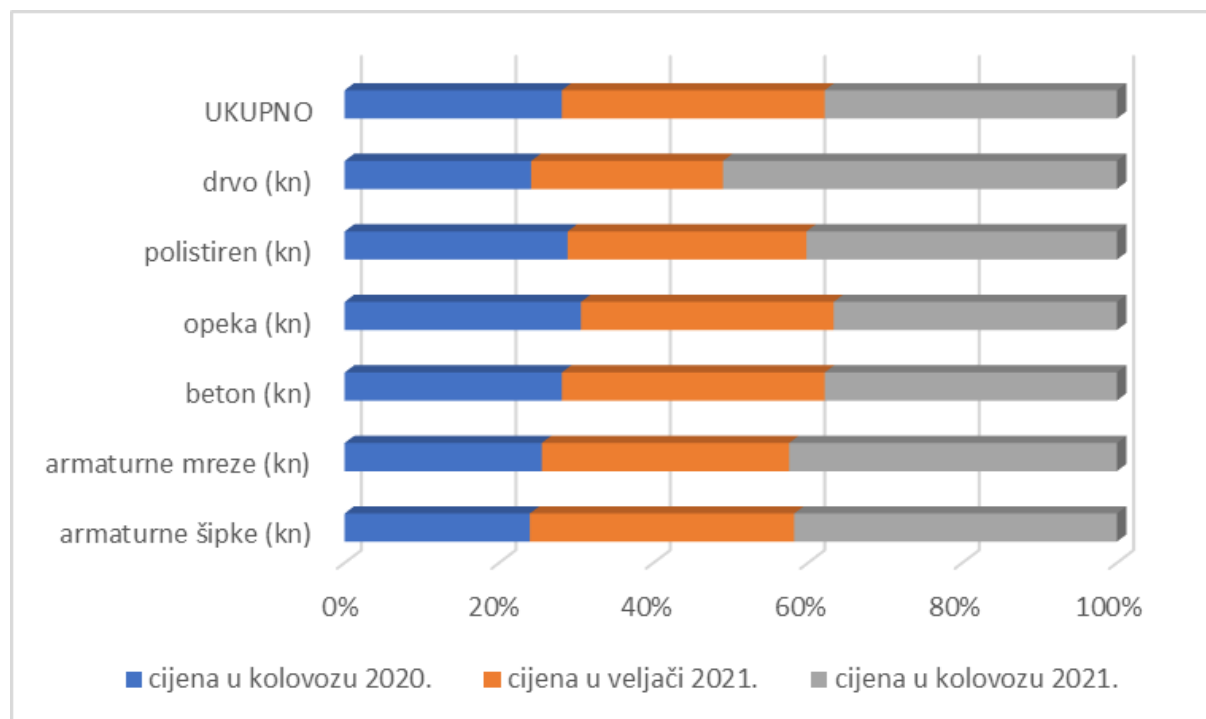
Koeficijenti linearene funkcije (5.11) su: koeficijent a, odnosno koeficijent smjera ili nagib koji iznosi 0,0006 i koeficijent b ili odsječak na osi y, koji iznosi -27,6678. Koeficijent smjera ili nagib je veći od 0 ( $a > 0$ ), pa funkcija raste, odnosno povećanje vrijednosti x dovodi do povećanja vrijednosti y.

## 5.8. PROMJENA CIJENE VIŠEOBITELJSKE GRAĐEVINE

Promjena cijene građevinskog materijala znatno utječe na cijenu izgradnje višeobiteljske građevine. Ukupna cijena obračunatog građevinskog materijala za potrebe izgradnje građevine u kolovozu 2020. godine je svega oko 67% stvarne sadašnje cijene nakon višestrukih poskupljenja. Kada se usporede cijene obračunatog građevinskog materijala za izgradnju predmetne građevine u promatranom razdoblju vidi se da je porast od kolovoza 2020. do kolovoza 2021. oko 50%. Poskupljenje je prikazano u tablici 5.9. i slici 5.13, a prema utrošku materijala prikazanom u tablici 3.1. u poglavlju 3.

Tablica 5.9. Cijena prema utrošku materijala za izgradnju

material	cijena u kolovozu 2020.	cijena u veljači 2021.	cijena u kolovozu 2021.
armaturne šipke (kn)	71.300,00	101.775,00	124.200,00
armaturne mreze (kn)	85.200,00	106.800,00	141.600,00
beton (kn)	120.000,00	145.200,00	161.400,00
opeka (kn)	40.600,00	43.400,00	48.650,00
polistiren (kn)	60.375,00	64.575,00	84.000,00
drvo (kn)	12.600,00	12.950,00	26.600,00
UKUPNO	390.075,00	474.700,00	586.450,00



Slika 5.13. Promjena cijene materijala prikazana složenim, postotnim trakastim dijagramom

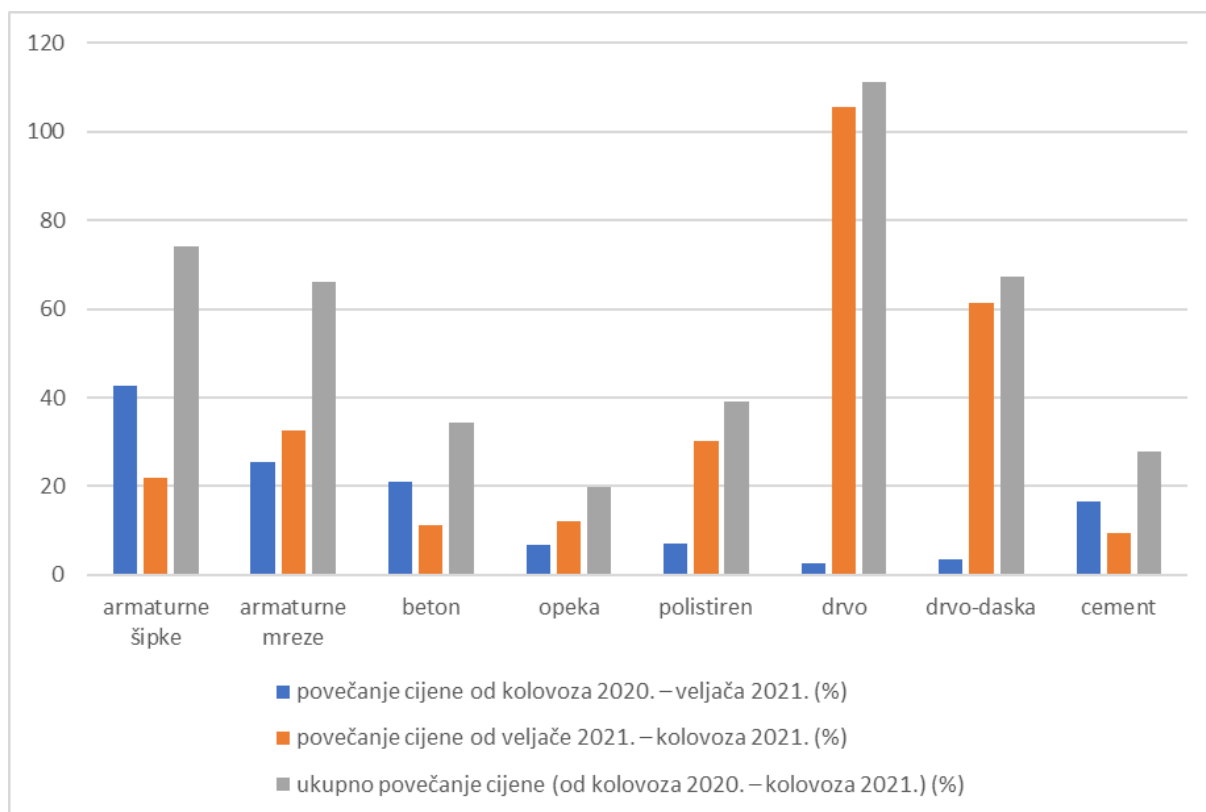
## 5.9. PROMJENA CIJENA U PROMATRANOM VREMENSKOM RAZDOBLJU

Cijene građevinskog materijala zadnjih godinu dana bilježe nagli rast. U svrhu analize stanja cijena građevinskog materijala na tržištu analizirane su cijene: armaturne šipke, armaturne mreže, betona, opeke, polistirena, drva, drvenih dasaka i cementa. Radi prikaza kako poskupljenje građevinskog materijala utječe na poskupljenje gradnje višeobiteljske građevine prikazano je poskupljenja gradnje zbog poskupljenja građevinskog materijala, izgradnje višeobiteljske građevine s poslovnim prostorom.

Dobiveni rezultati koji prikazuju porast cijena građevinskog materijala prikazani su u tablici 5.10. i na slici 5.14.

Tablica 5.10. Izračun poskupljenja građevinskog materijala

građevinski materijal	povećanje cijene od kolovoza 2020. – veljača 2021. (%)	povećanje cijene od veljače 2021. – kolovoza 2021. (%)	ukupno povećanje cijene (od kolovoza 2020. – kolovoza 2021.) (%)
armaturne šipke	42,74	22,03	74,19
armaturne mreže	25,35	32,58	66,20
beton	21,00	11,16	34,50
opeka	6,90	12,10	19,83
polistiren	6,96	30,08	39,13
drvo	2,78	105,41	111,11
drvo-daska	3,57	61,38	67,14
cement	16,67	9,52	27,78



Slika 5.14. – Poskupljenje prema vrsti građevinskog materijala kroz godinu dana

Analiza i obrada dostupnih cijena prikazuje da je od kolovoza 2020. do veljače 2021. najveće je bilo povećanje cijene armaturne šipke, koje je uvjetovalo dodatno povećanje cijene armaturne mreže, pa je u razdoblju od veljače 2021 do kolovoza 2021. armaturna mreža poskupjela više od armaturne šipke. Ukupno poskupljenje armaturne šipke i armaturne mreže je slično i iznosi 74,19 % za armaturnu šipku, odnosno 66,20 % za armaturnu mrežu.

Najmanje poskupljenje od kolovoza 2020. do veljače 2021. je bilo za drvo te drvene daske, od svega 27,78 % za drvo, te 3,57 % za drvene daske. Međutim, najveće poskupljenje u drugoj polovici ispitivanog razdoblja je bilo baš za drvo, od 105,41% odnosno drvenih daski od 61,38 %, tako da je ukupno povećanje cijene ijekom razdoblja ispitivanja jako veliko i iznosi 111,11 % za drvo i 67,14 % za drvene daske. Opisna statistika dobivenih poskupljenja prikazana je u tablici 5.11.

Tablica 5.11. Opisna statistika poskupljenja

Parametar	povećanje cijene od 8/20.-2/21. (%)	povećanje cijene od 2/21.-8/21. (%)	ukupno povećanje cijene (od 8/20.-8/21.) (%)
aritmetička sredina	15,75	35,53	54,99

medijan	11,82	26,06	52,67
standardna devijacija	13,74	32,93	30,33
varijanca	188,74	1084,50	919,91
koeficijent varijacije	87,25	92,68	55,16

Građevinski materijal je u prosjeku od kolovoza 2020. – veljače 2021. poskupio 15,75 %, međutim postoji ekstremna vrijednost na desno (ekstremna vrijednost u maksimum) pa je medijan (središnja vrijednost) iznosi samo 11,82 %.

Ekstremne vrijednosti kod povećanja cijena više se pojavljuju za razdoblje od veljače 2021 – kolovoza 2021., pa je prosječna vrijednost poskupljanja 35,53 % dok je središnja vrijednost samo 26,06%.

Koeficijent varijacije je vrlo jak (veći od 70 %) za razdoblje od kolovoza 2020. – veljače 2021. te od veljače 2021. – kolovoza 2021., dok je za ukupno povećanje cijena relativno jak (od 50 % - 70 %).

Ipak, poskupljenje jedne vrste promatranog građevinskog materijala utječe na poskupljenje druge vrste građevinskog materijala pa je prosječno ukupno povećanje cijena građevinskog materijala od kolovoza 2020. do kolovoza 2021. 54,99 %, a središnja vrijednost 52,67 %

## 6. ZAKLJUČAK

Od vode koju pijemo do pločnika kojim hodama, zgrade u kojima boravimo, sve je to graditeljstvo. Složeni transportni sustavi povezuju točke unutar zajednice. Cestovne, zračne, morske i željezničke mreže protežu se cijelim svijetom zahvaljujući graditeljstvu. Graditeljstvo omogućuje trgovinu, putovanja, razmjenu ideja i informacija, zdravstvo, obrazovanje, industriju i još mnogo toga.

U radu je prikazana važnost organizacije građenja u upravljanju projektima za nadziranje planiranja, projektiranja i izgradnje projekta od njegovog početka do kraja. Kvalitetnim upravljanjem izgradnjom postiže se kontrola rokova, troškova, ali i kvaliteta.

Svaki proizvodni proces je podvrgnut nekom organizacijskom redoslijedu određenim zakonom. Graditeljstvo je jedna od prvih grana ljudske djelatnosti u kojoj je vidljivo organizirano izvođenje radova (piramide, arene, hramovi, sustavi za navodnjavanje i drugo). I kroz povijest i u suvremenom društvu, graditeljstvo čini značajan segment gospodarstva.

Područje graditeljstva obuhvaća različite aktivnosti vezane za realizaciju novih objekata te rekonstrukciju, adaptaciju i održavanje postojećih. Za svaki od navedenih segmenata graditeljstva, nužno je organizirati potrebne aktivnosti. U tu svrhu izrađuje se projekt organizacije građenja koji uključuje tehničku dokumentaciju, te analizu ulaganja s ciljem smanjenja ukupnih troškova realizacije objekta.

U zadnjih godinu dana uočljiv je nezapamćen porast cijena građevinskih materijala, ne samo u Hrvatskoj već i u svijetu. Jedan od razloga rasta cijena građevnog materijala su javna ulaganja u obnovu gospodarstva u Europi, SAD-u i Kini. Zbog toga dolazi do velike potražnje za drvnom građom, čelikom, bakrom, cementom, betonom i ostalim materijalima. Proizvođači sirovina ne mogu namiriti potražnju, pa dolazi do nestašica.

Sve veći problem u opskrbi ugrožavaju oporavak građevinske industrije, a time i gospodarski oporavak mnogih zemalja. Globalna pandemija, smanjivanje planirane proizvodnje materijala, posljedični rast cijena sirovina zbog manjka proizvodnje, rast cijena nafte i prijevoza doveli su do nestašice materijala.

Rast cijena sirovina i proizvoda vezanih za graditeljstvo ima najrazorniji učinak na opskrbeni lanac. Dodatni problem je poskupljenje prijevoza te manjak prijevoznih kapaciteta, brodskih kontejnera za prijevoz materijala.

Prema prikupljenim podacima cijena građevinskih materijala (armaturne šipke, armaturne mreže, beton, opeka, polistiren, drvo, drvene daske i cement) od kolovoza 2020. do kolovoza 2021. najviše je u prvih 6 mjeseci poskupile armaturne šipke (za 42,74 %) i armaturna mreža (za 25,35 %). U idućih 6 mjeseci najviše je poskupilo drvo (za 105,41 %) i drvene daske (za 61,38 %). Ukupno povećanje cijena u zadnjih godinu dana najviše je uočljivo za drvo koje je ukupno poskupilo za 111,11 %, armaturne šipke koje su poskupile za 74,19 %, drvene daske koje su skuplje za 67,14 % te armaturna mreža za 66,20 %.

Također, važno je naglasiti da su i ostali građevinski materijali pa je polistiren poskupio za 39,13 %, beton za 34,50 %, cement za 27,78 %, a opeka za 19,83 %.

Bez graditeljstva je teško zamisliti kako bi svijet u kojem živimo izgledao, jer graditeljstvo igra važnu ulogu u ljudskoj civilizaciji kako u prošlosti, tako i u budućnosti.



## 7. LITERATURA

1. Tomorad, M. (2014): Ljudske nastambe starijeg kamenog doba, Stara povijest, Zagreb.
2. 3rd Forum "International Construction Project Management" 26th/27 June 2003 in Berlin, Deutscher Verband der Projektmanager in der Bau- und Immobilienwirtschaft, ISBN- 10: 3- 925734-95-3 ISBN-13: 978-3- 925734- 95-3, 2004
3. URL: Worldometer - <https://www.worldometers.info/hr/> Svjetski statistički podaci u stvarnom vremenu, (preuzeto: 15.7.2021.)
4. URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_05\\_64\\_1224.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_05_64_1224.html) Pravilnik o obaveznom opremanju projekata građevina. NN 64/2014, (preuzeto 15.07.2021.)
5. URL: <https://zakon.hr/z/690/Zakon-o-gradnji> / Zakon o gradnji, NN 153/2013, 20/2017, 39/2019, 125/2019, (preuzeto: 20.08.2021.)
6. Borović, D. (2019): Gradnja i zaštita na radu – zakonska regulative, Hrvatska komora inženjera građevinarstva, HKIG, Opatija,
7. Podgornik, B.(16.06.2021): Vrtoglavo porasle cijene građevinskih materijala: To će poskupiti obnovu i gradnju, Novi list.
8. Dokonal, T.(30.06.2021.): Građevinari traže zaštitu zbog rasta cijena sirovina, Mineral&gradnja.
9. URL: <https://hr.noms2006.org/what-is-a-reinforcing-bar-8041> /Što je armaturna šipka? - o svemu – 2021, NOMS 2006, (preuzeto: 20.08.2021.)
10. Pindyck, Robert S. and Rubinfeld, Daniel L. (1998, 4h ed.): Econometric Models and Economic Forecasts., ch. 1 (Intro, incl. appendices on  $\Sigma$  operators & derivation of parameter est.) & Appendix 4.3 (mult. regression in matrix form).
11. URL: [https://metalelement.eu/armaturne\\_mreze.html](https://metalelement.eu/armaturne_mreze.html) Metal Element Special Steel Quality Partner: Armaturne mreže, (preuzeto: 20.08.2021.)
12. Muravljov, M. (2010): Osnovi teorije i tehnologije betona, Građevinska knjiga, Zagreb
13. Rickert, E., (2001): The Skeptical Environmentalist: Measuring the Real State of the World: Bjorn Lomborg, Cambridge University Press, New York, 496 pp, 138.
14. URL: <https://www.buildupnepal.com/interlocking-bricks/> Interlocking bricks & Compressed stabilized earth bricks – CSEB, Buildup Nepal, (preuzeto: 19.08.2021.)
15. URL: <https://vlaanderen-circulair.be/en/cases//detail/facadeclick> Bricks that interlock, (preuzeto: 19.08.2021.)
16. URL: [https://wikis.ifporient.org/archeologie/index.php/Tell\\_Aswad](https://wikis.ifporient.org/archeologie/index.php/Tell_Aswad) IFP Orient – Tell Aswad, Wayback Machine, 2011., (preuzeto: 19.08.2021.)
17. Possehl, G. L., Meluhha (1996): The Indian Ocean in Antiquity (pp. 132-208). London: Kegan Paul International in Association with the British Museum., London

18. URL: <https://www.britannica.com/technology/brick-building-material> Mason, Thomas O., Brick and tile - building material, History of brickmaking, Encyclopædia Britannica, (preuzeto: 19.08.2021.)
19. Kenoyer, J. M. (2005): Uncovering the keys to the Lost Indus Cities, Scientific American, 15 (1): 24–33,
20. Khan, Aurangzeb; Lemmen, Carsten (2013): Bricks and urbanism in the Indus Valley rise and decline,
21. Yoshinori Y. (2012): Water Civilization: From Yangtze to Khmer Civilizations. Springer Science & Business Media. pp. 30–35, 2012
22. Needham, J.; Ho, P. Y.; Lu, G.; Wang, L., (1986): Part 3: Civil engineering and nautics, Science and Civilisation in China. 4. Taipei: Caves Books,
23. Ash, A. (2014): Materials science in construction : an introduction. Sturges, John. Abingdon, Oxon,
24. Ackroyd, P. (2001): London the Biography. Random House. p. 435, London
25. URL: <http://www.dehoopsteenwerwe.co.za/information03.html> The History of Bricks, De Hoop: Steenwerve Brickfields, (preuzeto: 19.08.2021.)
26. Punmia, B.C.; Jain, Ashok Kumar (2003): Basic Civil Engineering, p. 33, Firewall Media
27. Koerner, G.R., Hsuan, Y.G., Koerner, R.M. (2007)The durability of geosynthetics, Geosynthetics in Civil Engineering, Woodhead Publishing Series in Textiles, Pages 36-65
28. Spon's External Works and Landscape Price Book 2013, Typical Thermal Conductivity of Building Materials, 2016
29. Rodgers, L., (17.12.2018.): "The massive CO2 emitter you may not know about". BBC News.
30. Making Concrete Change, (2018): Innovation in Low-carbon Cement and Concrete, Chatham House.
31. Hargreaves, D. (2013): The Global Cement Report 10th Edition, International Cement Review,
32. The Guardian, (31.8. 2019): Concrete: the most destructive material on Earth,
33. URL: [https://ourworldindata.org/grapher/co2-emissions-by-fuel-line?time=2018..latest&country=~OWID\\_WRL](https://ourworldindata.org/grapher/co2-emissions-by-fuel-line?time=2018..latest&country=~OWID_WRL) CO2 emissions by fuel, World, (2018):", (preuzeto: 21.08.2021.)
34. URL: <https://www.carbonbrief.org/qa-why-cement-emissions-matter-for-climate-change> Timperley, J.,(2019): If the cement industry were a country, it would be the third largest emitter in the world, Carbon Brief – Clear on Cimate, (preuzeto: 21.08.2021.)
35. de Beer, J. et al. (2017): Status and prospects of co-processing of waste in EU cement plants. ECOFYS study,
36. URL: <https://drexel.edu/now/archive/2012/February/Engineers-Develop-Cement-With-97-Percent-Smaller-Carbon-Dioxide-and-Energy-Footprint/> Engineers

- develop cement with 97 percent smaller carbon dioxide and energy footprint – DrexelNow". DrexelNow. Archive], (2015): (preuzeto: 21.08.2021.)
37. URL:[https://www.groundwork.org.za/Cement/Alternative\\_Fuels\\_in\\_Cement\\_Manufacture\\_CEMBUREAU\\_Brochure\\_EN.pdf](https://www.groundwork.org.za/Cement/Alternative_Fuels_in_Cement_Manufacture_CEMBUREAU_Brochure_EN.pdf) Alternative fuels in cement manufacture – CEMBUREAU brochure, (1997): (preuzeto: 22.08.2021.)
38. URL: <http://edition.cnn.com/2014/05/21/tech/innovation/would-you-live-in-a-house-made-of-urine-and-bacteria/index.html> Monks, K. (22 May 2014): "Would you live in a house made of sand and bacteria? It's a surprisingly good idea". CNN, (preuzeto: 22.08.2021.)
39. Kramarić, V. (2020): Glavni projekt - Izgradnja zamjenske višeobiteljske građevine (Pr. + 2), Varaždin
40. Hižak, J., Gotal Dmitrović, L., Modrić, D. (2018): Priručnik za obradu podataka s riješenim problemima iz statistike i teorije vjerojatnosti, Sveučilište Sjever, Varaždin
41. Markovinović, D. (2018/2019): Organizacija gradilišta i građenja – Projekti i organizacija građenja - nastavni materijal, predavanja iz akademske godine 2018./2019.
42. Markovinović, D. (2018/2019): Organizacija gradilišta i građenja – Kalkulacija cijena- nastavni materijal, predavanja iz akademske godine 2018./2019.

## POPIS SLIKA:

Slika 5.1. – Cijene građevinskih materijala.....	17
Slika 5.2. – Grafički prikaz porast cijene armaturne šipke.....	19
Slika 5.3. – Grafički prikaz porast cijene armaturne mreže.....	20
Slika 5.4. – Grafički prikaz porast cijene betona.....	25
Slika 5.5. – Grafički prikaz porast cijene opeke.....	29
Slika 5.6. – Grafički prikaz porast cijene polistirena s aproksimacijom.....	31
Slika 5.7. – Grafički prikaz stvarnog porasta cijene polistirena.....	32
Slika 5.8. – Grafički prikaz aproksimacije porasta cijene drva.....	35
Slika 5.8. – Grafički prikaz stvarnog porasta cijene drva.....	36
Slika 5.10. – Grafički prikaz aproksimacije porasta cijene drvenih dasaka.....	37
Slika 5.11. – Grafički prikaz stvarnog porasta cijene drvenih dasaka.....	38
Slika 5.12. – Grafički prikaz porast cijene cementa.....	41
Slika 5.13. – Promjena cijene materijala prikazana složenim, postotnim trakastim dijagramom.....	42
Slika 5.14. – Poskupljenje prema vrsti građevinskog materijala kroz godinu dana.....	43

## **POPIS TABLICA:**

Tablica 3.1. – Vanjski zidovi 1 - Vanjski zidovi.....	11
Tablica 3.2. – Zidovi prema negrijanim prostorijama - Zid prema negrijanom stubištu.....	11
Tablica 3.3. – Podovi na tlu 1 - Pod na tlu.....	12
Tablica 3.4. – Ravni krovovi iznad grijanog prostora - Ravni krov.....	12
Tablica 3.5. - Utrošak materijala za izgradnju.....	13
Tablica 5.1. – Cijene građevinskih materijala.....	15
Tablica 5.2. – Opisna statistika cijena armatrne šipke.....	18
Tablica 5.3. – Opisna statistika cijena armatrne mreže.....	20
Tablica 5.4. – Opisna statistika cijene betona.....	25
Tablica 5.5. – Opisna statistika cijene opeke.....	29
Tablica 5.6. – Opisna statistika cijene polistirena.....	31
Tablica 5.7. – Opisna statistika cijene drva i drvenih dasaka.....	34
Tablica 5.8. – Opisna statistika cijene cementa.....	40
Tablica 5.9. - Utrošak materijala za izgradnju.....	42
Tablica 5.10. – Izračun poskupljenja građevinskog materijala.....	43
Tablica 5.11. – Opisna statistika poskupljenja.....	44



IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Tomislav Sokač pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor diplomskog rada pod naslovom *Analiza promjene cijena dijela građevinskog materijala pri izgradnji višebitelske građevine* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student:

*Tomislav Sokač*

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Tomislav Sokač neopozivo izjavljujem da sam suglasan s javnom objavom diplomskog rada pod naslovom *Analiza promjene cijena dijela građevinskog materijala pri izgradnji višebitelske građevine* čiji sam autor/ica.

Student:

*Tomislav Sokač*

(vlastoručni potpis)