

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski strokovni študij
gradbeništva, Smer operativno
gradbeništvo

Kandidat:

Marko Sever

TEHNOEKONOMSKA ANALIZA GRADNJE VELIKE STANOVANJSKE SOSESKE

Diplomska naloga št.: 403

Mentor:
izr. prof. dr. Jana Šelih

Ljubljana, 2010

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani MARKO SEVER izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»TEHNOEKONOMSKA ANALIZA GRADNJE VELIKE STANOVANJSKE SOSESKE«.

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe separatoteke
FGG.

Ljubljana, 20. 11. 2010

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Jani Šelih za nasvete in vodenje pri pripravi diplomske naloge.

Posebna zahvala družini, ki mi je omogočila študij in mi ves čas stala ob strani.

BIBLIOGRASKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:

Avtor: Marko Sever

Mentor: doc. dr. Jana Šelih, univ. dipl. inž. grad.

Naslov: Analiza gradnje velike stanovanjske soseske

Obseg in oprema: 80 str., 20 pregl., 19 sl.

Ključne besede: gradnja, projekt, kakovost, separacija, betonarna, agregat, beton

Izvleček:

Diplomska naloga obravnava gradnjo stanovanjske soseske Celovski dvori v Ljubljani. Poudarek naloge je na zagotavljanju kakovosti, organizaciji gradnje in analizi rentabilnosti postavitve pomožnih proizvodnih obratov (separacija in betonarna). Predstavljen je celoten projekt, ureditev in organizacija gradbišča ter pomožni proizvodni obrati. Analiza rentabilnosti temelji na primerjavi cene dobave betona iz stacionarne betonarne gradbenega podjetja GP Bežigrad in dobavi betona iz gradbiščne mobilne betonarne Celovski dvori. Agregat za proizvodnjo betonov v mobilni betonarni je bil dobavljen iz začasnega obrata za drobljene, pranje in sejanje, postavljenega na lokaciji gradbišča. Pri zagotavljanju kakovosti je poudarek na kontroli kakovosti betona v betonarni (v skladu s standardoma SIST EN 206-1:2006 in SIST 1026:2004), kontroli kakovosti betona med vgradnjo in po njej ter na preverjanju proizvodne sposobnosti betonarn. Prav tako diplomska naloga obravnava kontrolo kakovosti agregatov, ki so namenjeni za betone.

Analiza rentabilnosti postavitve separacije in betonarne je pokazala, da je bila glede na strukturo zemljine, čas trajanja gradnje in predvsem količine vgrajenega betona, postavitev stroškovno in časovno upravičena.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:

Author: Marko Sever
Supervisor: Assistant Prof. Jana Šelih, Ph. D.
Title: Large residential neighborhood construction-technoeconomical analysis
Notes: 80 p., 20 tab., 19 fig.
Key words: construction, project, quality, separation, concrete plant, aggregate, concrete

Abstract:

The thesis is dealing with construction of neighborhood Celovski dvori Ljubljana. The emphasis is placed to quality assurance, construction organization and analysis of profitability of setting up co-production plants (aggregate separation and concrete plant). Complete project, layout and organization of the building site and co-production plants are presented. Analysis of profitability is based on comparison of prices for concrete supply from the stationary concrete plant construction company GP Bežigrad and delivery from mobile concrete plant Celovski dvori. Aggregate for concrete production in the mobile concrete plant has been delivered from the temporary on-site installation for aggregate crushing, washing and screening. In terms of quality assurance, the emphasis is on quality control of concrete in concrete plant (in accordance with the standards SIST EN 206-1:2006 and SIST 1026:2004), quality control of concrete during placement and after, and the verification of the production capacity of concrete plants. The thesis also presents the quality control of aggregate to be used in concrete production.

Analysis of the profitability of installing aggregate separation and concrete plant shows that considering the structure of the soil, duration of construction and quantities of concrete placed into the building, plant installation is cost and time profitable.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opis problema.....	1
1.2	Namen diplomske naloge	1
1.3	Pregled vsebine.....	2
2	PROCES GRADITVE	3
2.1	Značilnosti projekta.....	3
2.2	Faze projekta	4
2.3	Cilji gradbenega projekta	5
3	ORGANIZACIJA GRADNJE	6
3.1	Pojem in pomen organizacije	6
3.2	Gradbišča.....	6
3.3	Proizvodni obrati	7
4	ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI V GRADBENEM PROJEKTU	8
4.1	Kakovost.....	9
4.2	Zagotavljanje kakovosti v gradbeništvu	9
4.3	Tehnični vidiki kakovosti.....	10
4.4	Kontrola kakovosti betona (SIST EN 206-1 in SIST 1026) v betonarni.....	10
4.5	Kontrola betona med vgradnjo	13
4.5.1	Metoda poseda.....	14
4.5.2	Metoda razleza.....	14
4.6	Preverjanje proizvodne sposobnosti betonarn	15
4.6.1	Osnovni preskus	15
4.6.2	Kontrolni preskus	16
4.6.3	Zahteve opreme betonarne.....	16
4.6.3.1	Skladiščenje materialov	16
4.6.3.2	Doziranje materialov	17
4.6.3.3	Proizvodni cikel.....	17
4.6.3.4	Upravljanje in varnost	17
4.6.3.5	Visoke in nizke temperature	18
4.6.4	Preskus proizvodne sposobnosti	18
4.7	Kontrola kakovosti agregatov za betone.....	18
4.7.1	Geometrične zahteve	19
4.7.2	Fizikalne zahteve.....	22

5 PREDSTAVITEV PROJEKTA CELOVŠKI DVORI	23
5.1 Stanovanjsko-poslovni del	25
5.1.1 Projektantska zasnova stanovanjsko-poslovnega dela	29
5.2 Skupne količine vgrajenega betona in jekla	30
6 GRADBIŠČE	31
6.1 Ureditve gradbišča	31
6.2 Razdelitev gradbišča	32
6.3 Organigram organizacije	33
7 TEHNOLOGIJA GRADNJE	34
8 POMOŽNI PROIZVODNI OBRATI NA GRADBIŠČU CELOVŠKI DVORI (Separacija in betonarna)	36
8.1 Pridobivanje agregata	36
8.2 Obrat za drobljenje, sejanje in pranje agregata	36
8.2.1 Specifikacija strojev in opreme	37
8.2.1.1 Udarni drobilec Terex Finlay I-1310	37
8.2.1.2 Sejalnica Finlay rinser 694 supertrak	39
8.2.1.3 Klasifikator Finlay Hydrasander 150 E s Finlay 532 deponijskim trakom	41
8.2.2 Zagotavljanje kakovosti v obratu za drobljenje, pranje in sejanje agregata	43
8.2.2.1 Imenovanje odgovornega za sistem kontrole kakovosti	43
8.2.2.2 Vodstveni pregled	43
8.2.2.3 Vodenje proizvodnje	44
8.2.2.4 Kontrola in preizkušanje	44
8.2.2.5 Zapisi	45
8.2.2.6 Skladiščenje in rokovanje z materialom	46
8.2.2.7 Transport in odprema	46
8.3 Betonarna Celovški dvori	47
8.3.1 Tehnični opis betonarne	47
8.3.2 Tehnični podatki	49
8.3.3 Sistem upravljanja betonarne	50
8.3.4 Logistika naročanja in dobave betona	50
9 ANALIZA STROŠKOV DOBAVE BETONA ZA GRADBIŠČE CELOVŠKI DVORI IZ STACIONARNE BETONARNE GP BEŽIGRAD IN MOBILNE BETONARNE CELOVŠKI DVORI	52
9.1 Struktura cene tipičnega betona	52
9.2 Določitev stroškov dobave betona iz stacionarne betonarne	53

9.2.1	Strošek prevoza betona na gradbišče iz zunanje betonarne.....	54
9.2.1.1	Določitev praktične kapacitete betonarne.....	54
9.2.1.2	Določitev praktične kapacitete avtomešalca.....	55
9.3	Določitev stroškov za dobavo betona iz mobilne betonarne	57
9.3.1	Določitev stroška dnevne najemnine	57
9.3.2	Strošek postavitve in demontaže mobilne betonarne	58
9.3.3	Prikaz stroškov obratovanja mobilne betonarne	60
9.3.4	Strošek sestavin betona	61
9.3.4.1	Strošek cementa.....	61
9.3.4.2	Strošek dodatkov	62
9.3.4.3	Strošek vode	63
9.3.5	Strošek vzdrževanja betonarne	64
9.3.6	Strošek začetnega preskusa betona in zagotavljanja kakovosti v betonarni	64
9.3.7	Strošek prevoza betona od betonarne do mesta vgraditve	64
10 Analiza cene dobave betona iz zunanje in mobilne betonarne Celovski dvori		65
10.1	Stacionarna betonarna	65
10.1.1	Določitev praktične kapacitete betonarne.....	65
10.1.2	Določitev praktične kapacitete avtomešalca.....	65
10.2	Mobilna betonarna.....	68
10.2.1	Skupni stroški obratovanja betonarne.....	68
10.2.2	Stroški sestavin betona	69
10.2.2.1	Strošek cementa za m ³ betona	70
10.2.2.2	Strošek agregata za m ³ betona	70
10.2.2.3	Strošek dodatkov na m ³ betona.....	71
10.2.2.4	Strošek vode na m ³ betona.....	71
10.2.2.5	Strošek električne energije na m ³ betona.....	71
10.2.2.6	Strošek vzdrževanja betonarne	72
10.2.2.7	Stroški začetnega preskusa in zagotavljanja kakovosti v betonarni.....	72
10.2.2.8	Strošek prevoza betona na razdalji do 500 m	72
10.2.3	Skupna cena betona fco. betonarna na m ³	73
10.2.4	Skupna cena fco. gradbišče na razdalji do 500 m.....	73
10.3	Primerjava stacionarne in mobilne betonarne.....	75
11 ZAKLJUČEK		77
VIRI		79

KAZALO SLIK

Slika 1: Povezava med rokom, kakovostjo in stroški izvedbe projekta	5
Slika 2: Metoda poseda	14
Slika 3: Letalski posnetek predhodnega stanja.....	23
Slika 4: Podzemni del povezovalne ceste.....	28
Slika 5: Nadzemni del povezovalne ceste	28
Slika 6: Količina vgrajenega betona po mesecih.....	30
Slika 7: Način opaženja z DOKA FRAMAX XLIFE opažnim sistemom	34
Slika 8: Način opaženja plošč z DOKA FLOOR SYSTEM elementi	35
Slika 9: Opažne mize iz A-elementov	35
Slika 10: Udarni drobilec Terex Finlay I-1310	38
Slika 11: Udarni drobilec Terex Finlay I-1310	38
Slika 12: Sejalnica Terex Finlay rinser 694 supertrak	40
Slika 13: Sejalnica Terex Finlay rinser 694 supertrak	40
Slika 14: Klasifikator Finlay Hydrasander 150 E	41
Slika 15: Klasifikator Finlay Hydrasander 150 E	42
Slika 16: Finlay 532 deponijski trak.....	42
Slika 17: Shema betonarne	48
Slika 18: Betonarna TOSIN BH 2000	49
Slika 19: Struktura cene betona.....	52

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Velikosti sit za določanje velikosti agregata (SIST EN 933-1)	19
Preglednica 2: Splošne zahteve za zrnavost.....	20
Preglednica 3: Kategorije za največje vsebnosti finih delcev	21
Preglednica 4: Velikosti posameznih parcel namenjenih gradnji	24
Preglednica 5: Pregled uporabnih površin po lamelah.....	26
Preglednica 6: Frekvenca preskušanj in pregled preiskav po posameznih standardih	45
Preglednica 7: Planirane potrebne količine in recepture betonov	51
Preglednica 8: Veljavni cenik betonskih mešanic GP Bežigrad za leto 2009	53
Preglednica 9: Stroški pripravljanih del.....	58
Preglednica 10: Strošek montaže betonarne Celovski dvori.....	59
Preglednica 11: Strošek demontaže mobilne betonarne Celovski dvori.....	60
Preglednica 12: Dnevni strošek obratovanja betonarne Celovski dvori	61
Preglednica 13: Cena cementa fco. betonarna Celovski dvori.....	62
Preglednica 14: Skupni stroški agregata	62
Preglednica 15: Cene dodatkov k betonu.....	63
Preglednica 16: Cene betonov iz zunanje betonarne fco gradbišče Celovski dvori	67
Preglednica 17: Strošek dobave betona iz betonarne GP Bežigrad	68
Preglednica 18: Povzetek recepture betona C25/30 (0/16mm).....	70
Preglednica 19: Cene betonov iz mobilne betonarne Celovski dvori	74
Preglednica 20: Strošek dobave betona iz betonarne Celovski dvori	75

1 UVOD

1.1 Opis problema

V času gospodarske krize so podjetja še bolj kot v času konjunktore v gradbeništvu prisiljena v racionalizacijo stroškov proizvodnje. Prav tako kot optimizacija organizacije in s tem zmanjšanje stroškov dela, je pomembno tudi zmanjševanje stroškov najema delovnih strojev in opreme, stroškov goriva in nenazadnje tudi optimizacija proizvodnih procesov.

Izkušnje iz obstoječih objektov kažejo, da predstavlja vrednost betonskih del na objektih, ki so narejeni iz armiranega betona, približno 25 do 30 % vrednosti vseh gradbeno-obrtniških del, in kar 65 do 70 % vseh gradbenih del.

V Sloveniji prevladujejo tako v gradnji stavb kot tudi gradnji inženirskih objektov prav konstrukcije iz armiranega betona. Ocenjujem, da je cca. 50 % objektov izdelanih iz armiranega betona. Zaradi tega dejstva je za gradbeno podjetje zelo pomembno kar najbolj znižati ceno kubičnega metra vgrajenega betona. Ob tem se je potrebno tudi zavedati, da predstavlja znaten del cene betona prevoz le-tega od betonarne do mesta vgradnje. Oddaljenost proizvodnega obrata (betonarne) od gradbišča lahko zato bistveno vpliva na strošek vgrajenega betona, prav tako pa vpliva na končno ceno betona tudi strošek dobave oziroma pridobitve agregata.

1.2 Namen diplomske naloge

Med gradnjo velike poslovno stanovanjske soseske, Celovski dvori, je bila za današnje razmere v gradbeništvu vgrajena zelo velika količina betona. Pri načrtovanju organizacije gradbišča je bilo odločeno, da se na gradbišču postavi mobilna betonarna in obrat za drobljenje, pranje in sejanje agregata. Na osnovi analize cene betona pripeljane iz zunanje betonarne do mesta vgradnje in betona, izdelanega v gradbiščni betonarni, bi rad potrdil ali zavrnil smotrnost sprejete odločitve.

1.3 Pregled vsebine

Drugo poglavje zajema nekaj teorije o posameznih pojmi, ki se najpogosteje pojavljajo v gradbeništvu in so pomembni pri gradnji objektov.

Tretje poglavje opredeljuje organizacijo gradbišč in organizacijo posameznih proizvodnih obratov. V nadaljevanju so v četrtem poglavju opisani vidiki zagotavljanja kakovosti v gradbeništvu. Poglavja zajemajo kontrolo kakovosti betona in kontrolo kakovosti agregatov za betone, skupaj s spremljajočimi standardi. Projekt Celovski dvori, gradbišče in proizvodni obrati so predstavljeni v petem, šestem, sedmem in osmem poglavju. Analizo, ki je predstavljena v devetem in desetem poglavju, vršim na primeru gradnje soseske Celovski dvori. Deseto poglavje vsebuje zaključek in ugotovitve.

2 PROCES GRADITVE

Po zakonu o graditvi objektov (ZGO-1, 2002) graditev zajema naslednje faze:

- projektiranje;
- gradnja in
- vzdrževanje.

Projektiranje je izdelovanje projektne dokumentacije in z njo povezano tehnično svetovanje, ki se glede na vrsto načrtov, ki sestavljajo takšno dokumentacijo, deli na arhitekturno in krajinsko-arhitekturno projektiranje, gradbeno projektiranje in drugo projektiranje.

Gradnja je izvedba gradbenih in drugih del, in obsega gradnjo novega objekta, rekonstrukcijo objekta in rušitev objekta.

Vzdrževanje je izvedba del, s katerimi se ohranja objekt v dobrem stanju in omogoča njegova uporaba, obsega pa redna vzdrževalna dela, investicijska vzdrževalna dela in vzdrževalna dela v javno korist.

2.1 Značilnosti projekta

Definicija projekta, kot jo opredeljuje priročnik PMBOK® Guide ameriškega združenja PMI (Project Management Institute) v četrti prenovljeni izdaji, se glasi:

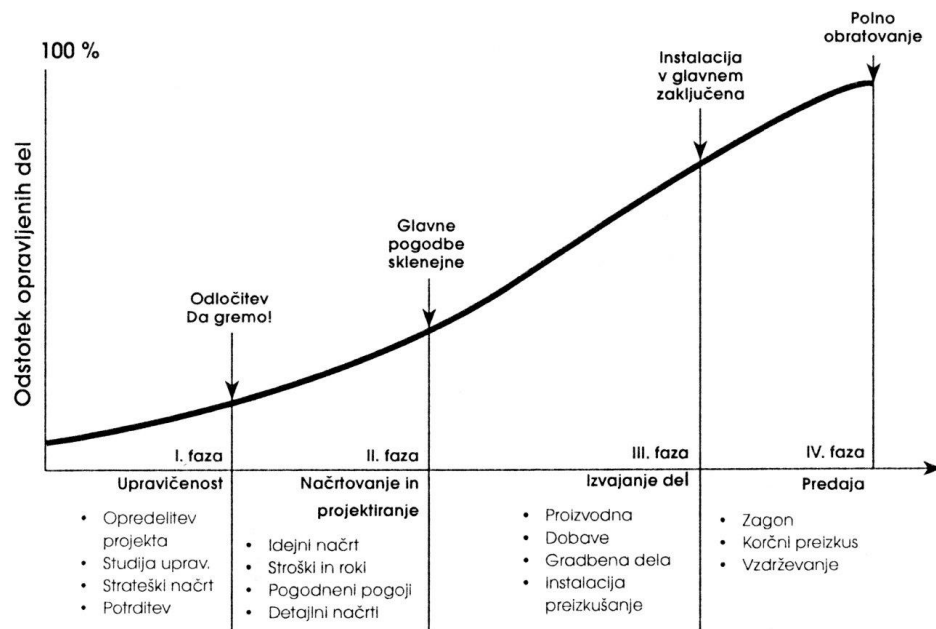
»Projekt je začasen podvig, s katerim ustvarimo določen enkratni produkt, storitev ali rezultat. Začasna narava projekta pomeni, da ima projekt definiran začetek in konec. Konec je dosežen, ko so doseženi cilji projekta ali ko je projekt zaključen, ker cilji ne bodo ali ne morejo biti doseženi, ali ko po projektu ni več potrebe. Začasnost ne pomeni nujno kratkega obdobja trajanja. Začasnost se ne nanaša na produkt, storitev ali rezultat, ki ga s projektom dobimo, saj se projekta lotimo, da bi dosegli nek bolj ali manj trajni dosežek. Npr. projekt namenjen izgradnji nacionalnega spomenika predvideva, da bo spomenik stal več stoletij. Projekt ima lahko ekonomske in socialne učinke, ki bodo daleč preseglji dobo njegovega trajanja« (Reflak, et al. 2007–).

Rezultat gradbenega projekta navadno predstavlja gradbeni objekt.

2.2 Faze projekta

Tipičen življenjski cikel gradbenega projekta je razdeljen na štiri faze.

- Prva faza, poimenovana upravičenost, zajema definicijo projekta, študije upravičenosti, načrtovanje strategije in potrditev, konča pa se z odločitvijo o zagonu projekta.
- Druga faza, poimenovana načrtovanje in projektiranje, je sestavljena iz projektne dokumentacije načrtovanja stroškov in terminskih planov, pogodbenih obvez in natančnega načrtovanja. Konča se s podpisom ključnih pogodb, ki so potrebne za izvedbo projekta.
- Tretja faza je izvajanje projekta. Vključuje dobave, proizvodnjo, gradbena dela, instalacijska dela, zaključna dela in preizkušanje. Faza se konča, ko so vsa projektirana dela zaključena in nameščena vsa oprema.
- Četrta faza je zagon in predaja objekta, ki vključuje izvedbo vseh končnih preizkusov, zaključi pa se s polnim obratovanjem zgradbe.



Reprezentativni vzorec življenjskega cikla projekta v gradbeništvu po Morrisu (Reflak, et al. 2007–).

2.3 Cilji gradbenega projekta

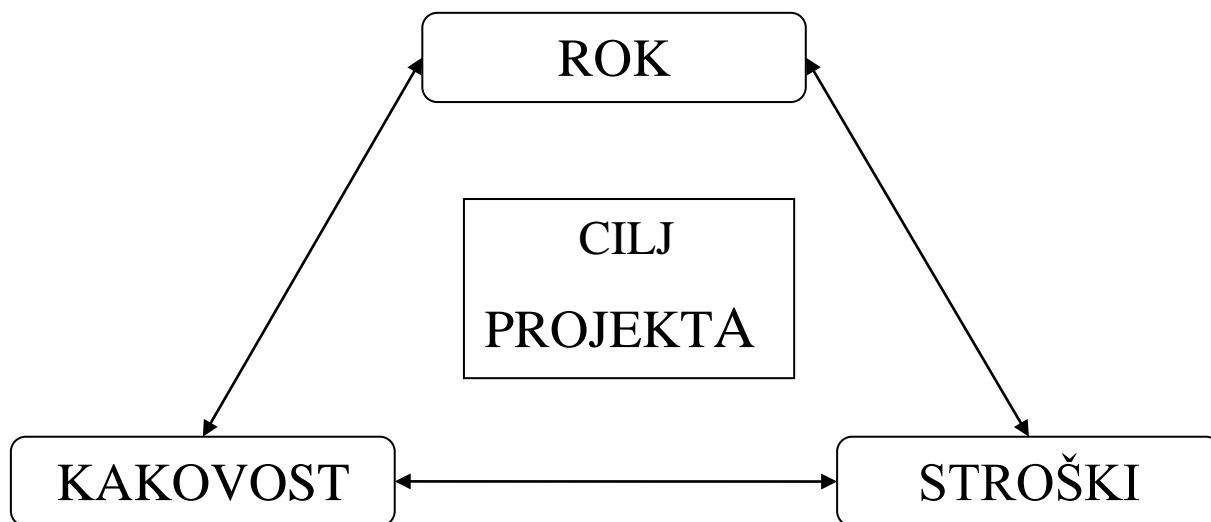
Poglavitni cilj gradbenega projekta je obvladovanje stroškov, kakovosti in roka izvedbe projekta. Vseskozi je potrebno tudi spremljanje različnih tveganj, ki se pojavljajo med gradnjo. Vsi ti vplivi so medsebojno povezani in odvisni drug od drugega.

Sprememba enega od naštetih dejavnikov, ima vpliv na druga dva. Slika 1 prikazuje povezanost teh vplivov.

Rok izvedbe: spreminjanje roka izvedbe vpliva na kakovost in stroške izvedenih del. Napake se pričnejo pojavljati zaradi hitenja pri izvedbi posameznih faz dela ali zaradi prehitrega prehoda iz ene v drugo fazo. V primerih, da hočemo ob skrajšanju roka obdržati želeno kakovost, se drastično spremenijo tudi stroški izvedbe projekta.

Kakovost: Pri spreminjanju nivoja kakovosti se lahko spremenijo stroški ali rok izvedbe projekta, lahko pa tudi oboje. Pri nižjem nivoju kakovosti se načeloma znižajo stroški in rok izvedbe projekta.

Stroški: Stroški, ki nastanejo pri izgradnji objekta, so odvisni od roka in kakovosti izvedbe.



Slika 1: Povezava med rokom, kakovostjo in stroški izvedbe projekta

3 ORGANIZACIJA GRADNJE

3.1 Pojem in pomen organizacije

Veda o organizaciji je relativno mlada znanstvena veda, saj se je kot samostojna veda izoblikovala šele na začetku 20. stoletja. Zgodovinsko gledano pa so prva spoznavanja o vplivu organizacije na učinkovitost dela nastale že v času stihijskih oblik organiziranosti v starem veku. Kljub pospešenemu razvoju organizacijskih znanj in obsežni literaturi, pa pojem organizacije še vedno ni enosmiselno opredeljen (Reflak, et al. 2007–).

Racionalna organizacija delovnih procesov tako v stalnem obratu, kjer poteka serijska proizvodnja določenega izdelka, kot tudi na gradbišču (kot začasnem delovnem obratu) je pogoj za ustrezno produktivnost dela in ekonomičnost. Zato je pred začetkom dela izjemno pomembno, da se delo razdeli in optimizira tako, da ga je možno opraviti s čim manjšimi delovnimi napori in sredstvi v čim krajšem času.

3.2 Gradbišča

Delo v gradbenih projektih se izvaja na gradbiščih, ki predstavljajočasne organizacijske enote. Dela na gradbišču se izvajajo pretežno na odprtem prostoru z različnimi procesnimi motnjami, kot so mraz, veter, dež, visoke temperature, ki vplivajo na produktivnost dela, pa tudi na kakovost posameznih delov objekta. Izvajanje del na gradbenem objektu nadalje zahteva neprestano selitev delavcev, mehanizacije in opreme, ter nenehne spremembe v načinu oskrbovanja z gradbenimi materiali, kar dodatno zmanjšuje učinkovitost dela (Reflak, et al. 2007–).

3.3 Proizvodni obrati

Proizvodni obrati so stalne organizacijske enote v okviru gradbenega podjetja, ki v gradbeništvu služijo za proizvodnjo gradbenega materiala, gradbenih polizdelkov in gradbenih izdelkov.

Smiselnost postavitve proizvodnih obratov je odvisna od cenovne konkurenčnosti, pravočasnosti in kontinuiranega zagotavljanja gradbenih materialov, polizdelkov in izdelkov drugega dobavitelja.

Prav zagotavljanje nemotene oskrbe s strateškimi gradbenimi materiali in mehanizacijo je ena izmed najbolj pomembnih prednosti lastnih gradbenih obratov. Na vrhuncu gradbene sezone se pogosto dogaja, da dobavitelji ne morejo pokriti povpraševanja po gradbenih materialih, proizvodih ali gradbeni mehanizaciji (Pšunder, 2009).

Prednosti organiziranja lastnih proizvodnih obratov so predvsem:

- večja specializacija dela, kadrov in strojev;
- lažje doseganje kontinuiranosti proizvodnje;
- manjša fluktuacija delavcev;
- avtomatizacija proizvodnje;
- večja zanesljivost izvajanja dela;
- zagotavljanje nemotene oskrbe s strateškimi gradbenimi materiali in mehanizacijo.

Poleg prednosti so možne tudi pomanjkljivosti, ki se kažejo kot poslovno tveganje pri zagotavljanju dela in višjih režijskih stroških podjetja.

4 ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI V GRADBENEM PROJEKTU

Gradbeništvo s svojimi dejavnostmi predstavlja znaten delež narodnega gospodarstva, izdelki in storitve gradbeništva pa predstavljajo velik del narodnega bogastva. Gradbeni izdelki in storitve nas obdajajo prostorsko in časovno, ter s tem direktno ali indirektno vplivajo na nas in na naše življenje. Ugotavljamo lahko, da nismo zadovoljni s cestami, stanovanji in drugimi izdelki in storitvami gradbeništva in industrije gradbenega materiala. Ob vedno boljših izdelkih, npr. na področju avtomobilske ali elektronske industrije, želimo živeti tudi v boljših stanovanjih, uporabljati boljše ceste in živeti bolj varno.

Kakovost je torej za ljudi nekaj normalnega in pričakovanega, nekaj kar po naravi stvari enostavno mora biti oziroma naj bi bilo. S tehničnega vidika lahko kakovost definiramo kot skladnost z zahtevami.

Gradbeni objekti imajo specifično naravo (družbeno-gospodarski pomen, enkratnost objekta in procesa graditve, velik obseg del, velik vpliv na okolje in uporabnike ...), zato je problematika kakovosti vedno prisotna oziroma mora biti vključena v proces graditve. V gradbeni praksi so aktivnosti v zvezi s kakovostjo povezane predvsem z dokazovanjem dosežene skladnosti izvedenega z zahtevanim in so po svoji naravi kontrola kakovosti.

Kljub predpisanim obsežnim in zahtevnim metodam kontrole skozi večino faz graditve pa dosežena kakovost končanega objekta kljub temu ni vedno zadovoljiva. Zlasti čez čas se pokažejo marsikatero napake, plača pa jih uporabnik ali pa širša družbena skupnost. (Reflak, et al. 2007–).

Za izgradnjo kakovostnega gradbenega objekta je pomembna določitev del in postopkov po posameznih fazah graditve, medsebojno razmerje vseh udeležencev ter zagotovitev kontrole kakovosti v vseh fazah graditve.

4.1 Kakovost

Za večino proizvodov, predmetov ali storitev znamo v vsakdanjem življenju izraziti kakovost kvantitativno, torej s fizikalnimi ali mehanskimi lastnostmi, ki so merljive. Take lastnosti kakovosti lahko vedno znova preverimo in dobimo enak rezultat. Pojavijo pa se tudi primeri, ko kakovosti ne moremo preprosto izraziti kvantitativno. To pomeni, da jih ne moremo preprosto izmeriti, saj je njihovo izražanje odvisno od človekovega individualnega pogleda (Pivka, 1996).

- Kakovost je stopnja, na kateri skupek svojstvenih karakteristik izpolnjuje zahteve (SIST EN ISO 9000:2004).

4.2 Zagotavljanje kakovosti v gradbeništvu

Iz lastnosti gradbenega objekta lahko sklepamo, da je kakovost objekta težko opisati zgolj z nekaterimi, npr. tehničnimi karakteristikami. Splošno jo lahko opredelimo kot skladnost z zahtevami, s čimer zajamemo različne karakteristike kakovosti, različne udeležence in faze graditve. Zahteve, ki opisujejo ali določajo tehnične in druge karakteristike objekta, lahko delimo na neposredne in posredne.

Neposredne (specifične) zahteve so zahteve investitorja, naročnika, tržišča oziroma specifične zahteve udeležencev v projektu graditve. Opredeljujejo lahko tehnične, funkcionalne, estetske, ekonomske in druge karakteristike nekega procesa ali objekta. Temeljijo na interesih, željah konkretnega naročnika, skupine uporabnikov ali posameznega udeleženca v graditvi objekta. Opredelijo se v različni dokumentaciji pred začetkom posamezne faze graditve (dokumentacija raziskav gradbenega tržišča, pogodbe, tehnična dokumentacija itd.).

Posredne (splošne) zahteve so zahteve tehničnih specifikacij, standardov, drugih predpisov, zakonov in tudi splošnih pravil, ki jih določa stroka. Sem spadajo tudi pravila dobrega gospodarjenja, pogojev gradnje, naravnega in družbenega okolja. Te niso natančno definirane v dokumentaciji projekta, ampak jih moramo pred začetkom izvajanja določene aktivnosti razpoznati, razvrstiti, ugotoviti njihovo pomembnost in jih nato upoštevati, neodvisno od finančnega ali drugega interesa investitorja ali nosilca dejavnosti (Reflak, et al. 2007–).

4.3 Tehnični vidiki kakovosti

Zakon o graditvi objektov (ZGO-1, 2002) določa bistvene tehnične zahteve objekta:

- splošne zahteve (zanesljivost celote in posameznih delov objekta: varnost, uporabnost, trajnost);
- trdnost in stabilnost (porušitev, premiki poškodbe);
- varnost pred požarom (ohranitev nosilnosti, omejevanje širjenja požara, varnost ljudi);
- higienska, zdravstvena in ekološka zaščita (materiali, plini, žarčenja, odpadna voda, vlaga);
- varnost uporabe (padci, zdrsi);
- zaščita pred hrupom in nihanjem;
- varčevanje z energijo in toplotna zaščita;
- zaščita pred agresivnimi vplivi okolja (padavine, zrak).

Tehnični vidik kakovosti je povezan z zagotavljanjem predpisanih tehničnih lastnosti objekta ali njegovega dela. Te določimo v procesu načrtovanja, dosežemo v procesu izgradnje ter vzdržujemo v procesu uporabe (Reflak, et al. 2007–).

Zakon tehnične zahteve objektov opredeljuje splošno, podrobneje pa so opisane v spremljajočih tehničnih predpisih in standardih.

Aktivnosti graditve objekta morajo temeljiti na jasno definiranih zahtevah za kakovost, ki morajo upoštevati pogoje gradnje in okolja, v katerem se objekt nahaja. Obvladovanje kakovosti zahteva natančno opredelitev neposrednih in posrednih zahtev.

4.4 Kontrola kakovosti betona (SIST EN 206-1 in SIST 1026) v betonarni

Betonarna je obrat, v katerem poteka proizvodnja betona. Iz osnovnih surovin, kot so agregati različnih frakcij, cement, dodatki in voda, se izdelajo betoni po različnih recepturah.

Kontrolo kakovosti betona med njegovo proizvodnjo obravnavata standarda SIST EN 206-1:2006 in SIST 1026:2004.

Kontrolo kakovosti je dolžan vršiti proizvajalec betona, in sicer na naslednje načine:

- **kontrola proizvodnje** v betonarni;
- **kontrola skladnosti** betona z zahtevami standarda;
- **začetni preskus**, ki mora biti opravljen za vsako vrsto betona, z njim pa se pred pričetkom proizvodnje posamezne vrste betona dokaže, da le-ta dosega določene lastnosti;
- **kontrola istovetnosti** se opravi, če se dvomi o kakovosti šarže ali dostavljeni količini betona.

V skladu s standardom SIST EN 206-1:2006 se kontrola kakovosti betona v betonarni vrši na podlagi ugotavljanja skladnosti betona z zahtevami. Zahteve načeloma določi projektant armiranobetonske konstrukcije na osnovi poznavanja mehanskih in okoljskih obremenitev konstrukcije.

Običajno proizvajajo betonarne določen nabor betonov, ki jih kupci najpogosteje naročajo. Za vse te vrste betonov mora proizvodni obrat vzpostaviti sistem zagotavljanja kakovosti v skladu z lastnimi pravilniki in standardom SIST EN 206-1:2006.

Sistem kontrole kakovosti betona je sestavljen iz organizacijskih in tehničnih ukrepov. Sestavni del sistema so postopki za:

- izbiro materialov;
- projektiranje betona, vključno z izvedbo predhodnih preiskav za določitev sestave betonov;
- proizvodnjo betona;
- pregled in preskuse;
- uporabo rezultatov preskušanja osnovnih materialov, svežega in strjenega betona ter opreme za ocenjevanje skladnosti;
- kontrolo proizvodnje betona (Reflak, et al., 2007–).

Skladnost betona z zahtevami dotičnega standarda je skupek dejanj in odločitev, ki jih je treba sprejeti v skladu z vnaprej določenimi pravili za ocenjevanje skladnosti s standardom in s zahtevami naročnika. Upoštevati mora vse v standardu predpisane zahteve glede lastnosti, proizvodnje in kontrole proizvodnje betona.

Skladnost betona z zahtevami standarda se navadno ugotavlja za več lastnosti strjenega in svežega betona: tlačna, natezna in/ali upogibna trdnost ter vodocementni faktor in konsistenca. Prav tako določa standard način vzorčenja in preskušanja posameznih lastnosti. Mesto odvzema vzorca mora biti takšno, da se lastnosti in sestava betona med mestom odvzema vzorca in mestom vgradnje betona bistveno ne spremenijo.

V programu jemanja vzorcev in preskušanja teh pri merilih skladnosti za posamezne vrste betona ali družine betona je treba razlikovati med začetno in stalno proizvodnjo. Začetna proizvodnja traja, dokler ni na razpolago najmanj 35 rezultatov preskušanja. Stalna proizvodnja se sme pričeti, ko je v obdobju največ 12 mesecev na voljo najmanj 35 rezultatov preskušanja.

Če se proizvajalec betona odloči za prekinitev proizvodnje določene vrste betona, in-le ta traja dalj kot 6 mesecev, mora pri ponovnem zagonu proizvodnje tega betona upoštevati merila in program jemanja vzorcev ter preizkušanja za začetno proizvodnjo.

Začetni preskus betona je prav tako element vrednotenja skladnosti proizvedenega betona in potrdi, ali sestava betona izpolnjuje vse predpisane zahteve za svež in strjen beton ter preveri ustreznost betona zahtevam standarda glede na rabo betona. Začetni preskus je potrebno ponovno opraviti, če se:

- spremenijo predpisane zahteve za beton;
- bistveno spremenijo osnovni materiali v mešanici;
- bistveno spremeni tehnologija proizvodnje betona v betonarni, kar vključuje tudi bistvene spremembe na sami napravi.

V vsakem primeru je začetni preskus priporočljivo ponoviti vsaki dve leti.

Pri odvzemu vzorcev betona je proizvajalec dolžan kontrolirati:

- konsistenco svežega betona;
- volumensko težo svežega in strjenega betona;
- vodocementni faktor temperaturo betona;
- tlačno trdnost po 28 dneh;
- posebne preiskave: vodotesnost, odpornost na mraz in sol ...

4.5 Kontrola betona med vgradnjo

Za zagotavljanje kakovosti betona pri vgradnji je potrebno slediti programu kontrole, odvzemanja vzorcev in preiskav betonskih mešanic.

Kakovost betona se preiskuje skladno z veljavnimi standardi na betonskih preizkušancih. Standardizirani preizkušanci (kocke) morajo biti shranjeni v vodi pri temperaturi 20° C (28 dni). Po 28 dneh se jih stre in na osnovi tega določi tlačna trdnost betona.

Pri odvzemanju vzorcev je potrebno upoštevati program odvzema vzorcev, ki določa, koliko vzorcev je potrebno odvzeti pri določeni betonaži.

Število odvzetih vzorcev se določi iz naslednjih pogojev:

- najmanj en vzorec za vsak dan betoniranja;
- najmanj en vzorec na 100 m² betona;
- najmanj en vzorec od vsake dobavljene količine betona za konstrukcijske elemente, ki so pomembni za varnost konstrukcije.

Postopek odvzema preizkušancev je sledeč:

- z vrtenjem bobna avtomešalca dosežemo, da je beton dobro premešan in ne pride do segregacije;
- dobro premešano betonsko mešanico vlijemo v kalup standardiziranih dimenzij in beton z vibriramo z vibracijsko iglo manjšega premera. Višek betona odstranimo;
- po dveh do treh urah površino betonske kocke zagladimo in pripišemo naslednje podatke: gradbišče, del gradbišča (če je le-to razdeljeno na manjše dele) in tekočo številko preizkušanca. Vse ostale podatke (datum odvzema, marko betona, številko dobavnice in konstrukcijski element) pa vpišemo v knjigo kontrole betonov.

Poleg odvzema vzorcev je potrebno vsako dobavo betona na gradbišče evidentirati v gradbeni dnevnik, jo vizualno pregledati in izmeriti konsistenco. Konsistenco merimo po metodi poseda ali razleza.

4.5.1 Metoda poseda

Za določanje konsistence po metodi poseda uporabljamo tako imenovani Abrahamsov konus. Konus napolnimo z betonom v treh plasteh. Vsako od teh plasti zgostimo s standardizirano kovinsko palico s 25 udarci. Presežek betona odstranimo in poravnamo površino. Najkasneje v 30 sekundah počasi dvignemo konus in ga postavimo ob betonski stožec. Na vrh stožca postavimo ravnilo in izmerimo razliko višin. Razlika višin Δh zaokrožena na 5 mm je mera za konsistenco po metodi poseda. Celoten postopek je omejen na 150 sekund (SIST EN 12350-2:2001).



Slika 2: Metoda poseda

4.5.2 Metoda razleza

Na podložno ploščo postavimo kovinski konus in ga v dveh plasteh napolnimo z betonom. Vsako plast utrdimo z nabijalom površine 4x4 cm z desetimi udarci. Odstranimo odvečni beton, površino zagladimo in po 30 sekundah odstranimo konus.

Podložno ploščo 15-krat dvignemo za 4 cm in jo spustimo. Posledično se betonska mešanica razleze.

Mera konsistence po tej metodi je povprečje dveh medsebojno pravokotnih premerov razlezene betonske mešanice (SIST EN 12350-5:2001).

4.6 Preverjanje proizvodne sposobnosti betonarn

Za zagotavljanje kvalitetnih betonskih mešanic so bistveni redni kontrolni pregledi betonarne. Kontrolne preglede izvajamo v skladu z navodilom o kontroli proizvodne sposobnosti betonarn in na podlagi standardov SIST EN 206-1:2003 in SIST 1026:2008.

Navodilo določa postopke in merila za ugotavljanje in potrjevanje proizvodne sposobnosti betonarn. Proizvodna sposobnost pomeni, da je betonarna sposobna točno dozirati komponente betonske mešanice in jih shomogenizirati v času, ki je skladen z deklarirano oziroma ugotovljeno kapaciteto mešalnika. Preskus betonske mešanice in določitev dejanske kapacitete betonarne je sestavni del kontrole proizvodne sposobnosti betonarne in se izvaja tudi za določitev potrebnega časa mešanja (Žnidaršič, Simon, Kavčič, 2000).

Preverjanje proizvodne sposobnosti betonarne zajema osnovni in kontrolni preskus.

4.6.1 Osnovni preskus

Osnovni preskus betonarne sestavljata notranji in zunanji osnovni preskus ali samo zunanji osnovni preskus.

Notranji osnovni preskus opravi pooblaščen organizacija za preskušanje in kontrolo skladnosti betona, usposobljena za opravljanje predpisanih nalog.

Zunanji osnovni preskus pa opravi institucija, ki je pooblaščen s strani investitorja, da kot neodvisna tretja stranka vrši potrjevanje skladnosti gradbenih proizvodov pri gradnji cest v RS (Žnidaršič, Simon, Kavčič, 2000).

Osnovni preskus je potrebno opraviti:

- na novi betonarni pred začetkom rednega obratovanja;
- na že preskušeni, obratujoči betonarni, potem ko se je zamenjal del ali sklop betonarne, ki lahko bistveno vpliva na homogenost mešanja ali natančnost doziranja komponent;
- v primeru prestavitve betonarne, če se je bistveno spremenil ali dopolnil funkcionalni del opreme;
- v primeru, da je od zadnjega kontrolnega preskusa poteklo več kot 24 mesecev.

4.6.2 Kontrolni preskus

Prav tako kot osnovni preskus tudi kontrolni preskus opravljajo pooblašene institucije in ga je potrebno opraviti:

- enkrat vsakih 12 mesecev;
- ob vsaki prestaviti betonarne;
- v primeru dvomov v proizvodno sposobnost oziroma pravilnost delovanja (Žnidaršič, Simon, Kavčič, 2000).

4.6.3 Zahteve opreme betonarne

Za zagotavljanje kontinuirane kakovosti betonskih mešanic mora betonarna izpolnjevati zahteve za skladiščenje, doziranje materialov, mešanje betona in upravljanje betonarne.

4.6.3.1 Skladiščenje materialov

Materiali za pripravo betona morajo biti skladiščeni v ustreznih bunkerjih (agregat), silosih (cement) in rezervoarjih (dodatki, voda). Prav tako pa mora biti ustrezna tudi oprema za transport materialov do dozirnih naprav in nadalje do mešalca.

4.6.3.2 Doziranje materialov

Sistemi za doziranje materialov (tehtnice, vodomeri, dozirni bati, avtomatika) morajo biti skladni z naslednjimi zahtevami:

- deklarirana točnost mora biti preskušena in potrjena s certifikatom pooblaščne institucije;
- dovoljena odstopanja dozirane mase:
 - agregat ± 2 % m/m;
 - cement ± 2 % m/m;
 - voda ± 2 % m/m;
 - dodatki ± 3 % m/m.

4.6.3.3 Proizvodni cikel

Sestavine betona je potrebno v mešalniku mešati toliko časa, da se doseže ustrezna homogenost betonske mešanice.

Čas mešanja, ki omogoča izdelavo homogene mešanice, se mora ob vsaki kontroli proizvodne sposobnosti betonarne določiti oziroma preskusiti s preskusom homogenosti mešanice.

Praznjenje mešalca betonarne mora biti urejeno tako, da višina prostega pada betonske mešanice ne presega 1,5m (Žnidaršič, Simon, Kavčič, 2000).

4.6.3.4 Upravljanje in varnost

Betonarna mora obratovati avtomatsko, v primeru okvare pa mora biti omogočeno ročno dokončanje cikla. Celotna naprava mora biti skladna z veljavnimi predpisi o varstvu pri delu, kar potrjuje ustrezna listina pooblaščne institucije.

4.6.3.5 Visoke in nizke temperature

Za obratovanje pri temperaturah zraka pod $+5^{\circ}$ in nad $+30^{\circ}$ mora biti betonarna opremljena za gretje oziroma hlajenje komponent (Žnidaršič, Simon, Kavčič, 2000).

4.6.4 Preskus proizvodne sposobnosti

Preskus proizvodne sposobnosti betonarne obsega:

- kontrolo dokumentacije o točnosti merilnih naprav in izpolnjevanje zahtev za varnost pri delu;
- kontrolo stanja in delovanja vseh naprav, vključno s pregledom knjige vzdrževanja;
- ugotovitev teoretične kapacitete betonarne;
- kontrolo homogenizacijske sposobnosti mešalca, katera je obvezni sestavni del osnovnega preskusa, pri kontrolnem preskusu pa se izvaja v primeru resnejših pomanjkljivosti ugotovljenih pri pregledu stanja in delovanja ali dvomov v pravilnost delovanja betonarne (Žnidaršič, Simon, Kavčič, 2000).

4.7 Kontrola kakovosti agregatov za betone

Agregat v betonu zavzema med 50 in 65 odstotki prostornine (Žarnič, 2003). Daje mu skelet in zagotavlja togost, tlačno trdnost in dimenzijsko stabilnost betona. Pridobivamo jih s predelavo naravnih, recikliranih in umetnih materialov s pomočjo postopka, ki vključuje drobljenje, sejanje in pranje agregata. Na njegovo kakovost vplivajo postopki pridobivanja, naravne danosti nahajališča ter postopki predelave surovine. Ker je praktično v vsakem objektu del konstrukcije betonske, je še toliko pomembnejše, da je agregat, ki je vgrajen v betone, kontroliran in skladen z določenimi zahtevami. V nasprotju z drugimi gradbenimi materiali, lastnosti agregata ne moremo načrtovati ali jih spreminjati. Ravno zaradi tega standard za agregate ne predpisuje zahtev za kakovost, ampak le določa postopke za

preizkušanje lastnosti, ki se od agregata lahko zahtevajo pri vseh namenih uporabe. Na ta način se s predpisanimi preskusi ugotavljajo dejanske lastnosti agregata.

V standardu so predpisane lastnosti razvrščene v tri skupine zahtev, in sicer:

- splošne, ki vključujejo geometrijske in petrografske zahteve;
- fizikalne, ki so zlasti pomembne pri posebnih namenih uporabe;
- kemijski, ki zlasti obravnavajo škodljive sestavine v surovini (Reflak, et al., 2007–).

4.7.1 Geometrične zahteve

Velikost agregata je osnovna značilnost agregatov, ki jih uporabljamo za betone. Označujemo jo z d/D . Določamo jo s sistemi sit.

Preglednica 1: Velikosti sit za določanje velikosti agregata (SIST EN 933-1)

Osnovni stavek sit mm	Osnovni in 1. stavek sit mm	Osnovni in 2. stavek sit mm
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
-	5,6 (5)	6,3 (6)
-	-	8
8	8	10
16	-	12,5 (12)
31,5 (32)	11,2 (11)	14
63	16	16
	22,4 (22)	20
	31,5 (32)	-
	45	31,5 (32)
	63	40
		-
		63

Zaokrožene številke v oklepajih se lahko uporabljajo za enostavnejše označevanje velikosti agregata.

Zrnavost agregata nam poda sliko masnega odstotka posamezne velikosti zrn in mora biti skladna s SIST EN 933-1. V preglednici so podane splošne zahteve za:

- grobi agregat glede na označeno velikost d/D in izbrano kategorijo;
- drobni agregat glede na zgornjo velikost sita D ;
- naravni odsejani agregat 0/8 mm;
- mešani agregat, ki se mora dobavljati kot mešanica grobega in finega agregata, pri čemer mora biti $D \leq 45 \text{ mm}$ in $d=0$.

Preglednica 2: Splošne zahteve za zrnavost

Agregat	Velikost Mm	Presevek v masnih odstotkih					Kategorija G
		2D	1,4D	D	d	d/2	
Grobi	$D/d \leq 2$ ali	100	98 do 100	85 do 99	0 do 20	0 do 5	$G_c 85/20$
	$D \leq 11,2 \text{ mm}$	100	98 do 100	80 do 99	0 do 20	0 do 5	$G_c 80/20$
	$D/d > 2$ in $D < 11,2$	100	98 do 100	90 do 99	0 do 15	0 do 5	$G_c 90/15$
Drobni	$D \leq 4 \text{ mm}$ in $d=0$	100	98 do 100	85 do 99	-	-	$G_F 85$
Naravni odsejani 0/8	$D=8 \text{ mm}$ in $d=0$	100	98 do 100	90 do 99	-	-	$G_{NG} 90$
Mešani	$D \leq 45 \text{ mm}$ in $d=0$	100	98 do 100	90 do 99	-	-	$G_A 90$
		100	98 do 100	85 do 99	-	-	$G_A 85$

Kategorija $G_c 85/20$ za frakciji 4/8 mm na primer pomeni, da:

- so vsa zrna manjša od 16 mm;
- je od 98 do 100 masnih % zrn manjših od 11,2 mm;
- je od 85 do 99 masnih % zrn manjših od 8 mm;
- je os 0 do 20 masnih % zrn manjših od 4 mm;
- je od 0 do 5 masnih % manjših od 2 mm (Reflak, et al., 2007–).

Oblika grobega agregata definira modul plastičnosti FI, ki velja kot referenčni preskus za določanje oblike grobih agregatov. SI pa je modul oblike in izraža masni odstotek ploščatih zrn, ki imajo 3-krat večjo dolžino kot najmanjšo dimenzijo. Takšna zrna so zaradi svojega fizikalnega obnašanja v betonu nezaželeni. Modul ploščatosti se določa po SIST EN 933-3.

Fini delci so tisti delci v agregatu, ki gredo skozi sito velikosti 0,063 mm. Vsebnost finih delcev se določa po SIST 933-1 in jo označujemo z ustrežno kategorijo f_x , ki je predpisana v spodnji preglednici.

Preglednica 3: Kategorije za največje vsebnosti finih delcev

Agregat	Maksimalni presevek skozi sito 0,063 mm m. %	Kategorija f
Grobi agregat	$\leq 1,5$	$f_{1,5}$
	≤ 4	f_4
	> 4	$f_{\text{deklarirana}}$
	ni zahteve	f_{NR}
Drobni agregat	≤ 3	f_3
	≤ 10	f_{10}
	≤ 16	f_{16}
	≤ 22	f_{22}
	>22	$f_{\text{deklarirana}}$
	ni zahteve	f_{NR}

Kakovost finih delcev je treba določevati, če je finih delcev < 0.063 mm v zrnastni sestavi več kot 3 m %. Kakovost pomeni potencialno škodljivost finih delcev v drobnem kakor tudi v polnilnem agregatu, ki jo je treba ocenjevati glede na:

- skupno vsebnost finih delcev drobnem agregatu: šteje se, da so neškodljivi, če je vsebnost manjša od 3 m % ali od druge vrednosti po določilih, veljavnih v kraju uporabe agregata;

- vrednost ekvivalenta peska (SE), določamo s preskusom po SIST 933-8, višja vrednost pomeni čistejši material;
- vrednost, dobljeno pri preskusu z metilen modrim (MB) po SIST EN 933-9, nižja vrednost pomeni čistejši material;
- obstoječe dokaze o zadovoljivi uporabi.

4.7.2 Fizikalne zahteve

Odpornost agregata proti zmrzovanju in tajanju lahko nakažejo naslednji postopki oziroma preskusi:

- petrografska klasifikacija;
- vpijanje vode agregata;
- določitev vrednosti zmrzovanja;
- metoda določitev vrednosti magnezijevega sulfata, primerna metoda zlasti v primerih, če je agregat izpostavljen morski vodi ali solem za tajanje (Cerkovnik, 2008).

Agregati, ki ustrezajo zahtevam katerega koli zgoraj navedenih pogojev, se lahko štejejo za odporne proti zmrzovanju in tajanju.

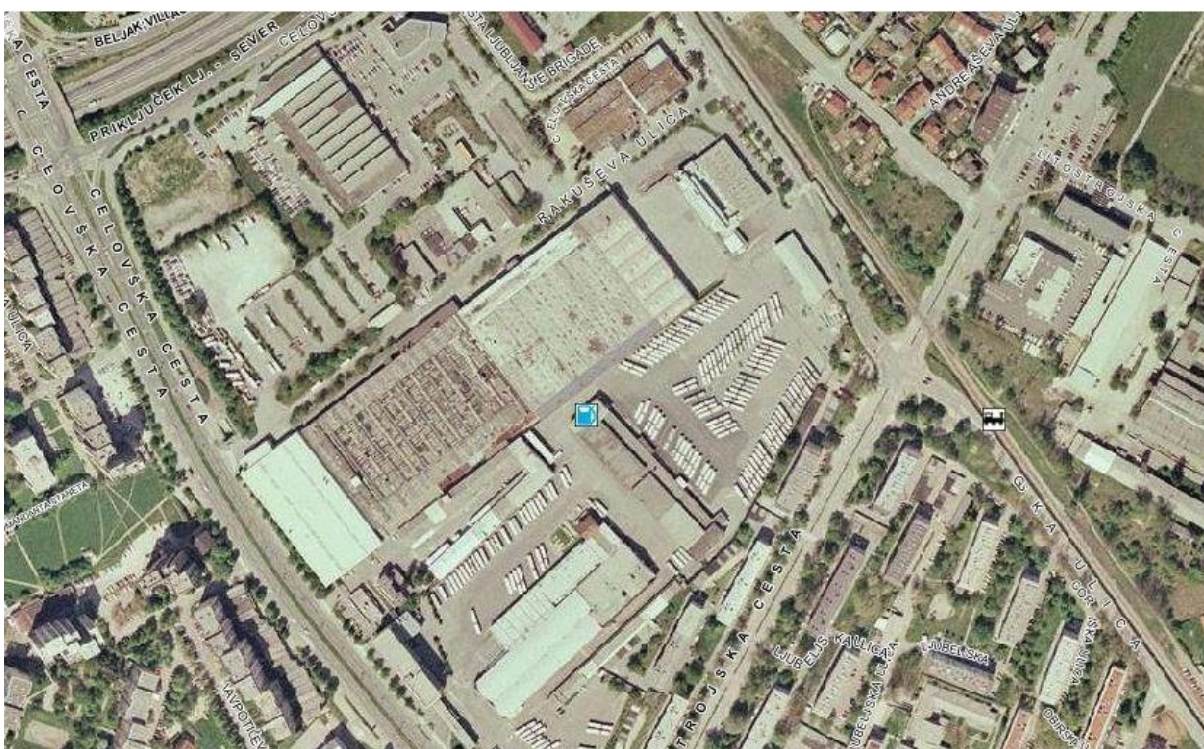
5 PREDSTAVITEV PROJEKTA CELOVŠKI DVORI

Družba Vegrad, d. d., je jeseni leta 2007 pričela z gradnjo večje soseske, imenovane Celovški dvori. Območje, ki je predvideno za gradnjo, se nahaja v severozahodnem delu Ljubljane, v četrtini skupnosti Šiška, natančneje med Celovško cesto in Cesto ljubljanske brigade na območju bivšega industrijskega objekta Avtomontaže. Ureditveno območje leži v katastrski občini Zgornja Šiška in občini Dravljje.

Gradnja soseske je bila planirana v dveh fazah:

- stanovanjsko-poslovni del skupaj s povezovalno cesto;
- hotelsko-poslovno-trgovski del, v neposredni bližini Celovške ceste.

Parcele namenjene gradnji stanovanjsko-poslovnega dela skupaj s povezovalno cesto merijo 55.700 m². Področje gradnje je prikazano na sliki 3.



Slika 3: Letalski posnetek predhodnega stanja

Preglednica 4: Velikosti posameznih parcel namenjenih gradnji

Zap. št.	Št. parcele	Velikost (m ²)
1	1870/4	471
2	1873/5	16
3	1900/8	486
4	2207/1	57
5	2207/2	8.165
6	2207/3	2.835
7	2207/4	4.675
8	2207/5	4.115
9	2207/6	4.155
10	2207/7	4.650
11	2207/8	3.909
12	2207/9	4.521
13	223/13	1
14	223/15	392
15	225/1	65
16	227/10	39
17	227/12	38
18	227/14	155
19	227/5	1.074
20	228/19	534
21	228/25	25
22	228/26	1
23	228/27	19
24	228/30	154

Zap. št.	Št. parcele	Velikost (m ²)
25	228/31	77
26	228/33	314
27	228/35	83
28	228/37	168
29	228/39	91
30	228/42	2.709
31	228/43	178
32	228/44	167
33	228/45	60
34	1.759	1.299
35	1653/20	4.543
36	1658/13	21
37	1658/14	77
38	1756/2	162
39	1756/3	174
40	1756/4	917
41	1758/2	97
42	792/2	2.447
43	792/3	17
44	800/3	1.409
45	802/11	31
46	803/5	71
47	803/6	48
Skupaj		55.712

K. O. Zgornja Šiška

K. O. Dravlje

5.1 Stanovanjsko-poslovni del

Stanovanjsko-poslovni del je razdeljen na šest posameznih lamel, ki so združene v dva sklopa po tri lamele. Razprostira se na približno 28000 m² tlorisne površine parcele in ima štiri podzemne ter devet nadzemnih etaž.

Uporabnih površin je cca 175.000 m². Od teh je cca 74.000 m² stanovanj, 6.000 m² poslovnega dela (lokali) in cca 95.000 kvadratnih metrov ostalih uporabnih površin (podzemni del s shrambami, hodniki, stopnišča, dvigala itn.).

Razpoložljive stanovanjske enote merijo od najmanjših garsonjer z 22 m² pa do največjih štirisobnih stanovanj z bruto površino 130 m². Vsako stanovanje ima eno do dve parkirni mesti ter pripadajočo shrambo v kletnem delu kompleksa.

Lokali merijo od 82 do 251 m² in se nahajajo v prvih dveh etažah. Del lokalov je podkleten za namene skladiščenja in dostopa iz garaž.

Preglednica 5: Pregled uporabnih površin po lamelah

	Število stanovanj	Neto stanovanjska površina (brez faktorjev)		Bruto stanovanjska površina (brez faktorjev)		Število lokalov	Bruto površina lokalov		Površina komunikacijskih prostorov (hodniki, stopnišča, predprostori)	Površina tehničnih prostorov (servisni prostori, dvigala, instalacijski jaški)	Površina parkirnih mest		Število parkirnih mest za avtomobile	SKUPAJ	
		m ²	m ²	m ²	m ²		m ²	m ²			m ²				
Lamela 1	157	9.602,03	13.431,21	4,00	716,08	12.828,06	1.059,90	3.582,44	203	31.617,69					
Lamela 2	145	8.926,89	13.758,43	4,00	700,88	13.140,59	985,38	3.669,72	364	32.254,99					
Lamela 3	92	5.859,24	8.392,79	7,00	1.214,02	8.015,90	646,76	2.238,57	380	20.508,04					
Lamela 4	155	9.548,07	13.637,23	4,00	703,74	13.024,83	1.053,95	3.637,39	333	32.057,13					
Lamela 5	145	8.961,47	12.588,74	4,00	702,95	12.023,42	989,20	3.357,73	365	29.662,04					
Lamela 6	139	8.603,27	11.846,94	9,00	1.692,00	11.314,93	949,66	3.159,87	180	28.963,41					
SKUPAJ	833	51.500,97	73.655,34	32,00	5.729,67	70.347,73	5.684,84	19.645,72	1.825,00	175.063,30					

Povezovalna cesta

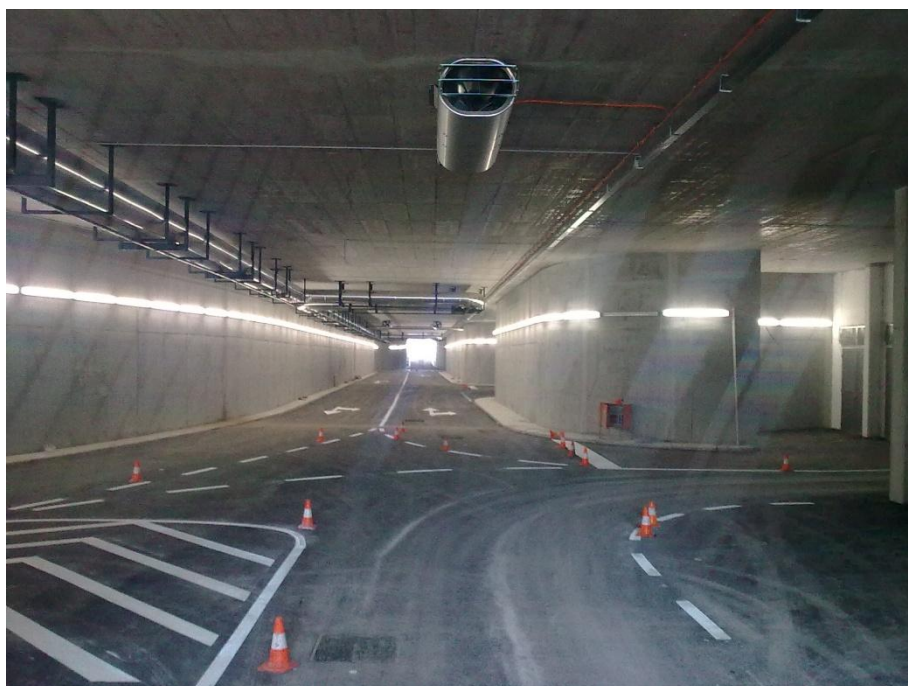
Za potrebe novo predvidenih stanovanjsko-poslovnih-trgovskih kompleksov je predvidena rekonstrukcija obstoječe Celovške ceste. Načrtovana je izgradnja dodatnih voznih pasov, rekonstrukcija obstoječe avtobusne postaje na desni strani (gledano v smeri proti obvoznici) ter ureditev novega semaforiziranega križišča.

Predvideno je, da se obstoječa cesta na mestih širitve za potrebe dodatnih pasov v celoti poruši in dogradi do projektiranih višin. Prav tako se obstoječa cesta poruši v območju križišča s povezovalno cesto.

Za potrebe dostopa do spodnjih kletnih etaž (parkirišča) je predvidena izgradnja spodnje – podzemne povezovalne ceste.

Uvoz in izvoz iz kletnih etaž je predviden preko dveh uvoznih in dveh izvoznih klančin. Spodnja povezovalna cesta služi tudi kot dostop za odvažanje komunalnih odpadkov. Merodajno vozilo za načrtovanje višin in radijev obračanja je bilo vozilo za pobiranje komunalnih odpadkov.

Spodnja povezovalna cesta je predvidena kot dvopasovna cesta. Iz druge kleti objekta so predvideni trije priključki na spodnjo povezovalno cesto.



Slika 4: Podzemni del povezovalne ceste



Slika 5: Nadzemni del povezovalne ceste

5.1.1 Projektantska zasnova stanovanjsko-poslovnega dela

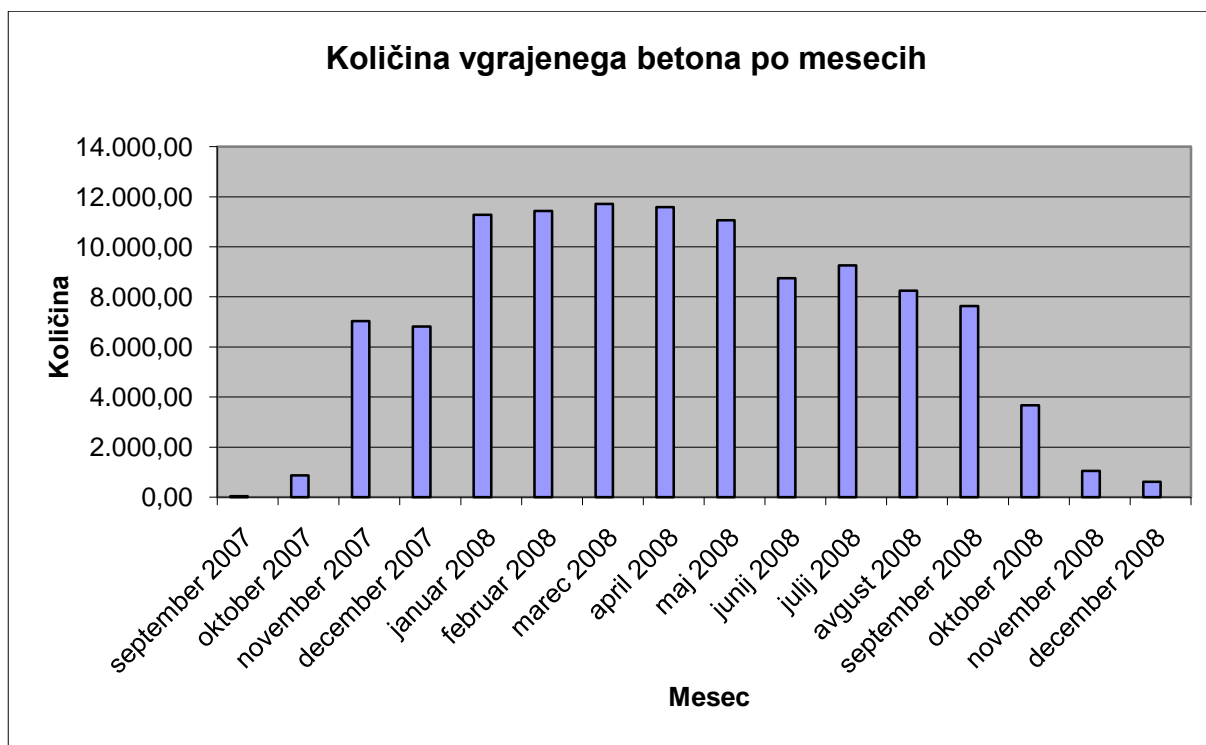
Projektantska zasnova vsebuje več elementov kateri so opisani spodaj.

- Temeljenje: stanovanjsko-poslovni del je temeljen na armiranobetonski temeljni plošči debeline 1 meter.
- Nosilna konstrukcija – skelet: je v celoti narejena iz armiranega betona. Debelina nosilnih sten je med 30 in 40 cm, debelina plošč pa med 30 in 50 cm.
- Streha (različne sestave streh na različnih delih objekta):
 - nepohodna: parna zapora, toplotna izolacija 8 + 6 cm, ločilni sloj – geotekstil, PVC strešni trakovi;
 - pohodna: 2 x bitumenska hidroizolacija, toplotna izolacija 8 + 6 cm, ločilni sloj – geotekstil, naklonski armiran cementni estrih, finalni tlak – granitogrez;
 - ozelenjena: hladen bitumenski premaz, 2 x bitumenska hidroizolacija, toplotna izolacija 8cm, filc, drenažni sloj 7cm, filtracijska vlaknina, sloj zemlje 20cm;
 - povozna: hladen bitumenski premaz, 2 x bitumenska hidroizolacija, toplotna izolacija 8cm, filc, drenažna zrna, ločilni sloj–geotekstil, AB povozna plošča.
- Fasada: večji del objekta prekrivajo fasadne plošče Esal. Struktura te fasade je ALU profili, izolacija iz kamene volne 10 cm, hidroizolacija na čelni strani profilov, protivetrna zapora in fasadne plošče. Preostanek pa klasična tankoslojna (Demit) fasada, z izolacijo iz kamene volne 10cm.
- Tesnjenje kletnega dela: kletni del je kesonske izvedbe z belo kadjo.
- Vertikalni vodi: večina vertikalnih instalacij (prezračevanje, meteorna kanalizacija, fekalna kanalizacija) poteka po inštalacijskih blokih in ne po klasičnih zaprtih vertikalnih jaških.
- Tlak: v vseh stanovanjih je izdelan plavajoči tlak. V bivalnih prostorih je talna obloga parket z nizkstensko zaključno letvijo. V vhodnih vežah in kopalnicah so kot finalna obloga keramične ploščice prve kakovosti položene do stropa. Balkoni, terase in lože so obloženi z granitogrezom ali ploščami pranega betona. Finalni tlak shramb je izveden s protiprašnim premazom. Finalni tlak garaž je zaglajeni beton. Tlak v kolesarnicah in servisnih prostorih je izveden s protiprašnim premazom. Tlak v vetrolovih, stopniščih in notranjih hodnikih je iz granitogreza.

- Nenosilna vertikalna konstrukcija: predelne stene v nadzemnem delu objekta so suhomontažne iz alu–profilov, zvočne izolacije in mavčnih plošč. V kletnem delu pa so pozidane iz penobetona.

5.2 Skupne količine vgrajenega betona in jekla

Med gradnjo je bilo v objekte in cesto vgrajeno približno 111.000 m³ različnih betonov, od tega samo za temeljno ploščo približno 20.000 m³. Za transport vsega betona je bilo potrebno cca 14.000 "obiskov" avtomešalcev na gradbišču. Poleg tega je bilo vgrajenega 15.500 ton jekla za armirane betone različnih oblik.



Slika 6: Količina vgrajenega betona po mesecih

6 GRADBIŠČE

6.1 Ureditev gradbišča

Za potrebe vodstva gradbišča je bil postavljen trojni in dvojni pisarniški kontejner. Prav tako se je postavil dvojni pisarniški kontejner za potrebe nadzora in kasneje tudi za koordinatorja zaključnih del.

Sanitarni prostori in garderobe za gradbene delavce in delavce zaključnih del so bile urejene v obstoječem objektu na sosednjem zemljišču. Za potrebe prehrane je bila postavljena jedilnica z razdeljevalno linijo v obliki osemnajstih združenih kontejnerjev.

Na električno omrežje je bilo gradbišče sprva priključeno na obstoječo transformatorsko postajo, ki je bila po vzpostavitvi novih in prevezavi gradbišča nanje porušena.

Gradbiščno vodovodno omrežje je bilo priključeno na obstoječi priključek bivše Avtomontaže.

Za potrebe deponije armature je bil rezerviran prostor v velikosti cca. 500 m², kar je bilo glede na količino potrebne armature razmeroma malo. Zaradi tega je bilo potrebno armaturo dovažati sukcesivno za posamezne etaže objektov.

Deponijo opaža in ostalega gradbenega materiala je imel vsak od treh manjših delov gradbišča svojo.

Prostor skladiščenja drobnega gradbenega materiala, potrebščin in orodja je bil urejen v pritličnem delu obstoječega objekta na sosednjem zemljišču.

Za vertikalni transport je skrbelo sedem večjih žerjavov in štirje manjši. Poleg tega je bil ves čas gradnje na gradbišču prisoten tudi kamion z avtodvigalom – HIAB.

6.2 Razdelitev gradbišča

Izvedba celotnega stanovanjsko-poslovnega kompleksa skupaj s povezovalno cesto in ostalo komunalno infrastrukturo je bila zastavljena kot eno gradbišče. Stroškovno spremljanje je bilo ločeno na dva dela:

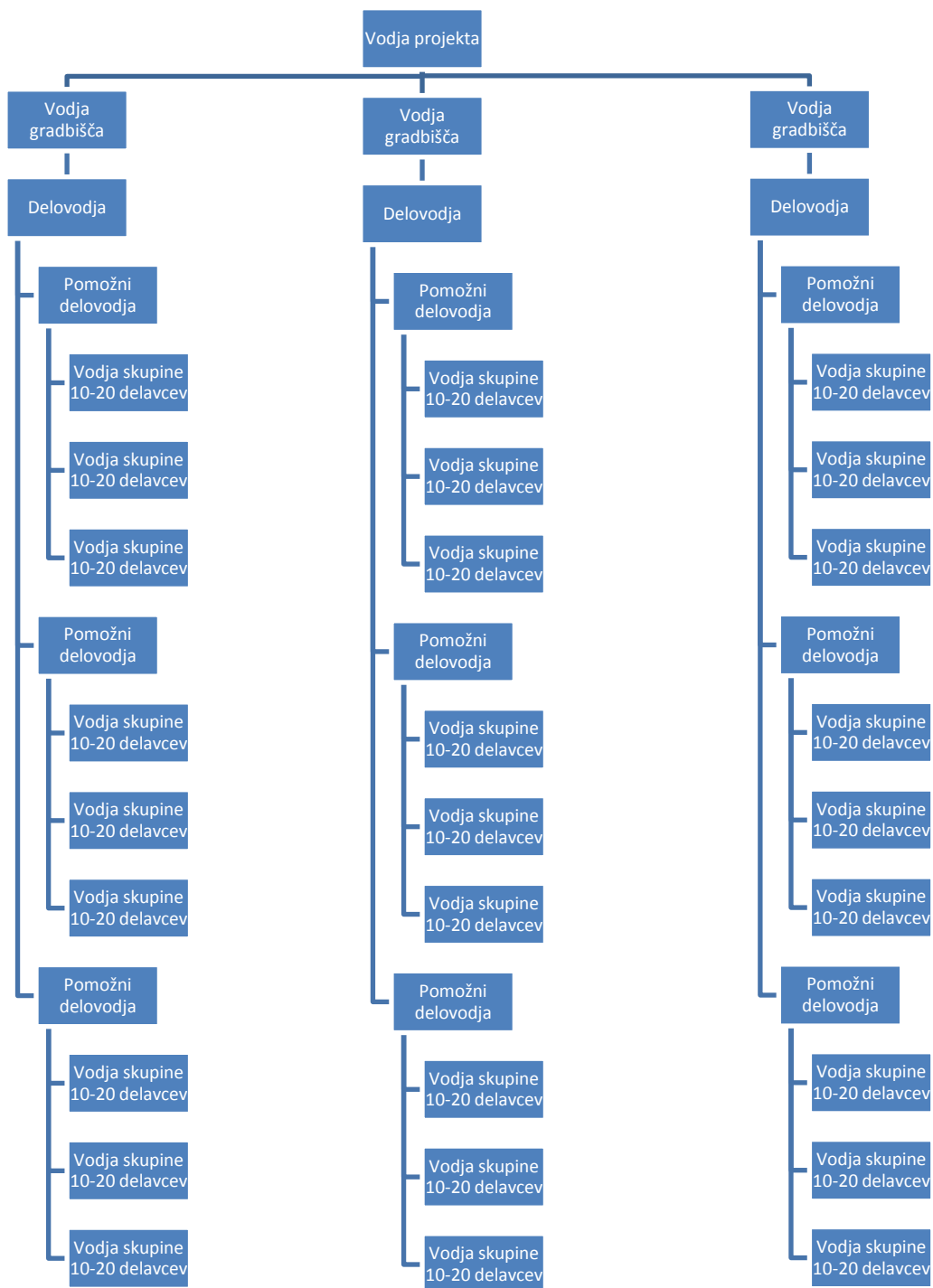
- izvedba stanovanjsko-poslovnega kompleksa (lamelle od 1 do 6) in
- izvedba povezovalne ceste skupaj z vso komunalno infrastrukturo.

Zaradi obsega gradnje se je vodstvo gradbišča odločilo, da se gradbišče razdeli na štiri manjše dele. V prvi fazi na tri dele po dve lameli, v drugi fazi pa se je vzporedno pričela tudi gradnja povezovalne ceste in komunalne infrastrukture.

S takšno razdelitvijo so se praktično znotraj enega velikega gradbišča vzpostavila štiri manjša s skupnim vodstvom, skladiščem in logistično podporo.

6.3 Organigram organizacije

Spodnji organigram prikazuje organizacijo dela in delovnih nalog na gradbišču.



7 TEHNOLOGIJA GRADNJE

Gradnja nosilne konstrukcije stanovanjsko-poslovnega objekta predstavlja klasično gradnjo armiranobetonskih konstrukcij.

Talna plošča kot sistem temeljenja, v debelini 1 m je bila zabetonirana direktno na podložni beton, pod katerim je ustrezno utrjena podlaga iz prodnatega materiala. Vse armiranobetonske stene so bile zaopazene z DOKA FRAMAX XLIFE opažnim sistemom v kombinaciji s klasičnim opažem iz gradbenih plošč, gradbenega lesa in DOKA spojnih elementov.

Opaževanje stebrov je potekalo z DOKA COLUMN FORMWORK RS in KS opažnim sistemom.

Horizontalne nosilne konstrukcije so bile v večini primerov izvedene s pomočjo DOKA FLOOR SYSTEM elementi in gradbenimi ploščami Bled. Drugačen sistem opaženja plošč je bil uporabljen za izvedbo desetih nadstropij lamele ena. V tem primeru so bile uporabljene opažne mize iz A-okvirjev podjetja NATIONAL OPAŽNI SISTEMI.



Slika 7: Način opaženja z DOKA FRAMAX XLIFE opažnim sistemom



Slika 8: Način opaženja plošč z DOKA FLOOR SYSTEM elementi



Slika 9: Opažne mize iz A-elementov

8 POMOŽNI PROIZVODNI OBRATI NA GRADBIŠČU CELOVŠKI DVORI (SEPARACIJA IN BETONARNA)

Na osnovi geomehanskih raziskav, da se pod obstoječim objektom bivše Avtomontaže nahaja cca 400.000 m³ prodnatih materialov in stisnjenelega proda, katerega del se bo pri izvajanju izkopov gradbene jame dalo izkoristiti, se je vodstvo podjetja odločilo za postavitve gradbiščnega obrata za drobljenje, sejanje in pranje agregata ter gradbiščne betonarne. Kasnejše napredovanje del je pokazalo, da je bilo mogoče pridobiti cca 70 % tega materiala. To skupaj pomeni okoli 280.000 m³ materiala, od katerega je bilo za betonske mešanice uporabnega 70–75%. Ves ta material je skupno zadoščal za izdelavo cca 240.000 m³ različnih betonskih mešanic, preostanek pa je bil uporabljen za nasipe in zasipe objekta.

8.1 Pridobivanje agregata

Za izkopavanje gradbene jame je v povprečju dnevno skrbelo šest velikih bagrov delovne teže od 25 do 55 ton, ki so material nalagali na kamione. Material, ki je bil neuporaben za separiranje, je bil uporabljen za zasip na drugih gradbiščih v okolici Ljubljane. Preostanek, torej čist material, pa se je odvažal na začasno deponijo v oddaljenosti cca 200 m ob obratu za drobljenje, pranje in sejanje. Začasna deponija je imela kapaciteto približno 45.000 m³.

8.2 Obrat za drobljenje, sejanje in pranje agregata

V obratu za drobljenje, pranje in sejanje se je pridobival agregat frakcij 0/4, 4/8, 8/16 in 16/32. Bager direktno iz urejene začasne deponije nalaga izkopani material v drobilec, ki ga zdrobi do ustrezne velikosti. Nato agregat preko trakov potuje do sejalnice, katera agregat preseje na različne frakcije. Del agregata se odseje direktno na ustrezno označeno deponijo, del pa se ga preko klasifikatorja preseje še na fina zrna. Skupna kapaciteta obrata je bila med 120 in 150 t/h.

8.2.1 Specifikacija strojev in opreme

Za obrat drobljenj, sejanja in pranja materialov je bilo na gradbišču postavljeno naslednje postrojenje:

- udarni drobilec Terex Finlay I-1310;
- sejalnica Finlay rinser 694 supertrak;
- klasifikator Finlay Hydrasander 150 E s Finlay 532 deponijskim trakom.

8.2.1.1 Udarni drobilec Terex Finlay I-1310

Drobilec Finlay I-1310 je na gosenicah in spada med drobilce srednje velikosti. Ima vsipni koš velikosti 5 m³, ki je mogoče povečati na 8 m³. Iz vsipnega koša pade dozirani material na dodajalno vibracijsko rešetko, ki ima funkcijo doziranja in odvajanja jalovine oziroma drobnega materiala pred vstopom v drobilno komoro. Material, ki se odseje lahko prek jalovinskega traku deponiramo, ali pa ga mešamo z drobljencem. Odsejani material se v udarnem drobilcu (drobilni komori) razdrobi glede na nastavitve drobilne odprtine in hitrosti rotorja (0– 60 mm). Pod drobilno komoro je vibracijski dodajalec, ki dozira material na glavni trak preko katerega poteka transport na deponijo oziroma v našem primeru direktno v sejalnico.

Osnovne lastnosti:

- dolžina: 14,4 m;
- širina: 2,6 m;
- višina: 3,6 m;
- masa: 34 ton;
- drobilna komora: Krupp Hazemag APP 10 I OGA;
- premer rotorja: 1.000 mm x 1.000 mm;
- velikost vstopne odprtine: 900 x 1.020 mm;
- pogonska enota: Caterpillar C9 (223kW) hidrostatični sistem;
- elektronski kontrolni sistem.



Slika 10: Udarni drobilec Terex Finlay I-1310



Slika 11: Udarni drobilec Terex Finlay I-1310

8.2.1.2 Sejalnica Finlay rinser 694 supertrak

Enoto sestavlja 8 m³ velika zbiralna komora, na kateri je nameščena vibracijska rešetka z dvema etažama. Material za sejanje prihaja iz primarne enote (v našem primeru je to udarni drobilec Finlay I-1310) na to rešetko. Na spodnji etaži se odseje material, ki meri preko 32 mm, in se s pomočjo transportnega traku odlaga na ustrezni deponiji. Preostanek agregata (0–32 mm se preko tračnega dozatorja in glavnega traku dozira na troetažno vibracijsko sito velikosti 6 x 1,5 m. To sito agregat preseje na frakcije 0– 4 mm, 4– 8 mm, 8– 16 mm in 16–32 mm. Vse frakcije se nato transportirajo preko trakov na ustrezne deponije.

Osnovne lastnosti:

- dolžina (v obratovanju): 19,6 m;
- širina (v obratovanju): 2,99–18,7 m;
- masa: 34 ton;
- diesel hidravlični pogon DEUTZ BF4M 2012 72 kW (96 KS) – vodno hlajeni diesel motor;
- dozirni trak pod zbiralno komoro širine 1200 mm z možnostjo nastavitve hitrosti;
- dozirna komora prostornine: 8 m³;
- trietažno vibracijsko sito dimenzij: 6 x 1,5 m;
- korito za pranje z nastavljivimi curki vode na izhodu glavnega transporterja;
- zgornje korito sita in spodnji izhodni jaški so obrobjeni z zamenljivimi jeklenimi oblogami.



Slika 12: Sejalnica Terex Finlay rinser 694 supertrak



Slika 13: Sejalnica Terex Finlay rinser 694 supertrak

8.2.1.3 Klasifikator Finlay Hydrasander 150 E s Finlay 532 deponijskim trakom

Klasifikatorji so navadno priključeni na sisteme z vodnim pranjem agregata. Pri teh sistemih voda spira pesek frakcije 0–4 mm. Klasifikatorji služijo ločevanju agregata od umazane vode. Mešanico peska in vode doziramo v korito na strani stroja, kjer kolo z lopaticami zajame pesek. Te lopatice imajo mrežasto dno, tako da se voda odcedi, pesek pa izvržejo preko lijaka na transportni deponijski trak (v našem primeru Finlay 532), ki ga odvede na deponijo. Spirala služi potiskanju agregata v nasprotni smeri pretoka vode in tako grobim delcem ne dovoli iztoka iz stroja skupaj z odpadno vodo.

Osnovne lastnosti:

- električno-hidravlični pogon z 7,5 kW elektromotorjem;
- premer kolesa z lopaticami za izločevanje peska 0/4 mm je 3,35 m in ima brezkončno nastavljivo hitrost vrtenja;
- število lopatic: 48
- kapaciteta rezervoarja: 14.074 l



Slika 14: Klasifikator Finlay Hydrasander 150 E



Slika 15: Klasifikator Finlay Hydrasander 150 E



Slika 16: Finlay 532 deponijski trak

8.2.2 Zagotavljanje kakovosti v obratu za drobljenje, pranje in sejanje agregata

Za zagotavljanje kakovosti je bil izdelan poslovnik kontrole proizvodnje za obrat separacije na gradbišču Celovški dvori, ki opisuje sistem kontrole proizvodnje v skladu z zahtevami priloge H standarda SIST EN 1262:2002. V nadaljevanju so povzete temeljne zahteve in določila poslovnika.

8.2.2.1 Imenovanje odgovornega za sistem kontrole kakovosti

Vodja projekta imenuje vodjo kakovosti, ki ima neposreden dostop do vodstva in je odgovoren za pripravo, uvedbo in vzdrževanje sistema kontrole kakovosti proizvodnje v obratu separacije.

8.2.2.2 Vodstveni pregled

Enkrat letno vodstvo pregleda sistem obvladovanja proizvodnje. Med pregledom ugotavlja, ali so v proizvodnem procesu neskladnosti, ki bi lahko vplivale na kakovost proizvoda. O pregledu se vodijo zapisi, ki se hranijo v mapi vodstveni pregledi pri vodji za kakovost.

Pri vodstvenem pregledu se upoštevajo naslednje postavke:

- analiza in sinteza neskladnosti;
- analiza pritožb strank;
- analiza korektivnih ukrepov in njihova učinkovitost;
- primernost sistema kontrole;
- skladnost proizvodov.

8.2.2.3 Vodenje proizvodnje

Sistem kontrole proizvodnje izpolnjuje pogoje, ki so opisani v dokumentih in navodilih v zvezi z vzdrževanjem proizvodne opreme. Sestavljajo jih:

- seznam proizvodne opreme, stroji in naprave ter navodila za njihovo uporabo, ki so hranjeni pri obratovodji; v primeru vzdrževalnih del obratovodja zapiše ugotovitve in odpravo v dnevnik obrata, prav tako se zapiše v dnevnik tudi zaustavitev proizvodnje zaradi slabega vremena.;
- navodila za delo v obratu so označena z naslovi za posamezne procese dela in so hranjena pri obratovodji;
- dokumentacija, ki vsebuje podrobnosti o naravi surovine in njenem izvoru se hrani pri administratorju;
- način jemanja vzorcev je v skladu s standardom o odvzemu vzorcev;
- vsaka deponija materiala v obratu je ločena in označena s tablami;
- način proizvodnje je drobljenje, sejanje in pranje.

8.2.2.4 Kontrola in preizkušanje

Za preskušanje karakteristik materiala imamo sklenjeno pogodbo s podjetjem, ki ima akreditiran laboratorij v skladu z SIST EN ISO/IEC 17025 za preizkušanje agregatov.

Vzorci se jemljejo v skladu z SIST EN 932-1:1999. Vsak vzorec mora imeti oznako iz katere so razvidni naslednji podatki:

- lokacija odvzema;
- datum odvzema;
- imena vzorčevalcev;
- oznako proizvoda.

Pri vsakem vzorčenju je potrebno izpolniti obrazec, ki vsebuje vse potrebne podatke, ter tudi podatke o tem, katere karakteristike je potrebno vzorcu določiti.

Frekvenca preskusov je navedena v načrtu kontrol, ki je priloga poslovnika.

Preglednica 6: Frekvenca preskušanj in pregled preiskav po posameznih standardih

ZAP. ŠT.	Lastnosti	Preskuševalna metoda	Minimalna frekvenca
1	Zrnavost	SIST EN 933-1	1-krat tedensko
2	Oblika zrn, grobi agregat	SIST EN 933-4	1-krat mesečno
3	Vsebnost finih delcev	SIST EN 933-1	1-krat tedensko
4	Odpornost proti drobljenju	SIST EN 1097-2	2-krat letno
5	Gostota delcev in absorpcija vode	SIST EN 1097-6	1-krat letno
6	Nasipna gostota in praznine	SIST EN 1097-3	
7	Odpornost proti zmrzovanju	SIST EN 1367-2	1-krat na dve leti
8	Petrografski opis	SIST EN 932-3	1-krat na tri leta

8.2.2.5 Zapisi

O vseh aktivnostih se vodijo zapisi. Za njihovo izpolnjevanje je odgovoren obratovodja. Trajno se hranijo na sedežu obrata.

Zapisi, ki jih je potrebno voditi:

- zapisi o vodstvenih pregledih;
- zapisi o neskladnostih;
- zapisi o pritožbah strank;
- zapisi o vzorčenju;
- zapisi o preizkušanju;
- zapisi o kontroli skladnosti;
- zapisi o CE označevanju;
- zapisi o podpogodbениkih;
- zapisnik o usposabljanju zaposlenih;
- zbirnik proizvodnje v obratu.

8.2.2.6 Skladiščenje in rokovanje z materialom

Ureditev rokovanja in skladiščenja materiala je takšna, da zagotavlja:

- zaščito zaloge pred onesnaženjem;
- agregate je potrebno skladiščiti na za to pripravljenem prostoru (deponijah), ki morajo biti čiste in ločene po posameznih frakcijah tako, da ne pride do mešanja le-tega;
- čistočo skladiščnih območij, opreme za rokovanje in kamionov za prevoz zagotavljamo z rednim čiščenjem in pranjem;
- s pomočjo nakladača skrbimo za homogene deponije agregata, da s tem omejimo segregacijo;
- posamezne deponije morajo biti označene s tablam, na katerih so oznake za posamezne frakcije.

8.2.2.7 Transport in odprema

Agregat se v našem primeru dobavlja izključno gradbiščni betonarni na razdalji cca 100 m. Za vsako odpremo se izda interna izdajnica, ki vsebuje naslednje podatke:

- oznaka agregata;
- datum odpreme;
- številka dobavnice;
- količina v m³;
- izjava o skladnosti;
- CE oznaka;
- številka certifikata.

8.3 Betonarna Celovški dvori

Na osnovi že prej omenjenih analiz in dognanj se je vodstvo podjetja odločilo, da je najprimernejša in najugodnejša betonarna proizvajalca TOSIN, d. o. o., in sicer tip HB 2000.

8.3.1 Tehnični opis betonarne

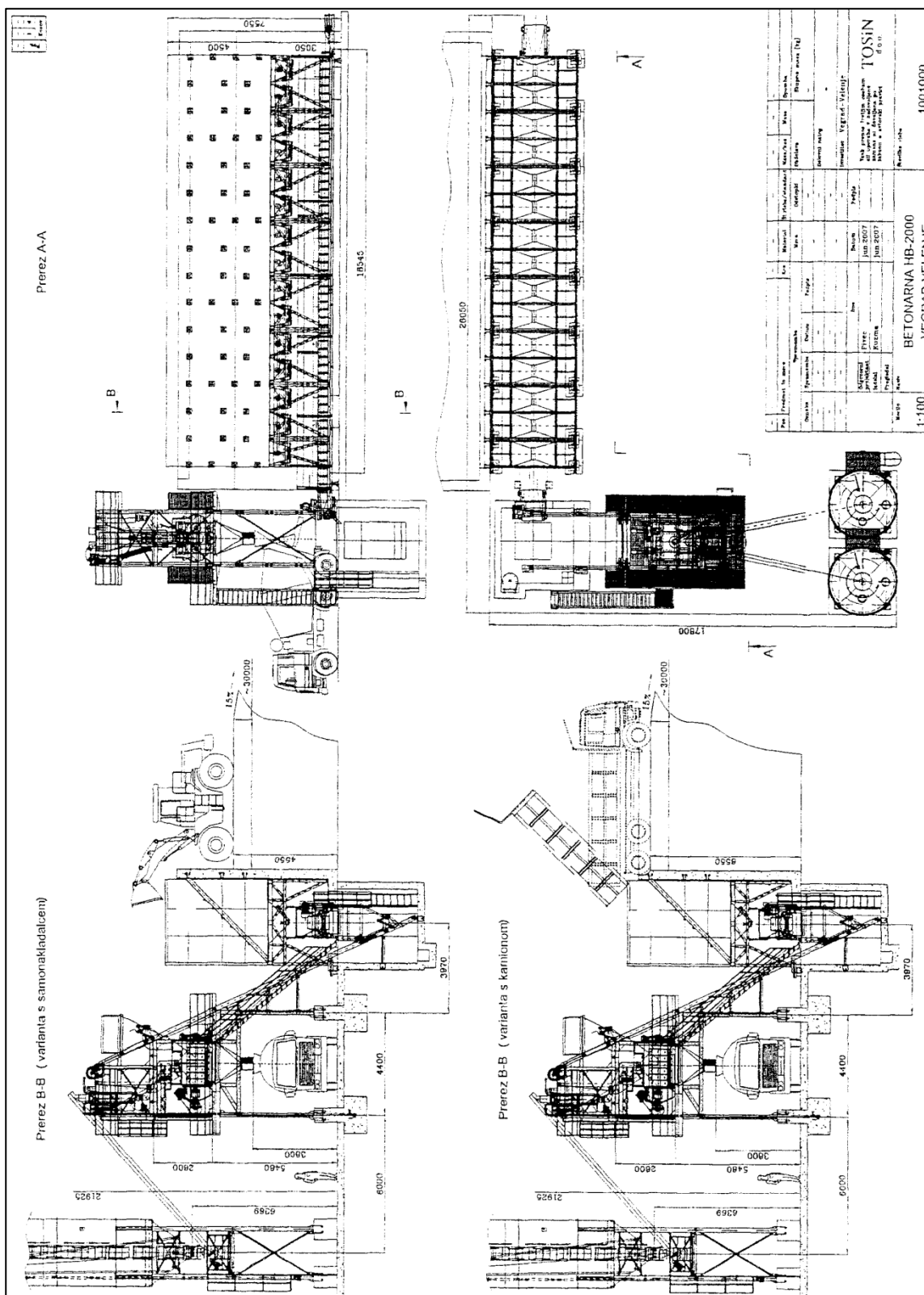
Premična betonarna podjetja TOSIN, d. o. o., tipa HB 2000, je namenjena proizvodnji transportnih betonov.

Opremo betonarne v grobem sestavljajo silosi za cement in agregate različnih frakcij, katere v našem primeru polni nakladač direktno iz deponije. Agregat se iz silosov preko pnevmatskih loput dozira na tračno tehtnico, ki sprejme glede na recepturo betona točno določeno količino posamezne frakcije. Nato transportni trak tehtnice agregat transportira v dvizno posodo, ki ga dvigne in iztrese v mešalec.

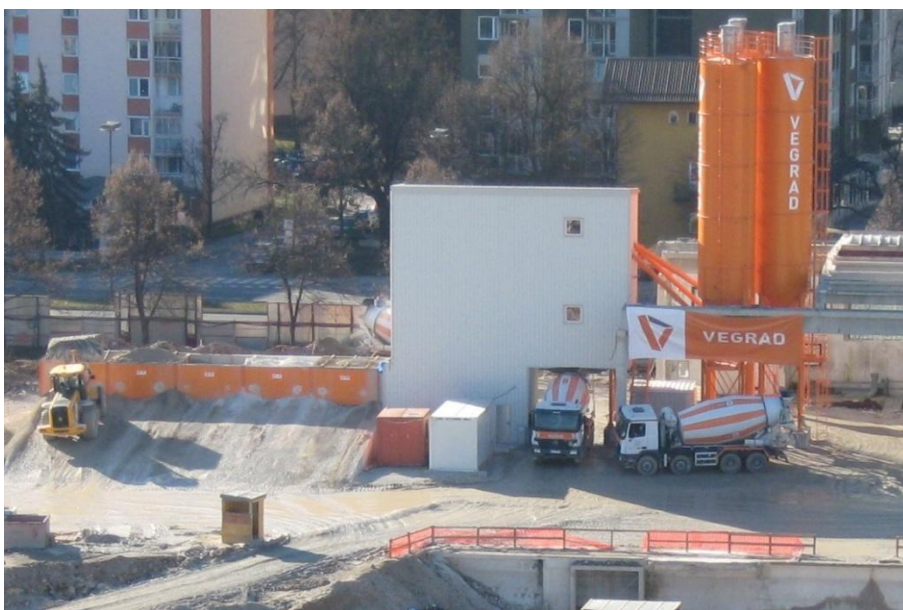
Mešalec betona je dvojni, kapacitete 2 m³, in ima na dnu hidravlično izpustno loputo preko katere beton spusti v lijak. Pomemben del mešalca je tudi mazalni sistem in protiprašni filter s sesalnim ventilatorjem.

Voda, dodatki in cement se v mešalec dodajajo preko tehtalnega sklopa, ki ga sestavljajo tehtnica vode, tehtnica dodatkov in tehtnica cementa. Tehtnica vode se polni direktno iz vodovodnega omrežja ali preko potopne črpalke iz reciklažnega bazena. Tekoče dodatke v tehtnico dodatkov doziramo preko membranskih črpalk, medtem ko se cement iz silosov dozira s pomočjo polžev.

Silosi cementa so trije. Vsak od njih ima kapaciteto 100 ton in so opremljeni z varnostnim ventilom za tlak, filtri, revizijsko odprtino, nivojskim stikalom za min–max, sistemom za vpihovanje zraka v konus in ročno loputo za izpust. Silose se s cementom polni direktno iz avtovlačilcev s cisternami za prevoz cementa. Poleg betonarne se nahaja tudi reciklirna naprava, ki je namenjena recikliranju še nestrjenih betonov. Je kombinirane izvedbe in omogoča tako praznjenje in pranje avtočrpalk za beton kot tudi avtomešalcev. V sklopu reciklirne naprave je tudi deponija za spran in odcejen agregat in bazen reciklirane vode. Vodo iz reciklažnega bazena lahko rabi betonarna za mešanje betonskih mešanic ali pa vozniki avtočrpalk in avtomešalcev za redčenje in pranje ostalega betona.



Slika 17: Shema betonarne



Slika 18: Betonarna TOSIN BH 2000

8.3.2 Tehnični podatki

- vrsta betonov: transportni in tehnološki betoni;
- tip mešalca: TOSIN DM 2000 2 x 37 kW;
- kapaciteta mešalca: 2 m³ vibriranega betona;
- višina izpusta betona: 3,8 m;
- kapaciteta betonarne: 60 m³/h vibriranega betona pri nadaljevalnem ciklu 80 sekund;
- število silosov za agregat: 5 (kapaciteta 5 x 50 m³);
- število silosov za cement: 3 x 100 ton;
- število različnih možnih dodatkov za beton: 4;
- kapaciteta reciklirne naprave: 15 m³/h;
- kapaciteta polžev za cement: 80 t/h;
- priključek vode: 3";
- kompresor: 300 l (batni).

8.3.3 Sistem upravljanja betonarne

Za obratovanje betonarne je poleg operaterja, ki upravlja in vodi betonarno, samo še strojnik nakladača.

Sistem upravljanja betonarne omogoča:

- ročno delovanje, kjer operater z ročnimi komandami preko komandne plošče izvaja posamezne faze mešalnega cikla;
- pri avtomatskem delovanju operater izbere zahtevano recepturo in količino betona, vse ostale operacije se izvršijo avtomatsko; programska oprema za vodenje betonarne se imenuje BETOS.

8.3.4 Logistika naročanja in dobave betona

Vodstvo gradbišča je tedensko vnaprej planiralo potrebne količine in recepture betonov za posamezne dneve in dele gradbišča. Vnaprejšnje planiranje je bilo nujno, predvsem zaradi dobave cementa in planiranje prevozov z avtomešalci medtem, ko dobava agregata zaradi gradbiščne separacije ni bila problematična. Kasneje je na dan betonaže odgovorni delovodja posameznega dela gradbišča naročil točno količino betona glede na količino izvedenih tesarških del. Prav tako je bilo v domeni delovodij naročanje in planiranje ustreznih avtočrpalk.

Pri večjih betonažah (največja je bila 1700 m³ v enem dnevu) je bila zaradi omejene kapacitete potrebna vključitev druge, včasih celo tretje betonarne.

Preglednica 7: Planirane potrebne količine in recepture betonov

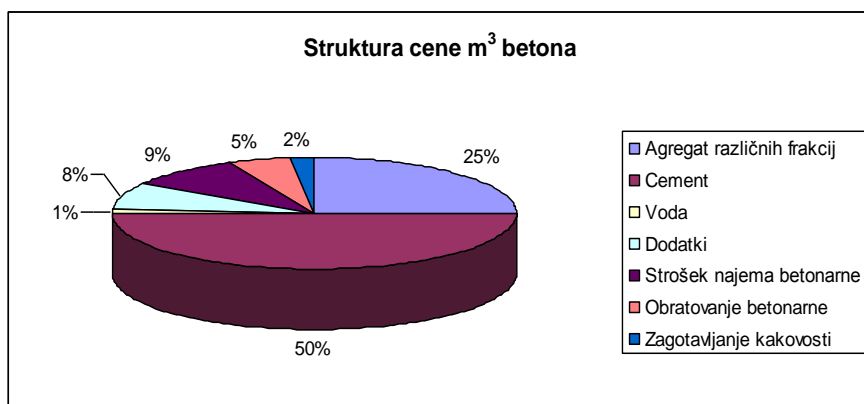
PLANIRANI - TEDENSKI PLAN DOBAVE BETONA OD															28.07.08					do					02.08.08				
															28.07.08					29.07.08					30.07.08				
gradbišče	m3	MB	ura	črpal.	konstr.	m3	MB	ura	črpal.	konstr.	m3	MB	ura	črpal.	konstr.														
CELOVŠKI DVORI	110	30	15	da	stene	100	30	15	da	stene	100	30	15	da	stene														
Lamela 1,2	100	30	12	da	plošča	90	30	12	da	plošča	180	30	12	da	plošča														
SKUPAJ m3/dan :	210					190					280																		
															31.07.08					01.08.08					02.08.08				
	m3	MB	ura	črpal.	konstr.	m3	MB	ura	črpal.	konstr.	m3	MB	ura	črpal.	konstr.														
	110	30	15	da	stene	120	30	15	da	stene	90	30	15	da	stene														
	150	30	6	da	plošča	200	30	6	da	plošča	230	30	6	da	plošča														
	260					320					330																		

9 ANALIZA STROŠKOV DOBAVE BETONA ZA GRADBIŠČE CELOVŠKI DVORI IZ STACIONARNE BETONARNE GP BEŽIGRAD IN MOBILNE BETONARNE CELOVŠKI DVORI

Zaradi velikosti projekta izgradnje stanovanjske soseske Celovski dvori, in posledično velikih količin vgrajenih betonov je zelo pomembna optimizacija logistike dobave betona. V nadaljevanju diplomske naloge bom z analizo predstavil razlike v ceni betona dobavljenega iz mobilne gradbiščne betonarne Celovski dvori v primerjavi s stacionarno betonarno gradbenega podjetja Bežigrad, ki jo lahko poimenujemo zunanja betonarna. Analiza temelji na predpostavki, da se je beton za povprečne dnevne betonaže (cca 360 m³/dan) dobavljal iz ene od betonarn in ne obeh hkrati, kot se je to dogajalo pri izjemnih dnevnik količinah betona (npr. 1800 m³/dan).

9.1 Struktura cene tipičnega betona

Graf prikazuje strukturo cene tipičnega vgrajenega betona (C25/30) pripravljenega v betonarni. Iz grafa je razvidno, da največji del (polovico) cene m³ betona predstavlja strošek cementa, četrtno pa strošek agregata. Ker sta ti dve sestavini, poleg dodatkov in vode, ključni za ohranjanje kakovosti betona, se z njimi ne da dosti optimizirati stroškov. Zato pa lahko stroške optimiziramo pri prevozu betona do mesta vgraditve.



Slika 19: Struktura cene betona

9.2 Določitev stroškov dobave betona iz stacionarne betonarne

V strošek dobave betona iz zunanje betonarne je všteta nabavna cena betona v betonarni in strošek prevoza betona z avtomešalci na gradbišče do mesta vgradnje. Nabavna cena vsebuje vse stroške, ki nastajajo pri proizvodnji betona, kot so dobava surovin, obratovanje betonarne, zagotavljanje kakovosti betona ... Za nabavno ceno betona sem pri analizi uporabil veljavni cenik GP Bežigrad za proizvodnjo betona za gradbišče Celovški dvori v letu 2008 in 2009.

Preglednica 8: Veljavni cenik betonskih mešanic GP Bežigrad za leto 2009 (z DDV)

	Betonska mešanica	Cena
Št. recepture	Oznaka	€/m ³
R-1	C8/10, XC0, S2, Dmax31,5	46,36
R-2	C12/15, XC0, S2, Dmax31,5	48,56
R-3	C16/20, XC0, S2, Dmax31,5	53,90
R-4	C20/25, XC1, S2, Dmax31,5	55,66
R-5	C25/30, XC2, S2, Dmax31,5	61,62
R-6	C30/37, XC3, S2, Dmax31,5	69,10
R-7	C35/45, XC3, S2, Dmax31,5	75,10
R-8	C8/10, XC0, S2, Dmax16	47,04
R-9	C12/15, XC0, S2, Dmax16	51,51
R-10	C16/32, XC0, S2, Dmax16	55,61
R-11	C20/25, XC1, S2, Dmax16	56,95
R-12	C25/30, XC2, S2, Dmax16	62,81
R-13	C30/37, XC3, S2, Dmax16	73,46
R-14	C35/45, XC3, S2, Dmax16	79,28
R-15	C20/25, XC1, S3, Dmax31,5	58,94
R-16	C25/30, XC2, S3, Dmax31,5	62,43
R-17	C30/37, XC3, S3, Dmax31,5	76,96
R-18	C35/45, XC3, S3, Dmax31,5	81,17
R-19	C20/25, XC1, S3, Dmax16	60,69
R-20	C25/30, XC2, S3, Dmax16	65,40
R-21	C30/37, XC3, S3, Dmax16	79,09

»se nadaljuje ...«

»... nadaljevanje«

R-22	C35/45, XC3, S3, Dmax16	83,36
R-23	C12/15, XC0, S2, Dmax8	60,72
R-24	C16/20, XC0, S2, Dmax8	62,79
R-25	C20/25, XC1, S2, Dmax8	66,91
R-26	C25/30, XC2, S2, Dmax8	71,66
R-27	C12/15, XC0, S2, Dmax4	65,42
R-28	C12/15, XC0, S2, Dmax4	68,67
R-29	C20/25, XC1, S2, Dmax4	71,90
R-30	C25/30, XC2, S2, Dmax4	76,29

9.2.1 Strošek prevoza betona na gradbišče iz zunanje betonarne

Pri dobavi betona iz zunanje betonarne se kot edini strošek poleg nakupa betona pojavi še prevoz le-tega do gradbišča. Višina tega stroška je zaradi enotne urne postavke najema avtomešalca odvisna le od oddaljenosti zunanje betonarne od gradbišča. Prav tako pa je potrebno določiti tudi praktično kapaciteto mešalnika betonarne, da lahko določimo število potrebnih avtomešalcev za dostavo ustrezne količine betona.

9.2.1.1 Določitev praktične kapacitete betonarne

Praktična kapaciteta nam pove dejansko količino betona, katero je betonarna sposobna proizvesti. Določimo na osnovi praktične kapacitete betonarne, količnika časovne izkoriščenosti betonarne, delovne prostornine mešalca betonarne in količnika gotovosti betonskih mešanic.

$$Q_{prb} = \frac{V_{db} \times f \times n}{1000} \times K_{vb}$$

Q_{prb} – praktična kapaciteta (zmogljivost) betonarne

[m³/h]

K_{vb} – količnik časovne izkoriščenosti betonarne

Vdb – delovna prostornina mešalca betonarne [m³]
f – količnik gotovosti betonske mešanice [0,6–0,8]

$$Vdb = Kfb \times Vgb$$

Kfb – količnik polnosti mešalca betonarne pri pripravi betona [0,4–0,9]
Vgb – geometrijska prostornina mešalca [l]

$$n = \frac{3600}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}$$

n – število ciklov mešalca betonarne na uro
t₁ – čas potreben za doziranje sestavin betona v mešalec (10–20 s)
t₂ – čas potreben za pripravo (mešanje) betonske mešanice (60–120 s)
t₃ – čas potreben za iztros betonske mešanice iz mešalca (mešalec z odpirajočim dnom 11–13 s, prekucni mešalec 16–20 s)
t₄ – čas za pripravo mešalca za nov cikel

9.2.1.2 Določitev praktične kapacitete avtomešalca

Praktična kapaciteta avtomešalca je odvisna od oddaljenosti betonarne od mesta vgraditve betona in povprečne hitrosti avtomešalca na tej poti. Za izračun sem uporabil razdaljo med zunanjo betonarno na Podmilščakovi 24 in kompleksom Celovski dvori v Šiški.

Povprečna hitrost polnega avtomešalca je zaradi prometa znašala le 25 km/h, praznega pri vračanju pa 30 km/h.

$$Qpra = Vda \times f \times n \times Kva$$

Qpra – praktična kapaciteta avtomešalca [m³/h]
f – količnik praznjenja bobna avtomešalca (oteškočeno praznjenje, zastoj ...)
n – število ciklov avtomešalca na uro

Kva – količnik izkoriščenosti avtomešalca

$$Vda = Kfa \times Vga$$

Vda – delovna prostornina avtomešalca [m³]

Kfa – količnik polnosti bobna avtomešalca [0,1–0,9]

Vga – geometrijska prostornina bobna avtomešalca

$$n = \frac{60}{t_p + t_0 + t_i + t_v}$$

$$t_p = \frac{Vda}{Qprb} \times 60$$

t_p – čas potreben za polnitev bobna avtomešalca [min]

$$t_0 = \frac{l_0}{v_0} \times 60$$

t₀ – čas potreben za pot avtomešalca od betonarne do mesta vgraditve [min]

l₀ – pot med betonarno in mestom vgraditve betona [km]

v₀ – povprečna hitrost avtomešalca na poti od betonarne do gradbišča [km/h]

$$t_i = s_{ti} \times Vd \times f$$

t_i – čas potreben za iztros betona iz bobna avtomešalca

s_{ti} – specifičen čas potreben za praznjenje bobna avtomešalca [min/m³]

$$t_v = \frac{l_v}{v_v} \times 60$$

t_v – čas potreben za vrnitev avtomešalca do betonarne

l_v – dolžina poti vračanja avtomešalca do betonarne [km]

v_v – hitrost avtomešalca pri vračanju proti betonarni [km/h]

9.3 Določitev stroškov za dobavo betona iz mobilne betonarne

V kolikor gre za dobavo betona iz mobilne betonarne, ki se nahaja na gradbišču, je struktura cene betona nekoliko drugačna kot v primeru stacionarne betonarne. V ceno betona je potrebno všteti vse stroške, ki nastanejo pri proizvodnji in dobavi betona do mesta vgradnje. V primeru betonarne na gradbišču Celovski dvori je posebnost tudi ta, da je bil agregat za izdelavo betona pridobljen s separiranjem materiala nastalega pri izkopu gradbene jame. Strošek za pridelavo posameznih frakcij bom obdelal v enem od naslednjih poglavij. Prav tako je poleg cene agregata pomembno upoštevati tudi stroške najemnine, postavitve, vzdrževanja, obratovanja betonarne, električne energije, vode, soglasij ... V nadaljevanju so prikazani izračuni posameznih stroškov, prilagojeni za mobilno betonarno postavljeno na gradbišču Celovski dvorih.

9.3.1 Določitev stroška dnevne najemnine

Za vso gradbeno mehanizacijo in opremo, med katero spada tudi mobilna betonarna, vrednotimo na osnovi amortizacijskih stroškov. Ker se takšna oprema potrebuje na gradbišču le določen čas, je smiselno za izračun stroškov uporabiti mersko enoto dan. Z drugimi besedami se ta strošek imenuje najemnina opreme.

$$N = \frac{V_a \times k_i}{365} \quad [\text{€/dan}]$$

N – dnevna najemnina

$$V_a = \frac{\textit{nabavna_vrednost_opreme}}{\textit{doba_uporabnosti}} \quad [\text{€/leto}]$$

V_a – letni amortizacijski odpis

$$k_i = \frac{\text{deponiranih dni letno}}{\text{uporabnih dni letno}} + 1$$

k_i – delež izkoriščenosti

9.3.2 Strošek postavitve in demontaže mobilne betonarne

Med stroške postavitve mobilne betonarne štejemo pripravljala dela, ki so nujna za postavitvev in stroške same montaže betonarne.

Med pripravljala dela štejemo:

- izdelavo prostora deponije različnih frakcij agregata, ki mora biti ustrezno ločen in označen;
- izdelava silosov za agregat ali tako imenovanih boksov agregata;
- izdelava betonskih delov betonarne;
- zemeljska dela, ki so potrebna za postavitvev;
- izvedba vseh potrebnih komunalnih priključkov;
- izvedba reciklažnega bazena.

V preglednici 9 so prikazani stroški pripravljanih del za betonarno Celovški dvori.

Preglednica 9: Stroški pripravljanih del

€	Deponija	Silos za agregat	Betonska dela	Zemeljska dela	Komunalni priključki	Reciklažni bazen
Strošek	5.400,00	11.000,00	68.600,00	23.000,00	3.500,00	6.500,00
SKUPAJ						118.000,00 €

Strošek montaže mobilne betonarne predstavlja predvsem strošek delovne sile. Odvisen pa je tudi od tipa mobilne betonarne in časa, v katerem mora biti mobilna betonarna

pripravljena za uporabo. Prišteti je potrebno tudi strošek materiala in nepredvidenih del ter zastojev med montažo. Preglednica 10 prikazuje strošek postavitve mobilne betonarne Celovški dvori.

Preglednica 10: Strošek montaže betonarne Celovški dvori

	montaža		
	vodja	KV	PKV
Čas montaže [dni]	21		
Število delavcev	1	6	2
Dnevno število ur	10	10	10
Strošek urne postavke	7,9 €	5,4 €	4,8 €
STROŠEK DELA	1.659,00 €	6.804,00 €	2.016,00 €
SKUPAJ	10.479,00 €		
Nepredvidena dela 5%	524,00 €		
STROŠEK SKUPAJ	11.003,00 €		

Za ustrezno določitev cene betona na m³ je potrebno upoštevati tudi strošek demontaže betonarne. V ta strošek je poleg stroška dela za demontažo všteti tudi strošek rušitve betonskih delov betonarne (temelji, silosi za agregat ...). V preglednici 11 je prikazan strošek odstranitve betonarne Celovški dvori.

Preglednica 11: Strošek demontaže mobilne betonarne Celovski dvori

	demontaža		
	vodja	KV	PKV
Čas montaže [dni]	21		
Število delavcev	1	4	4
Dnevno število ur	10	10	10
Strošek urne postavke	7,9 €	5,4 €	4,8 €
STROŠEK DELA	1.659,00 €	4.536,00 €	4.032,00 €
SKUPAJ	10.227,00 €		
Rušitvena dela	9.400,00 €		
STROŠEK SKUPAJ	19.627,00 €		

9.3.3 Prikaz stroškov obratovanja mobilne betonarne

Kot vsak drugi proizvodni obrat potrebuje tudi mobilna betonarna za obratovanje ves čas določeno delovno silo in mehanizacijo. Pod slednjo spada nakladač, ki skrbi, da so silosi agregata vedno ustrezno napolnjeni. Med delovno silo štejemo vodjo betonarne in strojnika zadolženega za betonarno. Poleg tega je potreben tudi strojnik, ki upravlja nakladač. Zaradi dejstva, da je bil nakladač v betonarni Celovski dvori najet, sodi strošek strojnika nakladača v strošek najema le-tega. V prikazani preglednici 12 je izračunan dnevni strošek obratovanja betonarne. Betonarna Celovski dvori je v povprečju delovala 10 ur dnevno.

Preglednica 12: Dnevni strošek obratovanja betonarne Celovski dvori

		A	B	C
		Delovna sila		Mehanizacija
		Vodja betonarne	Strojnik	Nakladač
1	Število subjektov	0,25	1	1
2	Število ur na dan	8	10	9
3	Urna postavka/najemnina	8,90 €	5,4 €	21,50 €
4	STROŠEK	17,80 €	54,00 €	193,50 €
	STROŠEK SKUPAJ	265,30 €		

9.3.4 Strošek sestavin betona

Med stroške sestavin betona štejemo nabavne in transportne stroške, ki nastanejo pri dobavi. Strošek transporta je odvisen od oddaljenosti betonarne od mesta izvora sestavine in od načina transporta le-tega.

Med stroške sestavin betona štejemo strošek:

- cementa;
- agregata različnih frakcij;
- raznih dodatkov (zimsko betoniranje, superplastifikator ...);
- vode;
- električne energije.

9.3.4.1 Strošek cementa

Za dobavo cementa za betonarno Celovski dvori je bila angažirana cementarna podjetja Salonit Anhovo. Prevoz cementa se je deloma vršil z lastnimi kapacitetami cistern deloma z najetimi. V preglednici 13 je cena tipičnih cementov (fco. betonarna Celovski dvori).

Preglednica 13: Cena cementa fco. betonarna Celovski dvori

Vrsta cementa	€/t (z DDV)
CEM II/A-S 42,5 R	107,45
CEM II/B-P 42,5 N	94,68

9.3.4.1 Strošek agregata

Agregat za oskrbo betonarne Celovski dvori je bil pridobljen z izkopom gradbene jame objekta in predelavo v obratu za drobljenje, sejanje in pranje, ki je bil prav tako postavljen na gradbišču Celovski dvori. Strošek agregata je sestavljen iz stroška pridobivanja surovin za agregat in stroškov sejanja. Skupni stroški agregata so predstavljeni v spodnji tabeli in so enaki cenam, ki jih je obrat za drobljenje, sejanje in pranje agregata zaračunaval PE Gradbena operativa.

Preglednica 14: Skupni stroški agregata

Frakcija agregata	Cena brez DDV (€/t)	Cena (z DDV) (€/t)
0/4	6,25	7,5
4/8	5,18	6,22
8/16	5,18	6,22
16/32	5,32	6,38

9.3.4.2 Strošek dodatkov

V strošek betona je potrebno prišteti še strošek dodatkov k betonom. V preglednici številka 15 so navedene nabavne cene posameznih dodatkov. Prevoz dodatkov do betonarne je vštet v ceno.

Preglednica 15: Cene dodatkov k betonu

DODATEK	Cena (z DDV) €/kg
TKK ZETA plus	1,30
TKK ETA – S	0,60
MBT GLENIUM	1,80

9.3.4.3 Strošek vode

Dobava vode za mobilno betonarno Celovski dvori je bila urejena preko javnega vodovodnega omrežja. Količina porabljene vode je odvisna od recepture posamezne vrste betona. Cena m³ vode je odvisna od višine omrežnine, ki je odvisna od velikosti vodomera (v našem primeru DN 80) in količine porabljene vode. V primeru betonarne Celovski dvori je m³ vode stal cca 0,84 €.

9.3.4.4 Strošek električne energije

Velik del strukture cene m³ proizvedenega betona predstavlja strošek električne energije. Celotna moč betonarne (poraba) je med povprečnim obratovanjem deklariran na 96,2 kW. Strošek električne energije na m³ betona lahko torej izračunamo po naslednji formuli.

$$S_e = \frac{K_{bet}}{Q_{prb}} \times C_e \times M$$

S _e – strošek električne energije	[€]
K _{bet} – količina betona	[m ³]
Q _{prb} – praktičen učinek betonarne	[m ³ /h]
C _e – cena električne energije	[€/kWh]
M – povprečna moč betonarne	[kW]

9.3.5 Strošek vzdrževanja betonarne

Med rednim obratovanjem betonarne prihaja pogosto do posameznih okvar in posledično nepredvidenih zastojev. Zavrlo tega je potrebno že na začetku predvideti okvirno višino stroškov, ki nastajajo vsled tega. Ocenjeno je potrebno za redna vzdrževalna dela in popravila okvar nameniti 20 % mesečnega najema.

$$S_v = N \times 0,2$$

S_v – strošek vzdrževalnih del

N – najemnina betonarne

9.3.6 Strošek začetnega preskusa betona in zagotavljanja kakovosti v betonarni

Med proizvodnjo betona je potreben stalni nadzor nad kakovostjo betona že v betonarni. Prav tako je pred serijsko proizvodnjo betona potrebno opraviti začetni preskus. Zaradi vseh teh preskusov nastanejo stroški. Iz že prej opisane strukture cene betona je razvidno, da je strošek preskusov med 1,5 in 2 % cene m^3 betona.

9.3.7 Strošek prevoza betona od betonarne do mesta vgraditve

Strošek prevoza betona iz mobilne betonarne do mesta vgradnje na gradbišču se izračunajo na enak način kot pri stacionarni betonarni in predstavljajo pomemben del strukture cene betona. Prednost pri dobavi betona iz mobilne betonarne je ravno v majhnih razdaljah (do 500 m). Posledično je za prevoz betona potrebnih manj avtomešalcev.

10 ANALIZA CENE DOBAVE BETONA IZ ZUNANJE IN MOBILNE BETONARNE CELOVŠKI DVORI

V nadaljevanju je prikazan izračun posameznih postavk, vključenih v ceno dobave betona za gradbišče Celovski dvori. Na koncu je izračunan strošek vseh vgrajenih betonov za posamezno betonarno ob predpostavki, da je bil ves beton pripeljan iz te betonarne.

10.1 Stacionarna betonarna

Kot sem že omenil, je v strošek dobave betona iz zunanje betonarne všteta nabavna cena betona in strošek prevoza betona z avtomešalci do mesta vgradnje.

10.1.1 Določitev praktične kapacitete betonarne

Praktična kapaciteta betonarne je odvisna od delovne prostornine mešalca, količnika gotovosti betonske mešanice in število ciklov mešalca na uro.

$$Q_{prb} = \frac{Vdb \times f \times n}{1000} \times Kvb = \frac{2025m^3 / h \times 0,8 \times 39,13}{1000} = 63,40m^3 / h$$

$$Vdb = Kfb \times Vgb = 0,9 \times 2250l = 2025l$$

$$n = \frac{3.600s}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} = \frac{3600s}{10s + 60s + 12s + 10s} = 39,13$$

10.1.2 Določitev praktične kapacitete avtomešalca

Praktično kapaciteto avtomešalca določimo na osnovi delovne prostornine avtomešalca, količnika praznjenja, števila ciklov in količnika izkoriščenosti avtomešalca.

$$Q_{pra} = Vda \times f \times n \times Kva = 8,00m^3 \times 0,8 \times 1,43 / h \times 0,913 = 8,36m^3 / h$$

$$Vda = Kfa \times Vga = 0,56 \times 14,29 m^3 = 8,00 m^3$$

$$n = \frac{60}{t_p + t_0 + t_i + t_v} = \frac{60 \text{ min}}{7,57 \text{ min} + 6,72 \text{ min} + 22,00 \text{ min} + 5,60 \text{ min}} = 1,43$$

$$t_p = \frac{Vda}{Qprb} \times 60 = \frac{8,00 m^3}{63,40 m^3 / h} \times 60 = 7,57 \text{ min}$$

$$t_0 = \frac{l_0}{v_0} \times 60 = \frac{2,80 km}{25 km / h} \times 60 = 6,72 \text{ min}$$

$$t_i = s_{ii} \times Vda \times f = 2,5 \text{ min} / m^3 \times 8,00 m^3 \times 1,10 = 22,00 \text{ min}$$

$$t_v = \frac{lv}{v_v} \times 60 = \frac{2,80 km}{30 km / h} \times 60 = 5,60 \text{ min}$$

Na osnovi praktične kapacitete avtomešalca lahko izračunamo strošek prevoza betona iz zunanje betonarne do mesta vgraditve na gradbišču. Strošek najema avtomešalca je 43,40 €/h.

$$X_p = \frac{43,40 \text{ €} / h}{8,36 m^3 / h} = 5,19 \text{ €} / m^3$$

Ob predpostavki, da je strošek prevoza za vse vrste betonov enak veljajo za dobavo betonov na gradbišče Celovski dvori iz stacionarne betonarne GP Bežigrad cene v preglednici 16.

Preglednica 16: Cene betonov iz zunanje betonarne fco. gradbišče Celovski dvori

	Betonska mešanica	Cena	Cena fco. gradbišče
Št. recepture	Oznaka	€/m ³	€/m ³
R-1	C8/10, XC0, S2, Dmax31,5	46,36	51,55
R-2	C12/15, XC0, S2, Dmax31,5	48,56	53,75
R-3	C16/20, XC0, S2, Dmax31,5	53,90	59,09
R-4	C20/25, XC1, S2, Dmax31,5	55,66	60,85
R-5	C25/30, XC2, S2, Dmax31,5	61,62	66,81
R-6	C30/37, XC3, S2, Dmax31,5	69,10	74,29
R-7	C35/45, XC3, S2, Dmax31,5	75,10	80,29
R-8	C8/10, XC0, S2, Dmax16	47,04	52,23
R-9	C12/15, XC0, S2, Dmax16	51,51	56,70
R-10	C16/32, XC0, S2, Dmax16	55,61	60,80
R-11	C20/25, XC1, S2, Dmax16	56,95	62,14
R-12	C25/30, XC2, S2, Dmax16	62,81	68,00
R-13	C30/37, XC3, S2, Dmax16	73,46	78,65
R-14	C35/45, XC3, S2, Dmax16	79,28	84,47
R-15	C20/25, XC1, S3, Dmax31,5	58,94	64,13
R-16	C25/30, XC2, S3, Dmax31,5	62,43	67,62
R-17	C30/37, XC3, S3, Dmax31,5	76,96	82,15
R-18	C35/45, XC3, S3, Dmax31,5	81,17	86,36
R-19	C20/25, XC1, S3, Dmax16	60,69	65,88
R-20	C25/30, XC2, S3, Dmax16	65,40	70,59
R-21	C30/37, XC3, S3, Dmax16	79,09	84,28
R-22	C35/45, XC3, S3, Dmax16	83,36	88,55
R-23	C12/15, XC0, S2, Dmax8	60,72	65,91
R-24	C16/20, XC0, S2, Dmax8	62,79	67,98
R-25	C20/25, XC1, S2, Dmax8	66,91	72,10
R-26	C25/30, XC2, S2, Dmax8	71,66	76,85
R-27	C12/15, XC0, S2, Dmax4	65,42	70,61
R-28	C12/15, XC0, S2, Dmax4	68,67	73,86
R-29	C20/25, XC1, S2, Dmax4	71,90	77,09
R-30	C25/30, XC2, S2, Dmax4	76,29	76,29

Strošek dobave betonov po posameznih vrstah betonov in skupaj ob predpostavki, da je bil ves beton pripeljan iz betonarne GP Bežigrad je prikazan v preglednici 17.

Preglednica 17: Strošek dobave betona iz betonarne GP Bežigrad

Vrsta betona		Vgrajena količina m ³	Cena €/m ³	Strošek €
C12/15	Dmax = 31,5 mm	1.094,60	53,75	58.834,75
C16/20	Dmax = 31,5 mm	169,00	59,09	9.986,21
C20/25	Dmax = 31,5 mm	25,00	60,85	1.521,25
C25/30	Dmax = 31,5 mm	60.773,25	67,32	4.091.255,19
C25/30	Dmax = 16 mm	48.641,35	68,00	3.307.611,80
C30/37	Dmax = 16 mm	83,00	78,65	6.527,95
C35/45	Dmax = 31,5 mm	2,00	86,36	172,72
Skupaj				7.475.909,87 €

10. 2 Mobilna betonarna

10.2.1 Skupni stroški obratovanja betonarne

- Dnevni najem betonarne

Betonarna Celovski dvori je bila ves čas v uporabi in ni bila deponirana, zato je delež izkoriščenosti enak 1.

- _____
- Stroški postavitve in demontaže betonarne :
 - pripravljalna dela: 118.000,00 €
 - montaža betonarne: 11.003,00 €
 - demontaža betonarne: 19627,00 €
 - **SKUPAJ: 148.630,00 €**
 - **SKUPAJ NA m³: 1,34 €/m³**

 - Stroški obratovanja betonarne: 265,3 €/dan
 - **S_{ob/m³}=1,15 €/m³**

10.2.2 Stroški sestavin betona

Za izračun posameznih stroškov sestavin najpogosteje uporabljenega betona sem uporabil podatke pridobljene iz recepture tega betona in dejanske cene za posamezne surovine. Preglednica v nadaljevanju prikazuje povzetek recepture betona C25/30 (0/16mm).

Preglednica 18: Povzetek recepture betona C25/30 (0/16mm)

Surovina	Proizvajalec	Teža (kg)	Volumen (l)
Cement CEM II/A-S 42,5 R	Salonit Anhovo	380,00	122,60
Voda		181,00	181,00
Dodatek Eta S	TKK	0,19	0,20
Dodatek Zeta plus	TKK	1,90	1,80
Agregat 0/4	Lasten	796,95	294,84
Agregat 4/8	Lasten	266,7	97,86
Agregat 8/16	Lasten	708,75	262,61

10.2.2.1 Strošek cementa za m³ betona

Ceno cementa na m³ betona določimo tako, da pomnožimo ceno cementa na tono s količino porabljenega cementa v m³ betona.

10.2.2.2 Strošek agregata za m³ betona

- Agregat 0/4:
- Agregat 4/8:
- Agregat 8/16:
- **SKUPAJ: 12,16 €**

10.2.2.3 Strošek dodatkov na m³ betona

- Eta – S:
- Zeta plus:
- **SKUPAJ: 2,58 €**

10.2.2.4 Strošek vode na m³ betona

Poraba vode za mešanje kubičnega m³ betona je cca 180 l. K temu moramo prišteti še porabo vode pri reciklaži odpadnih betonov in za čiščenje betonarne ter avtomešalcev. To poveča porabo vode za 100 %. Skupaj je torej poraba vode za m³ proizvedenega betona cca 360 l.

10.2.2.5 Strošek električne energije na m³ betona

$$S_e = \frac{K_{bet}}{Q_{prb}} \times C_e \times M = \frac{110.788,20m^3}{61,98m^3/h} \times 0,115€/kWh \times 96,2kW = 197747,93€$$

$$Q_{prb} = \frac{Vdb \times f \times n}{1000} \times Kvb = \frac{1980m^3 \times 0,8 \times 39,13/h}{1000} = 61,98m^3/h$$

$$Vdb = Kfb \times Vgb = 0,9 \times 2200 = 1980l$$

$$n = \frac{3.600s}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} = \frac{3.600s}{10s + 60s + 12s + 10s} = 39,13$$

10.2.2.6 Strošek vzdrževanja betonarne

10.2.2.7 Stroški začetnega preskusa in zagotavljanja kakovosti v betonarni

Strošek začetnega preskusa in zagotavljanja kakovosti je ocenjen na 1,1 €/m³.

10.2.2.8 Strošek prevoza betona na razdalji do 500 m

Za izračun stroška prevoza je potrebno določiti praktično kapaciteto avtomešalca na osnovi katere lahko določimo ceno prevoza betona do mesta vgradnje.

— —————

— —————

—————

10.2.3 Skupna cena betona fco. betonarna na m³

$$N_m^3 + S_{pd} + S_{ob} + S_c + S_a + S_d + S_v + S_e + S_{vz} + S_{pzk} =$$

10.2.4 Skupna cena fco. gradbišče na razdalji do 500 m

Skupna cena najpogosteje uporabljenega betona (C25/30, Dmax 16 mm) je enaka vsoti skupne cene betona in prevoza betona.

Preglednica 19: Cene betonov iz mobilne betonarne Celovski dvori

	Betonska mešanica (oznaka)	Cena	Cena fco gradbišče
Št. recepture	Oznaka	€/m ³	€/m ³
R-1	C8/10, XC0, S2, Dmax31,5	44,97	48,92
R-2	C12/15, XC0, S2, Dmax31,5	47,10	51,05
R-3	C15/20, XC0, S2, Dmax31,5	52,28	56,23
R-4	C20/25, XC1, S2, Dmax31,5	53,99	57,94
R-5	C25/30, XC2, S2, Dmax31,5	59,77	63,72
R-6	C30/37, XC3, S2, Dmax31,5	67,03	70,98
R-7	C35/45, XC3, S2, Dmax31,5	72,85	76,80
R-8	C8/10, XC0, S2, Dmax16	45,63	49,58
R-9	C12/15, XC0, S2, Dmax16	49,95	53,90
R-10	C16/32, XC0, S2, Dmax16	53,39	57,34
R-11	C20/25, XC1, S2, Dmax16	55,70	59,65
R-12	C25/30, XC2, S2, Dmax16	60,78	64,73
R-13	C30/37, XC3, S2, Dmax16	71,27	75,22
R-14	C35/45, XC3, S2, Dmax16	76,50	80,45
R-15	C20/25, XC1, S3, Dmax31,5	57,17	61,12
R-16	C25/30, XC2, S3, Dmax31,5	60,56	64,51
R-17	C30/37, XC3, S3, Dmax31,5	74,65	78,60
R-18	C35/45, XC3, S3, Dmax31,5	78,33	82,28
R-19	C20/25, XC1, S3, Dmax16	58,90	62,85
R-20	C25/30, XC2, S3, Dmax16	63,40	67,35
R-21	C30/37, XC3, S3, Dmax16	76,72	80,67
R-22	C35/45, XC3, S3, Dmax16	80,86	84,81
R-23	C12/15, XC0, S2, Dmax8	58,96	62,91
R-24	C16/20, XC0, S2, Dmax8	60,90	64,85
R-25	C20/25, XC1, S2, Dmax8	64,90	68,85
R-26	C25/30, XC2, S2, Dmax8	69,51	73,46
R-27	C12/15, XC0, S2, Dmax4	63,46	67,41
R-28	C12/15, XC0, S2, Dmax4	66,61	70,56
R-29	C20/25, XC1, S2, Dmax4	69,74	73,69
R-30	C25/30, XC2, S2, Dmax4	74,00	77,95

Strošek dobave betonov po posameznih vrstah betonov in skupaj, ob predpostavki, da je bil ves beton dobavljen iz betonarne Celovski dvori je prikazan v preglednici 20.

Preglednica 20: Strošek dobave betona iz betonarne Celovski dvori

Vrsta betona		Vgrajena količina m ³	Cena €/m ³	Strošek €
C12/15	Dmax=31,5 mm	1.094,60	51,05	55.879,33
C15/20	Dmax=31,5 mm	169,00	56,23	9.502,87
C20/25	Dmax=31,5 mm	25,00	57,94	1.448,5
C25/30	Dmax=31,5 mm	60.773,25	64,51	3.920.482,36
C25/30	Dmax=16 mm	48.641,35	64,73	3.148.554,59
C30/37	Dmax= 16mm	83,00	75,22	6.243,26
C35/45	Dmax=31,5 mm	2,00	82,28	164,56
Skupaj				7.142.275,47 €

10.3 Primerjava stacionarne in mobilne betonarne

Ceno najpogosteje uporabljenega betona (C25/30, Dmax 16 mm) dobavljenega iz mobilne betonarne Celovski dvori sestavljajo naslednji stroški:

- strošek dnevne najemnine betonarne (0,95 €/m³);
- strošek postavitve in demontaže betonarne (1,34 €/m³);
- strošek obratovanja betonarne (1,15 €/m³);
- strošek sestavin betona (56,05 €/m³);
- strošek vzdrževanja betonarne (0,19 €/m³);
- strošek začetnega preskusa in zagotavljanja kakovosti (1,10 €/m³);
- strošek prevoza do mesta vgraditve (3,95 €/m³).

Skupaj 64,73 €/m³.

Ceno najpogosteje uporabljenega betona (C25/30, Dmax 16mm) dobavljenega iz stacionarne betonarne GP Bežigrad pa sestavlja:

- cena določenega betona iz cenika (62,81€/m³)
- strošek prevoza do mesta vgraditve (5,19€/m³)

Skupaj 68,00€/m³.

11 ZAKLJUČEK

Pri gradnji velike poslovno-stanovanjske soseske Celovški dvori je bila, zaradi velikosti projekta in sedanjih gospodarskih razmer, še toliko bolj potrebna racionalizacija stroškov. Kljub temu pa še vedno velja, da mora ostati kakovost gradbenih proizvodov nespremenjena. V diplomski nalogi sem želel s primerjavo stroškov preveriti, ali je bila odločitev o postavitvi separacije in mobilne betonarne na gradbišču smiselna. Zato sem stroške betona, dobavljenega iz postavljene mobilne betonarne, primerjal s stroški za dobavo betona iz stacionarne betonarne GP Bežigrad.

Na ceno betona dobavljenega iz lastne mobilne betonarne vpliva veliko dejavnikov, ki imajo različno velike vplive na skupen strošek vgrajenega betona. Razdelimo jih lahko med stroške, ki nastanejo pri vzpostavitvi in obratovanju betonarne, ter na stroške osnovnih surovin za izdelavo betona.

Stroški vzpostavitve in obratovanja:

- strošek dnevne najemnine betonarne;
- strošek postavitve in demontaže betonarne;
- strošek obratovanja betonarne;
- strošek vzdrževanja betonarne;
- strošek začetnega preskusa in zagotavljanja kakovosti betona.

Stroški surovin za izdelavo betona:

- cement;
- agregat različnih frakcij;
- dodatki;
- voda;
- električna energija.

V primeru, da se odločimo za beton, dobavljen iz zunanje (tuje) betonarne, je cena odvisna od pogodbene cene za dobavo posamezne vrste betona in stroška prevoza betona iz betonarne do mesta vgraditve.

Ob upoštevanju celotnih vgrajenih količin na obravnavanem objektu sem prišel do zaključka, da je bilo zaradi postavitve betonarne na gradbišču, privarčevanih približno 337.000,00 €. K temu pa je potrebno prišteti še razliko v stroških prevoza 280.000,00 m³ izkopanega materiala, ki je bil ponovno uporabljen, na gradbiščno deponijo in stalno deponijo. Razlika v stroških prevoza je približno 1.800.000,00 €.

Na osnovi ugotovljenih podatkov lahko zaključim, da je bila postavitev obrata za drobljenje, sejanje in pranje materiala ter betonarne stroškovno in časovno upravičena, kar je pripomoglo k bolj racionalni proizvodnji obravnavane stanovanjske soseke.

VIRI

1. Bajželj, G. 2009. Analiza rentabilnosti uporabe mobilne betonarne. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo.
2. Bokan–Bosiljkov, V. ... et al. 2006. Priročnik za preskušanje betona. Ljubljana: ZAG, Zavod za gradbeništvo Slovenije: ZBS, Združenje za beton Slovenije: str. 9–33, 65–73.
3. Cerkovnik, R. 2008. Poslovnik kontrole proizvodnje (obrat separacija) (interno gradivo).
4. I-n-i, d. o. o. 2007. Geotehnično poročilo (interno gradivo).
5. Pivka, M. 1996. Kakovost v programskem inženirstvu: [preskušanje, certificiranje, standardi]. Izola: Desk.
6. Pšunder, M., Klanšek, U., Šuman, N. 2009, Organizacija grajenja. Maribor, Fakulteta za gradbeništvo: str. 7–46.
7. Reflak, J. ... et al. 2007–. Od projekta do objekta: strokovni priročnik za pripravo, vodenje in organizacijo gradnje. Ljubljana: Dashöfer.
8. SIST 1026:2004. Beton (Specifikacija, lastnosti, proizvodnja in skladnost), Pravila za uporabo SIST EN 206-1
9. SIST EN 12350-2:2001. Preskušanje svežega betona. Del 2
10. SIST EN 12350-5:2001. Preskušanje svežega betona. Del 5
11. SIST EN 206-1:2006. Beton (Specifikacija, lastnosti, proizvodnja in skladnost)

12. Špoljarič, M., Šelih, J. 2002. Preverjanje proizvodne sposobnosti betonarn. Gradbenik let. 6, št. 4: 69–70.

13. Terex Finlay

<http://www.terex.com/main.php?obj=brand&action=BROWSE&nav=brand&bid=0058>

(2. 7. 2010)

14. Tosin, d. o. o. 2008. Tehnična mapa mobilne betonarne (interno gradivo).

15. Vegrad projektivni biro, d. o. o., 2007. Komercialno-tehnični opis objekta Celovski dvori (interno gradivo).

16. Žarnić, R. 2003. Lastnosti gradiv. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za preizkušanje materialov in konstrukcij: str. 110–119.

17. Žnidarič, J., Simon, M., Kavčič, I. 2000. Navodilo o kontroli proizvodne sposobnosti betonarn. Dopnila splošnih in tehničnih pogojev. 1996–2004: str. 47–53.