

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*



Univerzitetni program Gradbeništvo,  
Konstrukcijska smer

Kandidat:

**Aleš Pančur**

# **Primerjava izvedbe poslovno-skladiščnega objekta z uporabo različnih opažnih sistemov**

**Diplomska naloga št.: 3167**

**Mentor:**  
doc. dr. Jože Lopatič

Ljubljana, 26. 5. 2011





## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Skladno s 27. členom Pravilnika o diplomskem delu UL Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, podpisani Aleš Pančur izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: “Primerjava izvedbe poslovno-skladiščnega objekta z uporabo različnih opažnih sistemov”.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Noben del tega zaključnega dela ni bil uporabljen za pridobitev strokovnega naziva ali druge strokovne kvalifikacije na tej ali na drugi univerzi ali izobraževalni inštituciji.

Ljubljana, \_\_\_\_\_ 2011

---

(podpis kandidata)



## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

- UDK:** 624.012.4:694.3(043.2)
- Avtor:** Aleš Pančur
- Mentor:** doc. dr. Jože Lopatič
- Naslov:** Primerjava izvedbe poslovno-skladiščnega objekta z uporabo različnih opažnih sistemov
- Obseg in oprema:** 127 str., 34 pregl., 72 sl., 4 en., 3 pril.
- Ključne besede:** beton, opaž, opažna tehnologija, opažni sistem, stenski opaži, opaži plošč, stroškovna analiza, materialni stroški, stroški delovne sile,

### **Izvleček**

Diplomska naloga se posveča izvedbi betonskih konstrukcij, natančneje obravnava proces opaženja. Teoretično so opisane osnovne značilnosti betona, kot konstrukcijskega materiala, ter opaža, kot bistvenega dela proizvodnega postopka. Podrobneje je obdelana razdelitev opažev, vse od tradicionalnih lesenih opažev pa do specialnih opažnih sistemov primernih za specifične vrste gradenj. Drugi del naloge zajema primerjavo rešitev izvedbe opaženja na poslovno skladiščnem objektu z uporabo različnih opažnih sistemov. Obravnavani sta rešitvi z opažno tehnologijo, ki jo ponujata podjetji Doka in Epic. Sestavni del naloge so načrti opaženja betonskih konstrukcijskih elementov in optimizacija procesa opaževanja. Popisi potrebnega opažnega materiala, ki so izvedeni na podlagi načrtov opaženja, služijo kot osnova za stroškovno analizo v zadnjem delu naloge. Stroškovna analiza zajema materialne in transportne stroške ter stroške delovne sile, ki nastanejo pri izvedbi posamezne rešitve, v predvidenem časovnem okviru. Ugotovitve stroškovne analize v zaključku utemeljujejo izbor posamezne rešitve.

## **BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 624.012.4:694.3(043.2)

**Author:** Aleš Pančur

**Supervisor** Assist. Prof. Ph.D., Jože Lopatič

**Title:** Comparison of a commercial and warehouse building execution using different formwork systems

**Notes:** 127 p., 34 tab., 72 fig., 4 eq., 3 ann.

**Key words:** concrete, formwork, formwork technology, formwork system, wall formwork, slab formwork, cost analysis, material cost, work force cost

### **Abstract**

This thesis focuses on executing concrete structures, more specifically on forming. It describes the basic characteristics of concrete as a structural material and formwork, as an essential part of the production process. It analyses the different types of formwork, ranging from traditional wood paneling to special formwork systems suitable for specific construction challenges. The second part of the thesis involves a comparison of forming solutions for a commercial and warehouse building using various formwork systems. The analyzed formwork technology is provided by Doka and Epic. An integral part of the thesis is the making of formwork plans, and forming process optimization. A cost analysis is then made for the required formwork material. Cost analysis includes material, transportation and labor costs that occur in the execution of a specific forming solution, within the calculated time frame. The findings of the cost analysis in the end justify the selection of a specific forming solution.

## ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Lopatič Jožetu za strokovno vodenje in usmerjanje pri izvedbi diplomske naloge. Posebej bi se rad zahvalil podjetju Epic in njenemu predstavniku g. Baltic Sašu za vse posredovane podatke in pomoč v zvezi z opažnimi sistemi Epic, prav tako pa tudi podjetju Doka in g. Pogačar Borisu za vse podatke in pomoč v zvezi z opažnimi sistemi Doka.

Rad bi se zahvalil tudi podjetju Gradbinec-GIP in vsem sodelavcem v podjetju za pomoč in štipendiranje v času študija, ki je nedvomno pomagalo k uspešnemu dokončanju študija.

Zahvalil pa bi se tudi družini, ki mi je v času študija stala ob strani. Posebej bi se zahvalil še dekletu Saši za neomajno moralno podporo.



## KAZALO VSEBINE

<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 Opredelitev teme	1
1.2 Cilj naloge	1
<b>2 BETON IN OPAŽ</b>	<b>2</b>
2.1 Beton	2
2.1.1 Zgodovina betona	3
2.1.2 Splošno o betonu	4
2.1.3 Vrste betonov	5
2.1.4 Lastnosti betona	6
2.1.5 Tehnološke lastnosti betona	7
2.1.6 Jeklena armatura	8
2.2 Opaž	9
2.2.1 Definicija opaža	9
2.2.2 Splošna problematika	9
<b>3 RAZDELITEV OPAŽEV</b>	<b>11</b>
3.1 Tradicionalni postopek opaženja	12
3.1.1 Leseni opaži izdelani po meri	12
3.1.2 Opažne konstrukcije iz modularnih plošč	15
3.2 Prenosne opažne konstrukcije	17
3.2.1 Panelne stenske opažne konstrukcije	17
3.2.2 Opažne mize	20
3.2.3 Tunelske opažne konstrukcije	22
3.2.4 Premične opažne konstrukcije za prosto konzolno gradnjo	24
3.3 Drsne opažne konstrukcije	25
3.4 Fiksne opažne konstrukcije	27
3.5 Izgubljene opažne konstrukcije	28
3.5.1 Polmontažni sistemi	29
3.5.2 Sovprežne konstrukcije	30

3.5.3 Trajno vgrajeni izolativni opažni elementi	30
3.6 Razopaženje	31
<b>4 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANEGA PROJEKTA</b>	<b>34</b>
4.1 Splošni opis objekta	34
4.1.1 Skladiščni del objekta	34
4.1.2 Poslovni del objekta	34
4.2 Izvedba objekta	35
4.3 Naloge in problemi	35
<b>5 OPAŽNA TEHNOLOGIJA DOKA</b>	<b>37</b>
5.1 Doka stenski opaži	37
5.1.1 Sistem Framax Xlife	37
5.1.2 Sistem Alu-Framax Xlife	38
5.1.3 Sistem Dokaset	39
5.1.4 Sistem Frami	39
5.2 Doka opaži za plošče	41
5.2.1 Dokamatic - opažne mize	41
5.2.2 Doka Xtra	42
5.2.3 Dokaflex 1-2-4	43
5.2.4 Podporniki Eurex	46
5.2.5 Podporni stolpi Staxo	47
<b>6 OPAŽNA TEHNOLOGIJA EPIC</b>	<b>48</b>
6.1 Stenski opaži	48
6.1.1 Plastični opaž Epic Eco	48
6.1.2 Jeklen stenski opaž Epic Faresin	50
6.2 Opaži za plošče	51
6.2.1 Opaž plošče Epic Eco Sky Speed	51
6.2.2 Opaž plošče Epic Eco Sky Light	52
6.2.3 Opaž plošče Epic Eco Sky Wood	52
6.3 Epic nosilna konstrukcija	53
6.3.1 Podporniki EPIC	53
6.3.2 Stolpi EPIC	53

<b>7 TEHNOLOŠKA REŠITEV OPAŽEV NA OBJEKTU Z UPORABO TEHNOLOGIJE DOKA</b>	<b>54</b>
<b>7.1 Opaž temeljev s sistemom Frami</b>	<b>54</b>
7.1.1 Opaž temeljnih pet	54
7.1.2 Opaž pasovnih temeljev	61
7.1.3 Opaž parapetne stene	64
7.1.4 Optimizacija sistema Frami	67
<b>7.2 Opaženje sten s sistemom Framax Xlife</b>	<b>72</b>
7.2.1 Opaž sten poslovnega dela	72
7.2.2 Opaž sten skladiščnega dela	76
<b>7.3 Opaž plošč s sistemom Dokaflex 1-2-4</b>	<b>79</b>
7.3.1 Opaž plošč v prvi etaži	79
7.3.2 Opaž plošč v drugi etaži	84
7.3.3 Opaž krovnih plošč	87
<b>8 TEHNOLOŠKA REŠITEV OPAŽEV NA OBJEKTU Z UPORABO TEHNOLOGIJE EPIC</b>	<b>91</b>
<b>8.1 Opaž temeljev s sistemom Epic Eco</b>	<b>91</b>
8.1.1 Opaž temeljnih pet	91
8.1.2 Opaž pasovnih temeljev	92
8.1.3 Opaž parapetne stene	92
8.1.4 Opaž sten	93
<b>8.2 Opaženje plošč s sistemom Epic Eco Sky Speed</b>	<b>95</b>
<b>9 STROŠKOVNA ANALIZA</b>	<b>96</b>
<b>9.1 Ekonomika projekta</b>	<b>96</b>
<b>9.2 Gradbene kalkulacije</b>	<b>96</b>
<b>9.3 Osnovne predpostavke</b>	<b>99</b>
<b>9.4 Analiza stroškov izvedbe opažev tehnologije Doka</b>	<b>100</b>
9.4.1 Določitev stroška delovne sile za izvedbo s tehnologijo Doka	100
9.4.2 Določitev časa najemanja materiala	106
9.4.3 Določitev materialnih stroškov opažev Doka	112
<b>9.5 Analiza stroškov izvedbe opažev tehnologije Epic</b>	<b>117</b>

9.5.1 Določitev stroška delovne sile za izvedbo s tehnologijo Epic	117
9.5.2 Določitev časa najema opažnega materiala	118
9.5.3 Določitev materialnih stroškov opažev Epic	120
9.6 Primerjava stroškov	123
<b>10 ZAKLJUČEK</b>	<b>126</b>
<b>VIRI</b>	<b>128</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Razmiki med nosilci H20 v odvisnosti od debeline plošče Doka	45
Preglednica 2:	Poraba materiala pri neoptimizirani izvedbi opaža Frami	69
Preglednica 3:	Poraba materiala pri optimizirani izvedbi opaža Frami	70
Preglednica 4:	Primerjava optimizirane in neoptimizirane izvedbe opaža Frami	71
Preglednica 5:	Skupni popis materiala za izvedbo opaženja sten s sistemom Framax	78
Preglednica 6:	Skupni popis materiala za izvedbo opaženja plošč s sistemom Dokaflex	90
Preglednica 7:	Skupna poraba materiala za opažni sistem Epic Eco	94
Preglednica 8:	Skupna poraba materiala za stropni opažni sistem Epic Eco Sky Speed	95
Preglednica 9:	Razdelitev ponudbene cene gradbenih del objekta	98
Preglednica 10:	Prikaz kvalifikacijskih skupin delavcev in njihovih bruto dohodkov	99
Preglednica 11:	Faktorji vpliva za izvedbo temeljev z opaži sistema Doka Frami	101
Preglednica 12:	Normativ opaženja s sistemom Doka Frami	102
Preglednica 13:	Faktorji vpliva za izvedbo sten z opaži Doka Framax	103
Preglednica 14:	Normativ opaženja s sistemom Doka Framax	103
Preglednica 15:	Faktorji vpliva za izvedbo plošč z opaži Dokaflex 1-2-4	105
Preglednica 16:	Normativ opaženja s sistemom Dokaflex 1-2-4	105
Preglednica 17:	Določitev števila delavcev za izvedbo opaženja s sistemom Frami	107
Preglednica 18:	Določitev števila delavcev za izvedbo opaženja s sistemom Framax	110
Preglednica 19:	Določitev št. delavcev za izvedbo opaženja s sistemom Dokaflex 1-2-4	111
Preglednica 20:	Strošek najemanja opaža sistema Frami	113
Preglednica 21:	Strošek najemanja neoptimizirane variante opaža sistema Frami	114
Preglednica 22:	Strošek najemanja opaža sistema Framax	115
Preglednica 23:	Strošek najemanja opaža sistema Dokaflex 1-2-4	116
Preglednica 24:	Normativi izvedbe opažev podjetja Epic	117
Preglednica 25:	Strošek dela za opaženje z opažno tehnologijo Epic	118
Preglednica 26:	Izračun potrebnega števila delavcev za opaže Epic	119
Preglednica 27:	Določitev števila delavcev za izvedbo posameznih faz	119
Preglednica 28:	Določitev časa najemanja opažne opreme Epic	120
Preglednica 29:	Določitev površine stenskega opaža Epic Eco	121

Preglednica 30:	Določitev površine stropnega opaža Epic Eco Sky Speed	122
Preglednica 31:	Določitev stroška najemanja opažnega materiala podjetja Epic	122
Preglednica 32:	Struktura stroškov izvedbe opaženja s tehnologijo Doka in Epic	123
Preglednica 33:	Primerjava strukture stroškov obravnavanih izvedb	124
Preglednica 34:	Primerjava stroškov izvedbe posameznih konstrukcijskih elementov	124

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Uporaba betona v gradbeništvu	2
Slika 2:	Rimski kolosej	3
Slika 3:	Jeklena armatura	8
Slika 4:	Uporaba opažev	9
Slika 5:	Primeri tradicionalnih opažev	14
Slika 6:	Trislojne opažne plošče podjetja Lip Bled	15
Slika 7:	Opazne plošče podjetja Doka	16
Slika 8:	Kombinacija panelnih plošč, lesenih I nosilcev in jeklenih podpornih stebrov	17
Slika 9:	Leseni nosilci različnih proizvajalcev	17
Slika 10:	Stenska opažna konstrukcija podjetja Meva	18
Slika 11:	Stenska opažna konstrukcija podjetja Zulin	19
Slika 12:	Opazne mize Peri	20
Slika 13:	Aluminijasta opažna miza podjetja Aluma Systems	21
Slika 14:	Pravokotna tunnelska opažna konstrukcija podjetja Mesa	22
Slika 15:	Opaz ukrivljene lupine tunela podjetja Peri	23
Slika 16:	Levo: »gredni« most. Desno: »ločni« most	24
Slika 17:	Infinity tower, Dubaj	26
Slika 18:	Kalup za izdelavo prefabriciranih stenskih elementov	28
Slika 19:	Polmontažne »Omnia« plošče	29
Slika 20:	Različni profili uporabljane pločevine	30
Slika 21:	Izolativni izgubljeni opaž podjetja Quad-lock	31
Slika 22:	Modularne elemente z veznim materialom povežemo v večje sestave	37
Slika 23:	Sistem Alu-Framax Xlife je primeren za ročno postavitvev	38
Slika 24:	Sistem Dokaset za doseganje najhitrejše montaže	39
Slika 25:	Sistem Frami se enostavno prilagaja po višini	40
Slika 26:	Opazne mize Dokamatic	41
Slika 27:	Sistem Xtra: podpora Eurex z Xtra glavo, nosilec H20 top in panelne plošče	42
Slika 28:	Sistem montaže in demontaže Doka Xtra s pogrezno glavo	43
Slika 29:	Pomen oznak 1-2-4 pri sistemu Dokaflex 1-2-4	44

Slika 30:	Sistem opaženja nosilcev s tračno spono	45
Slika 31:	Podporniki sistema Eurex	46
Slika 32:	Podporni stolpi Staxo s sestavnimi deli	47
Slika 33:	Epic Eco stenski opažni sistemi s pripadajočim veznim materialom	49
Slika 34:	Stenski opažni sistem Epic Faresin	50
Slika 35:	Epic Eco Sky Speed: podpornik, Epic Speed nosilec in Epic Eco element	51
Slika 36:	Sistem Epic Eco Sky Light	52
Slika 37:	Konstrukcija temeljnih pet in njihove izmere v programu Tipos	56
Slika 38:	Razdelitev na faze: 1. faza – modra, 2. faza – rdeča	57
Slika 39:	Izvedba opaženja v programu Tipos	58
Slika 40:	Popis materiala za opaženje temeljnih pet	58
Slika 41:	Prikaz porabe materiala glede na faze	59
Slika 42:	Prikaz opaženja temeljnih plošč dvigalnih jaškov	60
Slika 43:	Popis materiala za opaženje temeljnih plošč dvigalnih jaškov	61
Slika 44:	Razdelitev opaženja pasovnih temeljev na 6 faz	62
Slika 45:	3D prikaz izvedbe opaženja pasovnih temeljev	62
Slika 46:	Popis materiala za opaženje pasovnih temeljev	63
Slika 47:	Poraba materiala glede na 6 faz opaženja pasovnih temeljev	64
Slika 48:	Opaženje parapetne stene v 2 fazah	65
Slika 49:	Prikaz izvedbe opaženja vzhodnega parapetne stene v poslovnem delu	65
Slika 50:	Popis materiala za opaženje parapetne stene	66
Slika 51:	Popis materiala za opaženje parapetne stene glede na faze	67
Slika 52:	Optimiziran popis materiala za opaženje pasovnih temeljev	68
Slika 53:	Optimiziran popis materiala za opaženje pet točkovnih temeljev,	68
Slika 54:	3D prikaz opaženja sten v pritličju poslovnega dela s fazami	73
Slika 55:	Popis materiala za opaženje sten v pritličju poslovnega dela	74
Slika 56:	Popis materiala za opaženje sten poslovnega dela glede na faze	75
Slika 57:	Izvedba opaženja v skladiščnem delu	76
Slika 58:	Popis materiala potrebnega za opaženje sten skladiščnega dela v pritličju	77
Slika 59:	Plošče prve etaže	79
Slika 60:	Diagram upogibkov za plošče 3-SO in Dokadur	81
Slika 61:	Izvedba opaženja plošč prve etaže v poslovnem delu	82



Slika 62:	Popis materiala za ploščo prve etaže v poslovnem delu	83
Slika 63:	Izvedba opaženja plošče prve etaže v skladiščnem delu	83
Slika 64:	Popis materiala za ploščo prve etaže v skladiščnem delu	84
Slika 65:	Plošče druge etaže	85
Slika 66:	Izvedba opaženja plošče druge etaže v skladiščnem delu	86
Slika 67:	Popis materiala za plošče druge etaže v skladiščnem delu	86
Slika 68:	Izvedba opaženja krovne plošče v poslovnem delu	87
Slika 69:	Popis materiala za krovno ploščo v poslovnem delu	88
Slika 70:	Izvedba opaženja krovne plošče v skladiščnem delu	88
Slika 71:	Popis materiala za krovno ploščo v skladiščnem delu	89
Slika 72:	Naraščanje trdnosti betona s časom v dnevih	109

## **1 UVOD**

### **1.1 Opredelitev teme**

V gradbeni panogi inženirji delujejo bodisi kot projektanti bodisi kot izvajalci gradbenih projektov. Vse tehnične rešitve tako v projektantskem kot tudi izvajalskem pogledu težijo k čim večji ekonomičnosti porabe resursov, ki so potrebni za realizacijo projekta. Pri projektiranju je verjetno najpomembnejša idejna zasnova projekta in s tem izbira primernih dimenzij objekta za njegovo uporabo. Po izbiri dimenzij je potrebno glede na funkcijo objekta izbrati primerne materiale, ki bodo kar najboljše zadostili zahtevanim pogojem uporabe. Ob primerni zasnovi je pomembna funkcija projektanta še optimizacija gradbene konstrukcije v smislu porabe materiala v okviru zahtevanih pogojev.

Problem, ki se tiče izvajalca pa je predvsem vezan na primerno tehnološko izvedbo projekta. V tem oziru mora izvajalec dobro poznati tehnološke rešitve, ki so na voljo ter izbrati najboljšo. Vendar pa so rešitve mnogokrat zelo kompleksne in njeni učinki zelo razvejani, tako da je najboljšo rešitev včasih težko prepoznati.

V tej diplomski nalogi sem si zadal nalogo preučiti možne tehnološke rešitve na že izdelani predlogi projekta. Za predlogo sem si izbral skladiščno poslovni objekt.

### **1.2 Cilj naloge**

Cilj diplomske naloge je izvedba primerjalne analize stroškov za dve varianti tehnoloških rešitev za izbran objekt. Z izvedbo analize bi tako s finančnega vidika utemeljil izbor ene ali druge tehnološke rešitve izvedbe.

## 2 BETON IN OPAŽ

### 2.1 Beton

V gradbeni stroki je poraba materialov v splošnem velika, zato se uporablja v največji meri materiale, ki jih je moč zlahka pridobiti iz okoliške narave v velikih količinah s čim manjšo porabo energije za njihovo predelavo. Iz tega razloga so kot konstrukcijski material najpogosteje uporabljeni beton, jeklo, les ter v visokih gradnjah zidaki iz različnih materialov (opečni, betonski ter bloki iz naravnega kamna). Material, ki je z leti postal nekako sinonim za gradbeništvo je nedvomno konstrukcijski beton.



Slika 1: Uporaba betona v gradbeništvu

Uporabnost betona v gradbeništvu je res izjemna. Njegova velika prednost je gotovo ta, da ga je mogoče izvesti v poljubni obliki, v kolikor je le mogoče narediti kalup za njegovo vgrajevanje. Spekter uporabe zajema tako stanovanjske, poslovne, industrijske, energetske stavbe, kot tudi najrazličnejše inženirske in infrastrukturne objekte kot so tuneli, mostovi, pregrade idr. Njegove odlike so razmeroma velika tlačna trdnost, možnost izvedbe poljubnih oblik, velika požarna odpornost, dobra odpornost na zunanje vplive, možnost izdelave elementov pod vodo ter razmeroma ugodna cena glede na količino.

### 2.1.1 Zgodovina betona

Prvi so gradbeni material, ki je imel lastnosti, podobne današnjemu betonu, iznašli Rimljani. Rimski beton je bil izdelan iz vode, peska, apna, pucolana in zdrobljene opeke. Dobro so poznali škodljive primesi in posebne lastnosti različnih vrst peska. Z razvojem graditeljstva so prišli do tehnologije vgrajevanja enovite mase v lesen opaž in dosegli lastnosti, ki ustrezajo današnjim normativom (SLONEP, 2010).

Po velikem, že kar zgodovinskem požaru, ki je Rim prizadel leta 64 našega štetja, so izdali nove predpise za gradnjo, najpomembnejši je bil uporaba negorljivih materialov. Beton je bil v tistem času eden redkih materialov, ki je ustrezal zahtevi, zato so ga začeli uporabljati pri gradnji novih objektov. Pri tem je beton v konstruktivnem smislu za razliko od sodobnega armiranega betona sodeloval le kot material tlačanih elementov.



Slika 2: Rimski kolosej<sup>1</sup>

Rimska tehnologija izdelave in uporabe betona se nadaljuje leta 1414, ko so v švicarskem samostanu našli opis rimskega betona in ga začeli izboljševati in razvijati. V 19. stoletju se je

---

<sup>1</sup> Vir slike: <http://www.myconfinedspace.com/wp-content/uploads/2010/01/The-Colosseum-700x525.jpg>

začel razvijati armirani beton in začela se je njegova širša uporaba pri gradnji objektov.

Danes je beton osrednje gradivo, ki se uporablja pri gradnji vseh vrst objektov, od nizkih do visokih zgradb, za najrazličnejše namene uporabe (SLONEP, 2010).

### **2.1.2 Splošno o betonu**

Beton je umetna mešanica veziva (cement), grobega in finega agregata (pesek, prod, gramoz) in vode. Poleg teh osnovnih sestavin lahko vsebuje tudi kemijske in/ali mineralne dodatke. V sodobni tehnologiji se v sestavo betona dodajajo razna polnila, kot so polimeri, vlakna, ki bistveno spremenijo osnovne lastnosti betona (krhkost, krčenje, trdnost). V praksi je treba sestavine betona odmeriti tako, da dosežemo zadovoljive lastnosti:

- svežega betona v vseh fazah obdelovanja,
- otrdelega betona glede na njegovo trdnost, trajnost in deformabilnost.

V mešanici betona naj bi bile sestavine porazdeljene približno v naslednjem razmerju:

- agregat – 75 % volumske mase betona,
- cementni kamen – 25 % volumske mase betona (sestavljeno iz mešanice cementnega prahu in vode, absorbirane in kapilarne vode ter ostanka nehidratiziranega cementnega klinkerja). Cementni kamen vedno vsebuje manjšo količino zajetega zraka, ki pa v dobro sestavljenem betonu ne sme presegati 2-5 % volumna betona.

Ostali dodatki betonu se dodajajo v zanemarljivih količinah glede na volumen betonske mase, kljub temu pa bistveno vplivajo na lastnosti svežega in otrdelega betona.

V otrdelem betonu ima cementni kamen dve nalogi:

- med seboj poveže zrna mineralnega agregata in daje betonu njegovo trdnost,
- zapolni prazni prostor med zrnji agregata in tako tvori neprepustno maso.

Mineralni agregat ne sme vsebovati škodljivih sestavin v količini, ki bi lahko škodovala vezanju, strjevanju in obstojnosti betona. Vloga agregatov v betonu je:

- zniževanje cene betona (mineralni agregati so namreč relativno poceni),
- ustvarjanje kohezivnosti betona (v svežem stanju lažje obdelovati),
- zniževanje hidratacijske temperature betona (so kemično inertni in delujejo kot

odvajalo toplote, ki nastaja pri hidrataciji cementa),

- zmanjšanje krčenja betona (na večino agregatov voda ne deluje, zato omejuje krčenje cementne paste med hidratacijo).

Velikost maksimalnega zrna v betonu je odvisna od konstrukcije, za katero beton uporabljamo. Pri večini konstrukcij je maksimalna velikost 16 do 32 mm. Trdnost pripravljenega betona pa je močno odvisna od trdnosti agregata, ki ga za pripravo betona uporabimo (SLONEP, 2010).

### **2.1.3 Vrste betonov**

Po teži delimo betone na:

- lahke betone,
- normalne betone,
- težke betone.

Poleg tega betone ločimo tudi glede na njihovo uporabnost, na npr. hidrotehnične betone, betone za gradnjo cest, specialne betone,...

Za vsako vrsto betona so predpisane posamezne karakteristike kakovosti betona, ki jih moramo ob pripravi betona upoštevati. Te so:

- trdnostni razred betona,
- modul elastičnosti,
- odpornost proti mrazu,
- odpornost proti atmosferskim vplivom,
- odpornost proti obrabi.

Betoni, ki morajo biti odporni proti obrabi, morajo biti izdelani iz agregatov, katerih kamenina je odporna proti obrabi (SLONEP, 2010).

#### **2.1.4 Lastnosti betona**

Dobre lastnosti otrdelega betona so izrednega pomena za zagotavljanje dolge življenjske dobe konstrukcij, seveda ob upoštevanju predpostavk, da je konstrukcija v normalnih klimatskih pogojih, da je obremenjena in uporabljana, kot je določeno s projektom, in da je redno vzdrževana, v skladu s projektom vzdrževanja.

Dosežene končne lastnosti otrdelega betona so odvisne od:

- kakovosti betonske mešanice,
- nege betona,
- sušenja betona.

Končna trdnost betona je seveda odvisna od nege betona v času strjevanja in od vlažnosti okolja, v katerem se beton nahaja. Trdnost betona narašča, dokler so v cementni pasti še nehidratizirana zrnca cementa. Tako proces sušenja poteka nemoteno, če je relativna vlažnost okolja nad 80 % in če je temperatura okolja dovolj visoka. Zato je nujna nega betona z zagotavljanjem ustrezne vlažnosti okolja, vsaj v prvem mesecu starosti betona.

Sušenje betona ne prispeva k njegovi trdnosti, ker proces hidratizacije, za katerega smo prej omenili, da zagotavlja trdnost betona, potrebuje vlago. Tako osušeni beton nima vedno ustrezne in predvidene stopnje trdnosti, saj so določeni delci cementa lahko ostali nehidratizirani. Prehitro sušenje betona povzroča razlike med lastnostmi zunanega betona in betona v notranjosti in lahko povzroči njegovo krčenje in pokaanje. Betoni, ki imajo razmeroma veliko odprto površino, kot so npr. stene in plošče, se sušijo veliko hitreje kot masivni betonski elementi, kot so npr. stebri večjih prereзов (SLONEP, 2010).

### 2.1.5 Tehnološke lastnosti betona

Pomembne tehnološke lastnosti betona so:

- odpornost proti obrabi,
- vodotesnost,
- zmrzljinska odpornost,
- prostorninska stabilnost betona.

Odpornost betona proti obrabi je pomembna predvsem za površine, ki so izpostavljene mehanskim vplivom in tekoči vodi. Odpornost proti obrabi je sorazmerna s trdnostjo betona. Visoko odporni betoni morajo tako biti izdelani iz trdnega in trdega agregata in površinsko ustrezno obdelani.

Vodotesni betoni morajo zadrževati vodo brez vidnega prepuščanja. Prepuščanje vode je odvisno od prepustnosti cementnega kamna in agregata ter od razmerja med njima. Cementni kamen je manj prepusten, če je cementna pasta pripravljena z manjšo količino vode, če je stopnja hidratacije betona visoka in če je bil le-ta med strjevanjem ustrezno negovan. Največji vpliv na vodotesnost pa imata razpokanost in odprta poroznost betona.

S prepustnostjo betona je povezana tudi zmrzljinska odpornost betona. Proces zmrzovanja znižuje življenjsko dobo betona, dodatno pa jo znižujejo še prisotnost in vpliv raznih kemikalij. Zmrzljinska odpornost betona se lahko poveča s postopkom aeracije betona, pri čemer del vode dodatno izcedimo iz agregata.

Prostorninska stabilnost betona vpliva na njegovo delovanje znotraj konstrukcije, v katero je vgrajen. Otrdeli beton lahko svojo prostornino spreminja zaradi temperaturnih sprememb, sprememb vlage okolja in obremenitev. Na prostorninsko stabilnost vplivajo še granulacija agregata, način nege betona med strjevanjem in stopnja hidratizacije (SLONEP, 2010).



### 2.1.6 Jeklena armatura

V namen izboljšanja karakteristik betona uporabljamo jekleno armaturo, ki prevzema natezne sile, ki jih beton sam ne more prevzeti. Kot material za armaturo se praviloma uporablja jeklo. Ločimo 3 različne vrste jeklene armature za armiranje betona:

- gladke palice: proizvedena z vročim valjanjem mehkega gradbenega jekla; se ne uporabljajo v statične namene
- rebraste palice: imajo močno povečano trdnost ter sprijemnost z betonom, rebrasta armatura pa se pridobiva z vročim valjanjem naravno trdega jekla, s posebnimi kalibriranimi valji;
- mreže: mrežasta armatura, sestavljeno iz hladno vlečenega jekla, kar bistveno izboljša kakovost, z električno zvarjenimi križanji;

Za jekleno armaturo se uporablja konstrukcijsko jeklo, ki ga pridobivamo iz belega surovega železa ali starega železa in železnih odpadkov. To železo se nato s taljenjem in žilavljenjem predela v posebnih pečeh, kjer se mu dodaja različne zlitine (SLONEP, 2010).

Jeklena armatura mora biti preprosta za vgradnjo in mora zagotavljati:

- dobro sprijemanje z betonom,
- prevzemanje nateznih napetosti v armiranem betonu.



Slika 3: Jeklena armatura

## 2.2 Opaž

### 2.2.1 Definicija opaža

Opaž služi kot kalup za izdelavo betonskih elementov, ki imajo določeno velikost, obliko in konfiguracijo. Navadno se opaž izdelava le za ta namen, ter se ga odstrani ko beton doseže zahtevano trdnost. V nekaterih primerih lahko opaž ostane tudi kot sestavni del konstrukcije. Za zadovoljivo kakovost betonske konstrukcije mora opaž nuditi zadostno trdnost in togost, da lahko prenese obtežbo, ki jo predstavlja beton in delavce, ki beton vgrajujejo ter vso potrebno opremo (Arch, 2003).



Slika 4: Uporaba opažev

### 2.2.2 Splošna problematika

Za mnoge betonske konstrukcije predstavlja najdražjo komponento stroška izdelave prav cena izdelave opaža. Za nadzor tega stroška je pomembno izbrati in uporabiti opaže, ki so najbolj primerni za določeno nalogo. Opaž mora biti postavljen dovolj kvalitetno, da zagotovi betonski izdelek, ki ima ustrezne mere, lego in pa končni izgled. Opaži morajo biti načrtovani, izdelani in uporabljeni na takšen način, da zagotovijo varno delo.

Stroški izdelave opažev lahko presežejo 50% celotnega stroška betonske konstrukcije, zato bi na zmanjševanje stroškov opaževanja morali misliti že v fazi projektiranja. Poleg običajnim

zahtevam izgleda in nosilnosti, bi bilo potrebno pozornost posvetiti tudi izbiri primernih velikosti in oblik konstruktivnih elementov, ki najbolj ustrezajo opažnim elementom in s tem pripomorejo k nižjim stroškom. Uporaba enotnih dimenzij v različnih etažah, uporaba standardnih mer, ki so usklajene z standardnimi velikostmi materialov ter izogibanje kompleksnim oblikam elementov z namenom prihranka betona so nekateri ukrepi s katerimi projektant lahko zmanjša stroške izdelave opaža.

Inženir, ki načrtuje opaže za beton, mora izbrati primerne materiale in jih uporabiti na takšen način, da zadostijo pogojem varnosti, ekonomičnosti in kvalitete. Opaž mora biti enostaven za izvedbo, tako za postavitve kot tudi razopaženje, tako da izvajalcu prihrani čas. Imeti mora zadostno trdnost in stabilnost, da varno prenaša stalne in spremenljive vplive v času pred, med in po vgradnji betona. Biti pa mora tudi dovolj odporen proti deformacijam, kot so povešanje in izbočenje panelov, da zadosti zahtevam o ravnosti in ploskosti betonskih konstrukcij.

Betonski opaži, ki ne zagotovijo zadovoljivih betonskih elementov niso ustrezni. Opaži, ki niso primerno narejeni, sestavljeni in uporabljeni ne dajo končne oblike, ki bi imela primerno zaključno površino in bila znotraj dimenzijskih toleranc, ki jih zahtevajo specifikacije za betonska dela. Za popravilo nepravilnosti v betonu, zaradi neprimerno narejenih in sestavljenih opažev, je potrebno krpanje, strganje, dolbljenje ali v ekstremnih primerih celo rušenje in ponovno betoniranje.

Za izvedbo betonskih opažev, ki zadostijo vsem zahtevam mora inženir razumeti lastnosti in obnašanje uporabljenih materialov, da lahko oceni obtežbe, ki delujejo na opaže; seznanjen pa mora biti s prednostmi in slabostmi različnih opažnih sistemov. Ekonomičnost opažev dosežemo z upoštevanjem štirih pomembnih faktorjev:

- stroškov materiala,
- enostavnosti izdelave,
- učinkovitosti izrabe opažev – sestavljanja in razopaženja,
- planiranja maksimalne ponovne uporabe za nižanje stroškov na uporabo (Arch, 2003).

### 3 RAZDELITEV OPAŽEV

Opaže je moč razdeliti na več načinov. Glede na postopek izdelave ločimo tri osnovne vrste opažnih **sklopov**:

- sklopi, ki se izdelujejo na gradbišču. Tu gre večinoma za po meri izdelane opaže iz t.i. gradbenega lesa (tesarski izdelki).
- sklopi, kjer se na gradbišču sestavlja tovarniško izdelane elemente in spremljajoči pribor.
- sklopi, ki se iz tovarniško izdelanih elementov sestavijo v delavnici v končno obliko in velikost ter se na gradbišču le postavijo in odstranijo.

Glede na **tehnologijo izdelave** se opaže lahko razdeli na:

- tradicionalne opaže,
- poboljšane tradicionalne opaže ali polmontažne opaže,
- velikoploščne opaže za vertikalne konstrukcije (stene, stebri ipd.),
- velikoploščne opaže za horizontalne konstrukcije (stropovi ipd.),
- prostorske – tunelske opaže,
- prenosne ali plezajoče opaže,
- drsne opaže,
- opaže za proizvodnjo prefabriciranih elementov (kalupi).

V praksi se najbolj uporabljajo **montažni velikoploščni opaži** za izvedbo betonskih in armiranobetonskih konstrukcij. Ti opaži se delijo na štiri temeljne vrste:

- univerzalne opaže, za katere ne potrebujemo dvigala (žerjava);
- standardne opaže, za katere potrebujemo dvigalo (žerjav);
- specialne mobilne opaže;
- specialne opaže z možnostjo avtomatskega premeščanja.

### 3.1 Tradicionalni postopek opaženja

Tradicionalne sisteme opaženja delimo na dve skupini:

- lesene opaže izdelane po meri,
- opažne konstrukcije iz modularnih plošč.

#### 3.1.1 Leseni opaži izdelani po meri

Navadno se takšni opaži izdelujejo za pomožne aličasne konstrukcije na objektu. Osnovni cilj je, da prenese obtežbo sveže betonske mešanice in izoblikuje beton v želeno trajno betonsko nosilno konstrukcijo. Pri tem mora opaž zadostiti bistvenim zahtevam:

- da prenese obtežbo sveže betonske mešanice,
- da uspešno prenese to obtežbo in lastno težo na nosilno podlago,
- da se ne deformira preveč oz., da varuje projektirano obliko in dimenzijo,
- da omogoči pravilno vezavo betona,
- da se lahko demontira brez poškodovanja betonskega elementa, ter da se pri demontaži čim manj poškoduje, da se lahko kasneje ponovno uporabi.

Tradicionalni opaži so tesarski izdelki, ki za svojo izdelavo potrebujejo veliko delovnih ur. V primerjavi z montažnimi sistemi so časovno potratni. Navadno se opaži izdelujejo iz t.i. »gradbenega lesa«; navadno gre za les iglavcev (jelka, smreka) oznake C16 (po klasifikaciji SIST EN 338, ki se uporablja pri projektiranju z evrokod standardi) oz. III. kakovostnega razreda po starih oznakah. Najbolj se uporablja žagan les, izjemoma tudi oblan les v kolikor je potrebna gladka površina. Glede dimenzij se najbolj uporabljajo deske (2,5 cm), plohi (5 cm), morali (5/8 cm) po potrebi pa tudi večje grede. Poleg lesa iglavcev se uporabljajo tudi drugi izdelki iz lesa:

- vodoodporne vezane plošče debelin 15, 18, 20, 22 mm (»elementi«);
- lesenit plošče – so uporabne kadar je potrebna gladka površina opaža ter za izdelavo zaobljenih oblik ali pa se jih uporabi le kot kontaktna površina poleg dodatnih nosilnih opažnih elementov;
- iverne plošče – uporaba je vprašljiva predvsem zaradi problema vodoodpornosti.

Elemente opaža je moč uporabiti večkrat, vendar je to odvisno od materiala in mesta elementa

v konstrukciji opaža. V literaturi (Hadžić, 2008) najdemo za različne elemente predpisano število ponovnih uporab:

- deske do debeline 24 mm – 7 krat;
- plohi debeline nad 48 mm – 12 krat;
- gredice za opaž – 10 krat;
- gredice za podporo – 20 krat;
- vezane plošče – 40 krat.

V proces izdelave opaža sodijo minimalno tri operacije. Izdelava, montaža in demontaža. Izdelava se lahko izvaja na samem gradbišču ali pa v delavnici, odvisno od velikosti gradbišča, lastnosti elementov, ki jih opažujemo, ter kapacitet, ki jih ima podjetje na voljo. Če se opaž izdelava v delavnici je posebno pozornost potrebno posvetiti tudi transportu. Če gre za večje sestave opažev je potrebno tega smiselno razdeliti, tako da je primeren za transport glede na danosti v posameznem primeru.

Za večje sestave je potrebno izvesti statični izračun konstrukcije za obtežbo sveže betonske mešanice, obtežbe delavcev ter opreme in pa lastne teže opaža. Manjše sestave se izdeluje empirično.

S tradicionalnimi opažnimi konstrukcijami je moč opažiti vsakršne gradbene elemente. Primerni so za izdelavo točkovnih in pasovnih temeljev, sten ravnih ali ločnih oblik (dvostranski opaž), stebrov, gred, preklad (tristranski opaž), plošč z rebri ali brez, lupinastih konstrukcij ter stopnišč, ekonomičnost izdelave vseh pa je vprašljiva.

Tradicionalno opaževanje se sicer v čim večji meri opušča, ker je njegova izdelava neučinkovita. Delo je zamudno, pri vse večjih stroških, ki jih predstavlja cena delovne sile pa je to neekonomično. Vseeno pa je tradicionalno opaževanje neizbežno pri manjših delih konstrukcije, kjer uporaba tipskih montažnih panelov ni ustrezna zaradi premajhnih dimenzij, ali drugih nepredvidenih okoliščin (Hadžić, 2008).



Slika 5: Primeri tradicionalnih opažev

### 3.1.2 Opažne konstrukcije iz modularnih plošč

Sodobni opaži iz lesene nosilne konstrukcije in plošč iz lesonita, vezanih plošč ali panelnih plošč s posebno obdelavo omogočajo večkratno uporabo zahvaljujoč gladki površini in odpornosti na obrabo. Ker je les občutljiv na razne poškodbe je potrebno s takimi opaži ravnati previdno, redno pa je potrebno opaže čistiti in zaščititi s premazi. Modularne plošče so večinoma standardizirane velikosti. Plošče so primerne za opažanje ravnih plošč, manj primerne pa za opažanje plošč v naklonu in pa kot opaž lupinastih konstrukcij.



Slika 6: Trislojne opažne plošče podjetja Lip Bled <sup>2</sup>

V težnji, da se racionalizira uporaba opažev so plošče navadno konstruirane v določenih tipskih modularnih dimenzijah velikosti npr. 60/120 cm ali 50/100 cm. Najbolj uporabljane so trislojne plošče iz križno lepljenega lesa z zaščitnimi robovi in čeli plošč. Zaradi zaščite je moč plošče ob pravilni negi uporabiti od 20 do 30 krat. Izvedba opaža se vrši z zlaganjem in sklapljanjem plošč brez žaganja in kovanja. Panelne plošče pri nas izdeluje mnogo različnih proizvajalcev naprimer Lip Bled, Javor Pivka, Slovenijales in drugi, od tujih proizvajalcev pa so najbolj poznana naprimer podjetja Doka, Meva in Peri iz Nemčije.

---

<sup>2</sup> Vir slike - Lip Bled: <http://www.lip-bled.si>





Slika 7: Opažne plošče podjetja Doka <sup>3</sup>

Panelne plošče se pogosto uporabljajo za izvedbo betonskih plošč kot stična ploskev opaža z betonom. Plošče pa potrebujejo navadno še nosilno podkonstrukcijo, ki jo tvorijo nosilci in stebrički, ki so lahko leseni, kovinski ali pa iz umetnih mas. Zelo pogosta je uporaba lesenih I-profil nosilcev, ki so industrijsko izdelani za uporabo v gradbeništvu, ter pogosto zaščiteni s kovinsko ali plastično obrobo za daljšo življenjsko dobo in možnosti ponovne uporabe (Hadžić, 2008).

---

<sup>3</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>



Slika 8: Kombinacija panelnih plošč, lesenih I nosilcev in jeklenih podpornih stebrov



Slika 9: Leseni nosilci različnih proizvajalcev

## 3.2 Prenosne opažne konstrukcije

V segment prenosnih opažnih konstrukcij uvrščamo:

- panelne stenske opažne konstrukcije,
- opažne mize tehnološke konstrukcije,
- tunnelske opažne konstrukcije in
- prenosne opažne konstrukcije za prosto konzolno gradnjo.

### 3.2.1 Panelne stenske opažne konstrukcije

Gradbeništvo obsega izgradnjo velikega števila raznolikih gradbenih objektov kot so stanovanjske, družbene, poslovne, industrijske, kmetijske in druge stavbe, poleg tega pa še vrsto inženirskih in drugih infrastrukturnih objektov. Temu primeren je tudi nabor raznolikih vrst opažev, katerih naloga je, da se čim bolj prilagodijo specifični določeni gradnji. Stanovanjske, poslovne in družbene zgradbe imajo navadno relativno majhno etažno višino (od 3 do 4 m) in veliko število etaž. Težnja, da se koristi čim večje površine opaža v enem kosu je vodila do rešitev za izgradnjo sten in stebrov etažne višine. Enake težnje se pojavljajo pri opaženju ravnih betonskih plošč, ki so sestavni del takšnih stavb. Tu se pogosto

uporabljajo sestavi velikosti 12 – 16 m<sup>2</sup>. Vmesna faza razvoja so industrijsko izdelani opažni elementi standardnih dimenzij in površin od 0,5 do 1 m<sup>2</sup>.

Pri razvoju takšnih opažev se poraja več vprašanj. Pri večjih elementih je potrebno zagotoviti ustrezno nosilnost in togost elementa, da se pri intenzivnem betoniranju in pritisku svežega betona element ne deformira ali celo poruši. Zaradi tega potrebujejo večji elementi močne ojačitve, s tem pa postanejo težki in okorni, manipulacije in montaže opažev pa ni moč opravljati ročno, ampak samo s pomočjo mehanizacije. Te težave so privedle do različnih rešitev, ki jih ponujajo različni proizvajalci.



Slika 10: Stenska opažna konstrukcija podjetja Meva<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Vir slike - Meva: <http://www.meva-international.com>



Slika 11: Stenska opažna konstrukcija podjetja Zulin<sup>5</sup>

Velike prenosne sestave v velikosti od 10 do 20 m<sup>2</sup> se navadno formira na gradbišču. Sestav se formira s sklapljanjem osnovnih elementov s pripadajočim veznim materialom. Manipulacija nato navadno poteka z gradbiščnim žerjavom. Osnovni elementi so navadno sestavljeni iz vezane ali panelne plošče obložene s sintetično folijo, nosilno strukturo pa navadno predstavlja kovinski okvir, ki lahko istočasno služi tudi kot nosilna konstrukcija za delovni oder. Različni proizvajalci ponujajo različne rešitve predvsem pri različnih rastrih elementov in lastnimi rešitvami pri spajanju, ojačevanju in opiranju elementov (Hadžić, 2008).

---

<sup>5</sup> Vir slike - Zulin: <http://www.zulinform.cn>

### 3.2.2 Opažne mize

Vse večjo uporabo pri izvedbi armirano betonskih stropnih plošč doživljajo t.i. »opažne mize«. Njihova uporaba ni pomembna samo zaradi manjšega stroška na 1 m<sup>2</sup> opažne ploskve, ampak predvsem zaradi hitrosti gradnje, ki pa ima posebno ekonomsko vrednost.

Princip uporabe opažnih miz je ta, da se opaž plošče večje površine montira na premično nosilno kovinsko konstrukcijo, katere osnovni elementi so H okvirji. Tako formirane mize imajo običajno površino, ki odgovarja površini plošče enega prostora v stavbi, se lahko s pomočjo vozičkov ali žerjava prestavijo na drugo delovno pozicijo.



Slika 12: Opažne mize Peri<sup>6</sup>

Uporaba opažnih miz zahteva, da je konstrukcija samega objekta prilagojena tej tehnologiji, tako da je potrebno uporabo opažnih miz predvideti že v fazi načrtovanja oz. izdelavi idejnega projekta.

Opažne mize so lahko iz različnih materialov, lesena, jeklena, aluminijasta, ali kombinacija le-teh. Najpogostejša je kombinacija lesa in jekla. Mize so zasnovane tako, da imajo razmeroma majhno število različnih delov, ki so potrebni v fazi montaže, kar ima znaten pomen pri produktivnosti in ekonomičnosti gradnje. Okvirje je možno enostavno sestavljati

---

<sup>6</sup> Vir slike - Peri: <http://www.peri.de>

do višine 7 m. Nosilno konstrukcijo opaža predstavljata dve med seboj pravokotni vrsti nosilcev (Hadžić, 2008).



Slika 13: Aluminijasta opažna miza podjetja Aluma Systems <sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Vir slike - Aluma Systems: <http://www.beis.com>

### 3.2.3 Tunelske opažne konstrukcije

Tunelske opažne konstrukcije predstavljajo izpopolnitev velikih prenosnih opažnih sistemov. V stavbah često osnovno konstrukcijo predstavljajo stene in plošče, ki po dolžini tvorijo neke vrste »tunel«. Glavni dimenziji pri tem sta etažna višina in pa razpon stropa. Osnovna ideja tunelskih opažnih sistemov je v tem, da se istočasno vrši opaženje ene strani stene in dela razpona plošče, tako da se tvori »pol školjka«.



Slika 14: Pravokotna tunelska opažna konstrukcija podjetja Mesa<sup>8</sup>

Konstrukcija opaža mora omogočati spuščanje sistema, da je opaž po končanem strjevanju betona moč odstraniti in prestaviti na drugo lokacijo. Prenos opažne konstrukcije je možen z žerjavom. Nosilna konstrukcija tunelskih opažnih sistemov je zaradi zahtevane togosti in natančnosti izdelave ponavadi jeklena, z različnim rešitvami glede nastavitve razponov in višin. Tunelska opažna konstrukcija je uporabna predvsem pri tipskih gradnjah, kjer se etažne višine in razponi ponavljajo skozi več etaž stavbe. Delo s tunelskimi opaži je v takih primerih hitro in učinkovito, saj je montaža hitra, prav tako pa v eni fazi opažujemo tako stene kot plošče.

Predori, katerih ovoj je navadno lupina, ki ima točno določeno obliko pa terja opaž, ki se točno prilagodi tej specifični obliki. Proizvajalci zahtevane krivulje dosežejo z uporabo ukrivljenih vezanih plošč podprtih z lesenimi ali kovinskimi nosilci. Nosilna konstrukcija je

---

<sup>8</sup> Vir slike - Mesa: <http://www.mesaimalat.com>

navadno jeklena zaradi potreb po togosti in nosilnosti. Navadno se celotna opažna konstrukcija po zaključeni fazi transportira po prej postavljenih tirnicah ali pa je konstrukcija na kolesih. Stične ploskve morajo biti sestavljene tako, da jih je po končani fazi možno umakniti od površine betona, da se lahko izvede premik konstrukcije (Hadžić, 2008).



Slika 15: Opaž ukrivljene lupine tunela podjetja Peri<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Vir slike - Peri: <http://www.peri.de>



### 3.2.4 Premične opažne konstrukcije za prosto konzolno gradnjo

Nosilno konstrukcijo mostov lahko predstavljajo različni osnovni statični sistemi kot so lok, paličje, greda ipd. Za izgradnjo takšnih mostov se uporabljajo posebni sistemi gradnje, ki implicitno vsebujejo opaže in delovne odre.

Za izgradnjo mostov manjših razponov se pogosto uporabljajo statični sistemi, ki so podobni gradnji stavb s stenami in ploščami ali pa se uporabljajo prefabricirani betonski elementi. Mostovi večjih razponov pa se danes pogosto gradijo s t.i. »postopki proste gradnje«. Postopki se razlikujejo glede na to ali gre za palične ali gredne mostove, skupno pa jim je dejstvo, da se opaž in delovni odri ne opirajo v tla. Vsak sistem proste gradnje pa ima kot osnovni element delovne odre, ki istočasno nosijo tudi opaže. Opaži se ne razlikujejo od tistih opisanih v prejšnjih poglavjih.

Opaž voziščne plošče se opira na primarne nosilce. Običajno se uporablja opaž, ki se postavi za najmanj dve fazi. Po končani eni fazi se naslednje faze nadaljujejo, dokler se dva konca razpona ne povežeta in tvorita homogeno konstrukcijo mostu. Na takšen način dosegamo visok nivo storitev s hitro in učinkovito gradnjo pri točno določenih pogojih.



Slika 16: Levo: »gredni« most. Desno: »ločni« most

Pomični delovni odri za betoniranje posameznih lamel imajo povečini jeklene nosilne

konstrukcije. Teža odra dopušča izgradnjo lamel dolžine od 3 do 5,5 m. Konstrukcija opaža za spodnjo ploščo prereza je obešena na vešalkah, ki so pritrjene na prečne nosilce tehnološke konstrukcije. Konstrukcija se premika po posebno skonstruirani stezi za transport. Konstrukcija je izdelana tako, da se uporablja za izdelavo vseh lamel, četudi se višina prereza vzdolž konstrukcije spreminja. Prerezi se navadno betonirajo v treh fazah: najprej spodnja plošča, nato rebra, nazadnje pa zgornja plošča. Postopek proste konzolne gradnje zahteva ponavadi dodatno stabilizacijo konstrukcije v obliki prednapenjanja betona ali pa izgradnjo začasnih stolpov za obešanje posameznih krakov z jeklenimi vrvmi. Napredovanje lahko poteka simetrično na obe strani ali pa nesimetrično. Med gradnjo ima konstrukcija povsem drug statični sistem kot v času uporabe, tako da je treba pri postopku proste konzolne gradnje izvesti statično presojno za vse faze gradnje (Hadžić, 2008).

### **3.3 Drsne opažne konstrukcije**

Drsni opažni sistemi so bili razviti za gradnjo industrijskih in inženirskih objektov, a so se dobro izkazali tudi pri gradnji visokih poslovno-stanovanjskih objektov. Osnovna ideja drsnih opažev je, da se za del ali celotno osnovo objekta izvede delovni oder in opaž, ki se po sistemu jeklenih stebrov ali cevi naslanja na temelje objekta in se s pomočjo večjega števila dvigalk dviguje za določeno višino. V prost opaž se sproti postavlja armatura ter betonira stene v višini od 30 do 50 cm. Med betoniranjem se počasi odvija dviganje opaža s čimer se zmanjša trenje med betonom in opažem. Ko se betonirani del stene osvobodi opaža je trdnost betona že zadostna, da stene brez dodatne obtežbe nosijo lastno težo.

Poslovno-stanovanjski objekti ali druge etažne zgradbe pri katerih se uporabljajo drsni opaži morajo imeti vzdolžne in prečne betonske stene enostavnih oblik, po možnosti osno simetrične. Takšna osnova zgradbe omogoča enovito gibanje drsnega opaža in relativno enostavno konstrukcijo drsnega opaža in delovnega odra. Etažne plošče se izvajajo na dva načina: z izmenično izgradnjo sten ali pa tako, da se stene betonirajo po celotni višini a se v njih pusti odprtine za naleganje stropnih plošč, ki se gradijo kasneje.

Pri prvem načinu se stene betonirajo do polne etažne višine in mesta naleganja plošče, zatem pa se opaž dvigne »na prazno«, se pravi brez betoniranja do višine 2 do 3 cm nad zgornjo površino plošče. Z odra se izvede etažna plošča, ki se nasloni na izvedene stene v etaži. Ta

način gradnje omogoča popolno izvedbo posameznih etaž, vendar je proces drsenja opaža počasnejši zaradi zaustavljanja za betoniranje plošč.

Postopek, kjer se etažne plošče izvaja naknadno pa omogoča kontinuirano drsenje opaža – betoniranje je možno nepretrgoma od začetka pa do vrha stavbe. Gradnja plošč se lahko začne izvajati ko je drsni opaž in delovni oder odmaknjen. Betoniranje z drsnim opažem je navadno hitro zaključeno, betoniranje etažnih plošč pa se lahko izvaja le eno za drugo, tako da je skupni čas gradnje enak ali celo daljši kot pri postopku, kjer se izmenično betonirajo stene in etažne plošče. Pri takšni tehnologiji gradnje je potrebno izvesti analizo stabilnosti zgradbe v fazi betoniranja sten brez plošč. Pri izgradnji poslovno-stanovanjskih objektov se pogosto uporablja drsne opaže za izvedbo stopnišnih in dvigalnih jeder, ki tvorijo hrbtnico stolpnice, okoli njih pa se izvajajo etažne plošče.



Slika 17: Infinity tower, Dubaj

S tovrstno tehnologijo je mogoče graditi tudi različne posebne objekte kot so silosi, stolpi, hladilniki za vodo, visoki dimniki ipd. Takšni objekti zahtevajo posebne opažne konstrukcije projektirane za vsak posamezen objekt. Skupna lastnost vsem je ta, da se opaž in delovni oder

pomika po konstrukciji. Objekti pogosto nimajo enovitega preseka vzdolž objekta, tako da mora biti opaž prilagodljiv, da ga je mogoče med gradnjo oblikovati skladno z zahtevami objekta.

Drsni opažni sistem je pritrjen na sistem jeklenih palic, ki se vbetonirajo v stene ali na sistem jeklenih cevi, ki se postavljajo poleg sten in zatem demontirajo. Premikanje opaža in delovnega odra se izvaja s pomočjo dvigalk. Dvigalk se lahko upravljajo ročno ali pa gre za elektromehanične dvigalke oz. sistem hidravličnih dvigalk. Pri ročnih dvigalkah je problematično dejstvo, da je v primeru večjih sistemov potrebnih več posameznih dvigalk, ki pa zahtevajo prav tolikšno število ljudi kadar se izvaja dviganje opaža. Dviganje je potrebno izvajati previdno, ker morajo biti premiki dvigalk usklajeni, da ne pride do izkrivljanja opaža, in s tem do spremembe oblike konstrukcijskih elementov objekta (Hadžić, 2008).

### **3.4 Fiksne opažne konstrukcije**

Fiksne opažne konstrukcije običajno imenujemo kar kalupi. Fiksne opažne konstrukcije se uporablja predvsem v primeru serijske proizvodnje elementov. Z uporabo fiksnih opažev pri serijskih procesih dosegamo visoko učinkovitost. Kalupi se uporabljajo predvsem v proizvodnji betonske galanterije in pa izdelavi prefabriciranih betonskih elementov. V proizvodnji se uporabljata dva tipa fiksnih opažnih konstrukcij:

- fiksni opaži na odprtem prostoru – na betonski progi;
- fiksni opaži v zaprtem prostoru – v proizvodni hali.

Izdelava prefabriciranih elementov je v mnogo primerih zelo učinkovita, saj delo poteka v kontroliranih klimatskih pogojih, kar zagotavlja nemoteno delo in boljšo kontrolo kakovosti produktov. Ker so opaži fiksni so ti produkti navadno tipizirani, ker se le s tem lahko doseže učinkovitost proizvodnje.



Slika 18: Kalup za izdelavo prefabriciranih stenskih elementov

Pri izdelavi betonske galanterije pa gre predvsem za izdelavo raznih manjših izdelkov kot so korita, mulde, zidaki, betonske uteži, robniki, cevi za jaške in podobno (Hadžić, 2008).

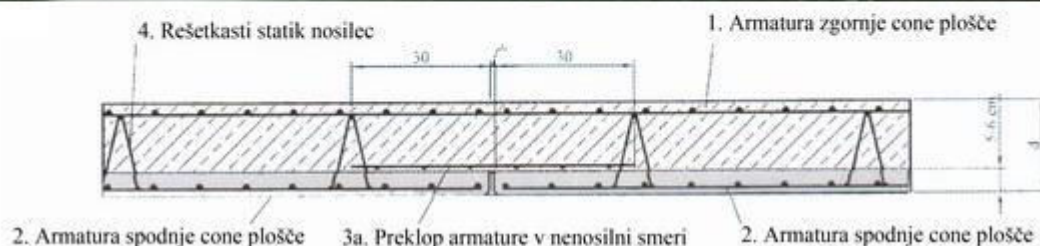
### 3.5 Izgubljene opažne konstrukcije

Izgubljene opažne konstrukcije imajo simboličen naziv, razlog takšnega poimenovanja pa je v dejstvu, da se med tehnološkim procesom izvedbe betonske konstrukcije opaž trajno vgradi v konstrukcijo objekta. Povedano enostavneje, gre za opaže, ki se jih zaradi različnih razlogov po fazi betoniranja ne demontira, ampak ostanejo trajno del objekta. Razlogi za uporabo takšnih opažev so lahko različni, v uporabi pa so:

- polmontažni sistemi,
- sovprežne konstrukcije in
- trajno vgrajeni izolativni opažni elementi.

### 3.5.1 Polmontažni sistemi

Primer takšne uporabe je izvedba polmontažnih »lahkih plošč«. Primer so t.i. »Omnia plošče«. Gre za polmontažne plošče, kjer se v proizvodnem obratu zabetonira armaturo v obliki prostorskega paličja. Gre za zelo tanko betonsko ploščo, in pa del paličja, ki ostane viden in se ga betonira na mestu gradnje. Plošča je zelo krhka, zato je treba biti pri njenem transportu zelo pazljiv. Za manjšanje lastne teže plošče se med jeklena paličja vstavljajo polnila iz opeke. V tem primeru opaž predstavlja tanka betonska plošča, ki se jo montira na prej pripravljene vertikalne nosilne elemente. (Hadžić, 2008)

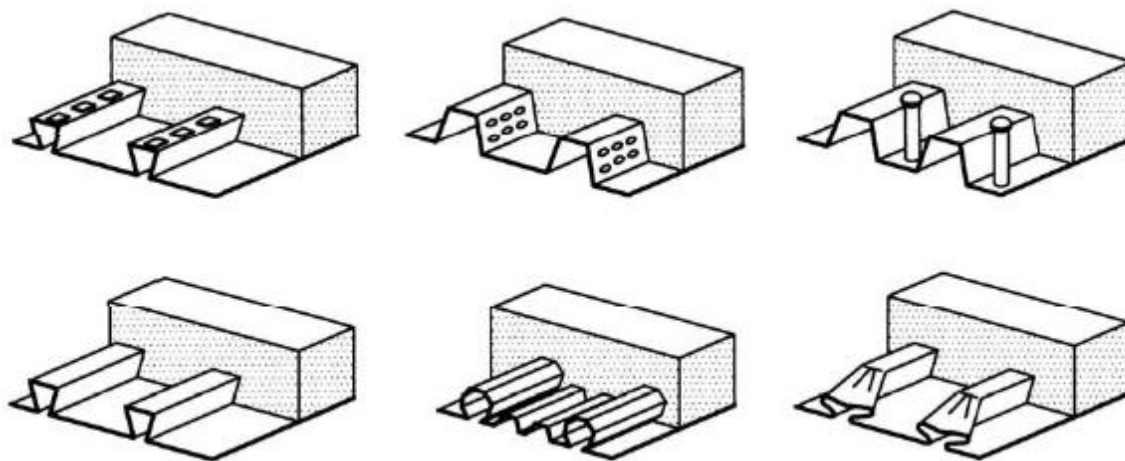


Slika 19: Polmontažne »Omnia« plošče <sup>10</sup>

<sup>10</sup> Vir slike – Žurbi Team: <http://www.zurbiteam.si>

### 3.5.2 Sovprežne konstrukcije

Gre za konstrukcije v katerih opaž z betonom sodeluje pri nosilnosti. Najpogosteje z betonom sodeluje jeklo, lahko pa gre tudi za les ali druge materiale. V visokih gradnjah se pogosto uporabljajo sovprežne konstrukcije s profilirano pločevino. Izvedba poteka tako, da se profilirana pločevina namesti na vertikalne nosilne elemente. Pločevina je navadno iz nerjavečega jekla saj je neposredno izpostavljena zraku. Na gradbišču se na pločevino namesti še klasična armatura in plošča se nato zabetonira. Pločevina ostane sestavni del nosilne konstrukcije (Katedra za metalne konstrukcije UL FGG, 2011).



Slika 20: Različni profili uporabljane pločevine <sup>11</sup>

### 3.5.3 Trajno vgrajeni izolativni opažni elementi

V tem primeru imamo material, ki v fazi betoniranja opravlja funkcijo opaža, v fazi uporabe objekta pa opravlja funkcijo toplotne in zvočne izolacije. Elementi se uporabljajo za različne konstruktivne elemente objekta kot so stene, plošče in strehe. Navadno gre za suhomontažne modularne elemente, med katere se vstavi armatura in se jih napolni z betonom. Elementi so narejeni iz različnih materialov:

- polistiren (ekspandiran ali ekstrudiran) – najpogostejši,
- poliuretan (tudi na osnovi naravnih materialov - soje),

---

<sup>11</sup> Vir slike - Katedra za metalne konstrukcije UL FGG: <http://www.fgg.uni-lj.si/kmk/>

- lesno-cementna vlakna in
- cementno vezane kroglice polistirena.

Proizvajalci takšnih sistemov kot prednosti navajajo:

- neprekinjeni konstrukcijski sklopi zagotavljajo boljšo zvočno in toplotno izolativnost kot običajni sklopi,
- enostavnost uporabe,
- notranji stenski elementi lahko služijo kot medij za montažo notranjih strojnih in električnih inštalacij,
- na opaž se lahko neposredno montira mavčno kartonske plošče kot finalno obdelavo konstrukcije (Wikipedia - insulated concrete form, 2011).



Slika 21: Izolativni izgubljeni opaž podjetja Quad-lock <sup>12</sup>

### 3.6 Razopaženje

Zadnja faza, ki čaka opaž kot tehnično konstrukcijo je demontaža. Ko se opaž demontira se aktivira nosilni mehanizem v betonu oz. armiranem betonu, katerega smo opaževali. Beton

---

<sup>12</sup> Vir slike – Quad-lock: <http://www.quadlock.com>



mora v tem trenutku imeti zadostno trdnost, da prevzame lastno težo ter vplive okolice kot so veter in podobno. Opaže je potrebno odstraniti nežno, s čim manj tresljaji in udarci, saj navadno demontaža poteka še preden beton doseže svojo končno projektirano trdnost. Zaporedje odstranjevanja opaža mora biti prilagojeno statičnemu sistemu betonske konstrukcije, da se ne pojavijo nepredvidene napetosti na mestih kjer bi to povzročalo poškodbe v materialu. Na redosled popuščanja so občutljive predvsem kontinuirane konstrukcije in statično določeni sistemi.

Čas od vgrajevanja betona pa do trenutka ko je možno opaž demontirati varno in aktivirati nosilni mehanizem v betonu je odvisen od več okoliščin in sicer:

- temperature betona v času vgrajevanja in strjevanja,
- predvidene končne trdnosti betona,
- aktivnosti cementa,
- statičnega sistema in
- razpona konstrukcije.

V mnogih državah je čas po katerem je dovoljeno razopaženje urejen s tehničnimi predpisi ali drugimi uredbami. Pri nas je trenutno v veljavi standard o izvajanju betonskih konstrukcij SIST EN 13670:2010, ki o odstranjevanju opaža in nosilnega odra navaja:

»Če v projektu opaža ali nosilnega odra ali v izvedbeni specifikaciji ni navodil glede zahtevane trdnosti betona pri odstranjevanju opaža in nosilnega odra, se predlaga naslednje:

- trdnost betona 5 MPa, da se površina med razopaževanjem ne poškoduje;
- za prevzem vplivov na betonski element v tej fazi se lahko uporabijo pomožne podpore ali drug način podpiranja;
- za preprečitev poškodb površine zaradi vplivov vremena se lahko izvede ustrezna zaščita, dokler beton ne doseže projektne trdnosti.«

V nemškem standardu DIN 1045 in starem Pravilniku o tehničnih normativih za beton in armirani beton (člen 248.), ki sicer ni več v veljavi pa je zapisano:

»Opaž se lahko odstrani ko beton doseže 30% predvidene trdnosti za zidove, stebre in druge vertikalne dele konstrukcije. Pri ploščah, gredah in upogibno ali torzijsko obremenjenih

stebrih pa se opaž lahko odstrani ko beton doseže 70% predvidene trdnosti».

Predlagani časi so na varni strani. Ker je opaž, ki dolgo časa stoji neekonomičen, je vprašanje, kdaj lahko opaž demontiramo zelo pomembno. Zato je možni ukrep za čimprejšno demontažo opaža ta, da se pri opaževanju elementov z večjimi razponi konstrukcijo po razopaženju lokalno točkovno podpre. Tako se opaž med tem časom lahko ponovno koristi, konstrukcija pa ostaja podprta dokler ne doseže zadostne trdnosti. Za elemente velikih razponov in sestavljenih prereзов je potrebno čas razopaženja točno določiti z računsko analizo ali na podlagi empirične ocene (Hadžić, 2008).

## **4 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANEGA PROJEKTA**

### **4.1 Splošni opis objekta**

Obravnavan je poslovno skladiščni objekt, ki se nahaja v obrtno-poslovni coni. Objekt je razdeljen na skladiščni ter poslovni del. Skladiščni del objekta je tlorisnih dimenzij 38,12 m x 22,10 m, poslovni del pa 13,10 m x 19,72 m. Osnovna konstrukcija objekta je montažni AB okvir sestavljen iz stebrov in gred, v objektu pa se nahajata dve AB dvigalni jedri, ki se betonirata na mestu. Za montažne stebre so predvideni točkovni temelji, čaše točkovnih temeljev so montažne, pete točkovnih in pasovni temelji pa so betonirani na mestu. Točkovni temelji so različnih dimenzij. Fasada skladiščnega dela je montažna, v poslovnem delu pa klasična. Streha nad skladiščnim delom je iz montažnih panelov v naklonu 8°, nad poslovnim delom stavbe pa je ravna streha z AB ploščo. V skladiščnem delu je predvideno 12 cm, v poslovnem pa 20 cm toplotne izolacije. Načrti objekta so prikazani v prilogi A.

#### **4.1.1 Skladiščni del objekta**

V skladiščnem delu so v prvem nadstropju prednapete votle plošče, streha pa je montažna, in sicer je sestavljena iz primarnih in sekundarnih montažnih AB nosilcev ter pokrita s kovinskimi sendvič panelnimi ploščami. Talna plošča je AB izvedbe debeline 17 cm, v 1. nadstropju pa so predvidene prednapete votle plošče debeline 32 cm. Fasada skladiščnega dela je montažna, spodnji del iz montažnih sendvič AB sten z 8 cm toplotne izolacije, zgornji del pa iz kovinskih sendvič panelnih plošč z 12 cm toplotne izolacije. Dvigalno jedro s stopniščem v skladiščnem delu je armirano-betonsko klasične izvedbe, vključno z vsemi vmesnimi in krovno ploščo.

#### **4.1.2 Poslovni del objekta**

Poslovni del je sestavljen iz pisarn, stopnišča in dvigalnega jedra. Nosilne stene so deloma iz armiranega betona, deloma pa so opečne s horizontalnimi in vertikalnimi potresnimi vezmi. Predelne stene so iz mavčno-kartonskih plošč. Vse plošče v poslovnem delu so betonirane na mestu, vključno z AB strešno ploščo. Na zunanjih stenah je predvidena tankoslojna kontaktna fasada z 20 cm toplotne izolacije.

## 4.2 Izvedba objekta

Velik del konstrukcije je izveden montažno, kar je svojevrsten inženirski in predvsem logistični problem. Proizvodnja montažnih elementov poteka v kontroliranih pogojih v proizvodnih obratih, kjer je mogoč stalen nadzor kakovosti izdelave in tudi analiza stroškov ni posebej problematična. Največjo negotovost predstavlja logistika pri sami montaži elementov in stroški, ki so s tem povezani. Predvsem gre tu za najem mehanizacije in pa število delovnih ur.

Preostali del objekta pa je v dobršni meri izveden »in situ«, se pravi, da izdelava elementov stavbe poteka na gradbišču. Predvsem poslovni del stavbe in pa dvigalno jedro in stopnišče v skladišču sta iz betona, kjer pa poleg stroška materiala (betona in armature) velik strošek predstavlja izvedba opažev. V tej diplomski nalogi sem se odločil pozornost posvetiti ravno tehnološkim rešitvam s področja opaževanja. Rešitve, ki jih ponujajo različni dobavitelji opažev so raznolike, napovedovanje stroškov izvedbe pa zahteva podrobnejšo analizo.

## 4.3 Naloge in problemi

Pri obravnavanem objektu lahko faze opaževanja AB elementov razdelimo na:

- temelje (pete točkovnih temeljev, pasovne temelje ter robove temeljnih plošč),
- obodno parapetno AB steno,
- AB stene,
- horizontalne in vertikalne potresne AB vezi,
- stopnice,
- AB plošče.

Za izvedbo merodajne stroškovne analize moram iz zahtevanih nalog za nadaljnjo obravnavo izbrati tiste elemente pri katerih je analiza smiselna. Glede na pregled tehnologije v prejšnjih odstavkih lahko na hitro ovržem sisteme, ki za izbran objekt niso primerni. Prav tako je treba upoštevati dejstvo, da je slovensko gradbeno tržišče relativno majhno, in da vsi ponudniki opažne tehnologije na slovenskem trgu niso prisotni.

Iz analize bom izločil AB elemente, katere je smiselno izvesti s pomočjo tradicionalnega

postopka opaženja z lesenimi opaži izdelanimi po meri. Tu bom iz obravnave izločil izdelavo opaža stopnic in pa horizontalnih ter vertikalnih potresnih vezi. Za ostale AB elemente pa je smiselno uporabiti modularne rešitve, ki jih ponudniki nudijo na trgu. Potrebujem torej rešitve opaža za pete točkovnih temeljev, pasovne temelje, obodno parapetno steno, AB stene in AB plošče. Če upoštevamo lastnosti objekta, lahko vidimo, da kot tehnološke rešitve niso primerne tunnelske opažne konstrukcije, ker sama zasnova objekta ni takšna, da bi bila uporaba takšnega sistema ekonomična. Vidimo tudi, da pri ploščah ni smotrna uporaba opažnih miz, ker ne gre za velike površine plošč, ki se betonirajo, prav tako pa uporaba opažnih miz ni bila predvidena v fazi načrtovanja objekta, kar pa bi bilo potrebno. Uporaba drsnih opažnih sistemov prav tako ni smiselna, saj višina objekta ni tolikšna, da bi bilo to ekonomično. Pri načrtovanju pa prav tako ni bila predvidena uporaba polmontažnih ali sovprežnih konstrukcij. Morda bi bila smiselna izvedba s pomočjo trajno vgrajenih izolativnih opažnih elementov, vendar ti v fazi projektiranja niso bili predvideni, tako se za njihovo uporabo ne zanimam. Osredotočim se torej na ponudnike modularnih sistemov za stene in plošče.

Po pregledu ponudnikov opažne tehnologije pri nas sem našel le peščico podjetij, ki ponujajo izposajo lastne opažne tehnologije. Izposajo lastnih opažev nudijo le podjetja Doka Slovenija opažna tehnologija d.o.o., National opažni sistemi d.o.o. in Epic d.o.o. Obstajajo sicer tudi druga podjetja, ki se ukvarjajo z izposajo opažev, vendar je njihova ponudba omejena le na določene elemente oziroma ponujajo tehnološke rešitve drugih podjetij.

Za nadaljnjo obravnavo izberem program podjetja Doka, ki ima že preko 130 let izkušenj na področju predelave lesa (Doka opažni katalog, 2008) in v svojem programu ponuja že dobro uveljavljene produkte, za izdelavo svojih elementov pa uporablja predvsem les in jeklo; na drugi strani pa se je v novjšem času slovensko podjetje Epic d.o.o. iz Postojne predstavilo s svojim programom opažnih elementov iz steklenih vlaken in kompozitnih plastičnih mas.

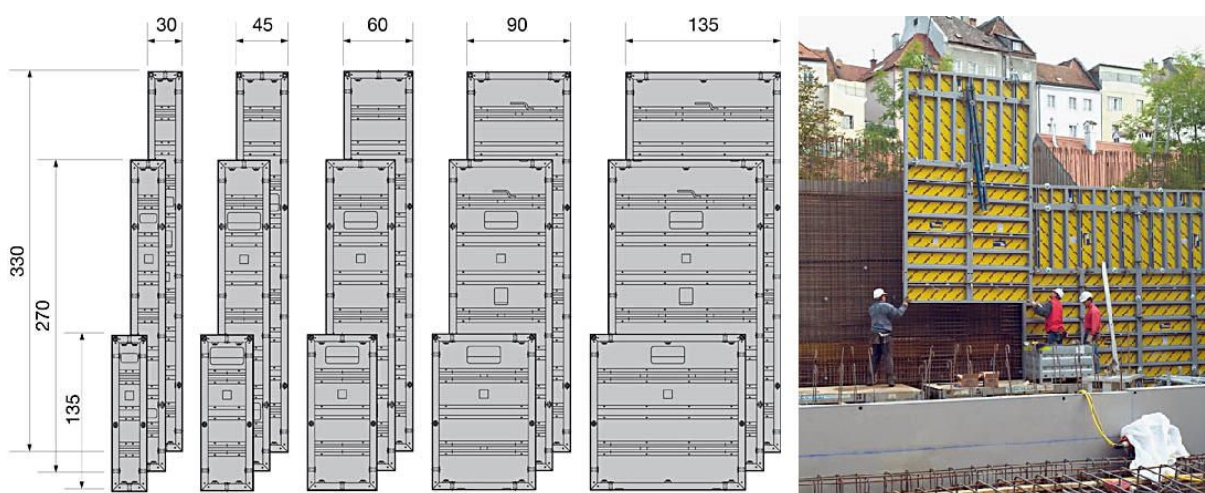
## 5 OPAŽNA TEHNOLOGIJA DOKA

Skupina Doka je velik svetovni ponudnik opažne tehnologije, ki se ukvarja z razvojem, izdelavo in distribucijo opažne tehnologije za različna področja gradnje. Doka ima svojo izpostavo tudi v Sloveniji in sicer na Jesenicah. Podjetje nudi svojim strankam storitve kot so: načrtovanje opaža, nakup ali najem opaža, montažo opaža in servis naprav. O izbiri storitve se stranka odloči sama. V nadaljevanju bom predstavil program podjetja Doka, ki je primeren za uporabo pri izgradnji obravnavanega objekta.

### 5.1 Doka stenski opaži

#### 5.1.1 Sistem Framax Xlife

Sistem Framax Xlife je robusten opaž, primeren za opaževanje velikih površin. Za transport elementov je potrebno dvigalo. Elementi sistema so tipizirani in sicer v rastru 15 cm, uporablja pa se lahko vertikalno ali horizontalno. Ves vezni material in spremljajoča oprema se dodaja v raster brez stikov. Največji dovoljen pritisk svežega betona na opaž je  $80 \text{ kN/m}^2$ . Za večjo učinkovitost lahko s pomočjo dvigala premeščamo celotne sestave.



Slika 22: Modularne elemente z veznim materialom povežemo v večje sestave <sup>13</sup>

Elementi so dobavljivi v tipskih dimenzijah, dolžine 135, 270 in 330 cm ter širine 30, 45, 60,

<sup>13</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>

90, 135 in 240 cm. Pocinkan jekleni okvir zagotavlja stabilnost in togost elementov. Opažna plošča je narejena iz kombinacije lesa in umetne mase, ki jo je moč čistiti tudi z visokotlačnim čistilcem. Za varno betoniranje stenskih elementov je na opaž možna tudi montaža konzolnih odrov, ki so hitro sestavljeni in obešeni na opažno konstrukcijo (Doka opažni katalog, 2008).

### 5.1.2 Sistem Alu-Framax Xlife

Sistem Alu-Framax Xlife je nadgradnja sistema Framax Xlife, in sicer je njegov nosilni okvir narejen iz aluminija, kar pomeni mnogo manjšo težo elementov. Sistem je zelo uporaben na gradbiščih kjer ni na voljo dvigala. Največji dovoljen pritisk svežega betona na opaž je  $60 \text{ kN/m}^2$ . Vsa dodatna oprema, kot so delovni odri in vezni material, je enaka kot pri sistemu Framax Xlife. Sistema Framax Xlife in Alu-Framax Xlife sta med seboj povsem kompatibilna, tako da ju lahko uporabljamo skupaj, ali pa gradbišče razdelimo na območje ročnega opaževanja in območje kjer opažujemo z dvigalom.

Elementi so dobavljivi v tipskih dimenzijah, dolžine 90 in 270 cm ter širine 30, 45, 60, 75 in 90 cm. Za izdelavo stebrov in vogalov sten so pri sistemu Alu-Framax Xlife na voljo univerzalni elementi širine 75 cm, ki imajo dodatne luknje za namestitev sider (Doka opažni katalog, 2008).



Slika 23: Sistem Alu-Framax Xlife je primeren za ročno postavitev<sup>14</sup>

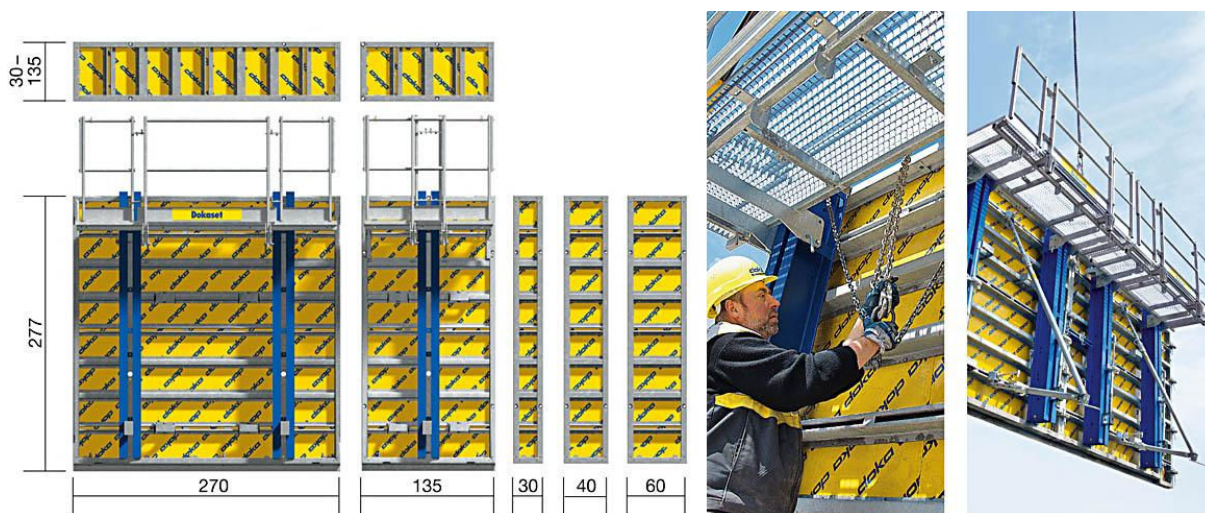
---

<sup>14</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>

### 5.1.3 Sistem Dokaset

Dokaset je hiter in izredno gospodaren stenski opaž za visoko gradnjo. Vsa dela kot je pripenjanje dvigala in sidranje poteka enostavno in hitro s tal. Sistem odlikujejo v celoti predmontiran delovni oder, Xlife opažne plošče in veliki razmiki sidrnih mest. Največji dovoljen pritisk svežega betona na opaž je  $80 \text{ kN/m}^2$ .

Delo poteka s sestavljanjem kompletnih opažnih enot, ki imajo integriran delovni oder, lestev za dostop ter čelno varovalno ograjo za zagotavljanje najvišje ravni varnosti, ter vse vezne vijake in opore, ki so potrebni za zagotavljanje stabilnosti opaža. Osnovni elementi so dobavljivi v širini 135 ali 270 cm, ki se lahko dopolnjujejo z elementi širine 30, 40 ali 60 cm. Osnovna višina je 277 cm, razni nastavki iz modulnega sistema Framax Xlife pa omogočajo različne višine opaža do 412 cm. Sistem je najbolj uporaben pri visokih gradnjah s pravilnimi tlorisnimi površinami (Doka opažni katalog, 2008).



Slika 24: Sistem Dokaset za doseganje najhitrejše montaže <sup>15</sup>

### 5.1.4 Sistem Frami

Opaz Frami je premišljen opažni sistem iz manjših elementov z logičnim sistemskim rastrom, posebej primeren za hitro in gospodarno opaženje temeljev in manjših površin. Okvirji elementov so narejeni iz odpornih vroče pocinkanih jeklenih votlih profilov. Največji

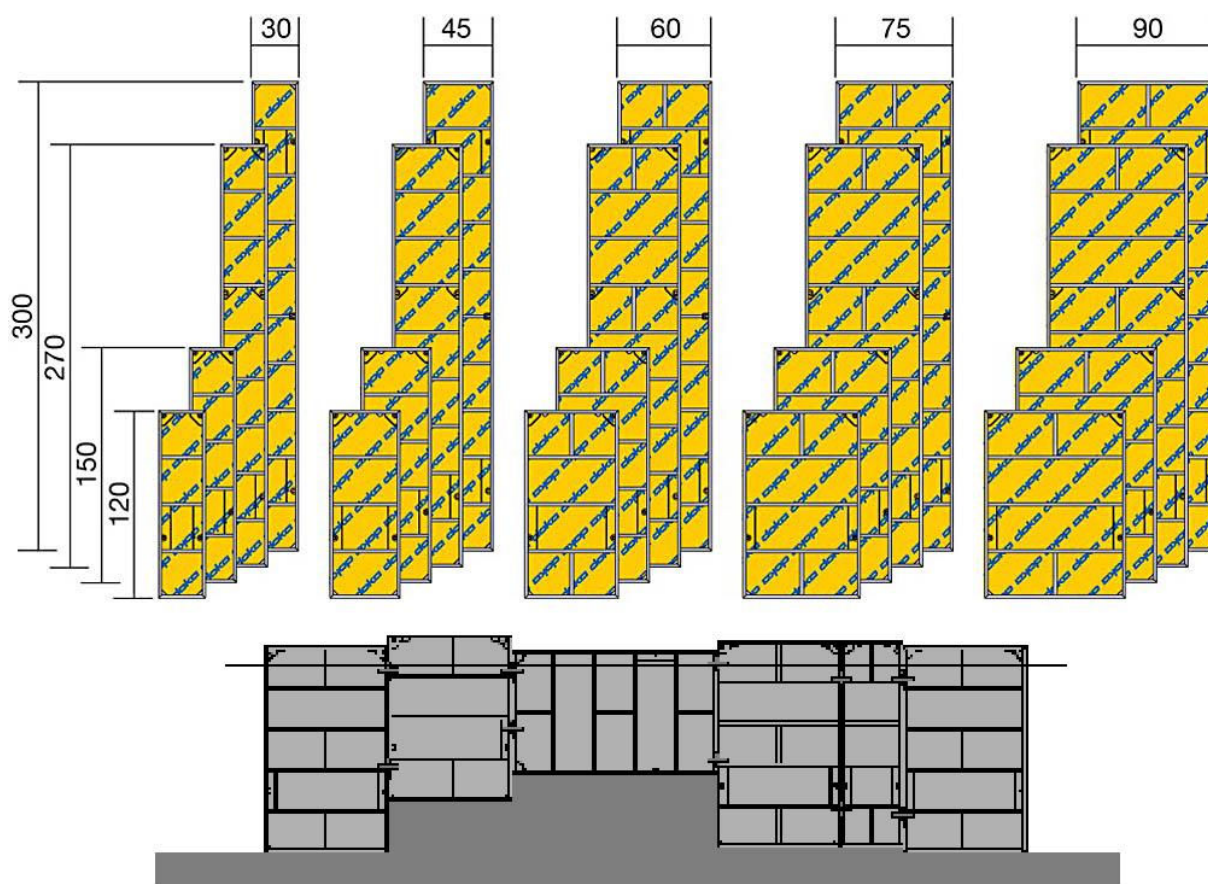
---

<sup>15</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>



dovoljen pritisk svežega betona na opaž je  $40 \text{ kN/m}^2$ .

Elementi Frami so izdelani v sistemskem rastru višine 120 in 150 cm ter širine 30, 45, 60, 75 in 90 cm. Dimenzije so namenoma manjše, da je mogoče ročno premeščanje opažev. Na voljo so tudi elementi višin 270 in 300 cm, vendar so ti elementi pretežki za ročno premeščanje. Za izvedbo zunanjih vogalov se uporabljajo univerzalni elementi širine 75 cm. Zaobljeni robovi okvirjev omogočajo dodajanje spojk na poljubnih mestih. Zaradi tega so elementi brezstopenjsko pomični po višini, brez vnaprej danega rastra in drug poleg drugega. Prilagajanje na stopnice, nagibe in neravnine v tleh se izvede brez dodatnih stroškov (Doka opažni katalog, 2008).



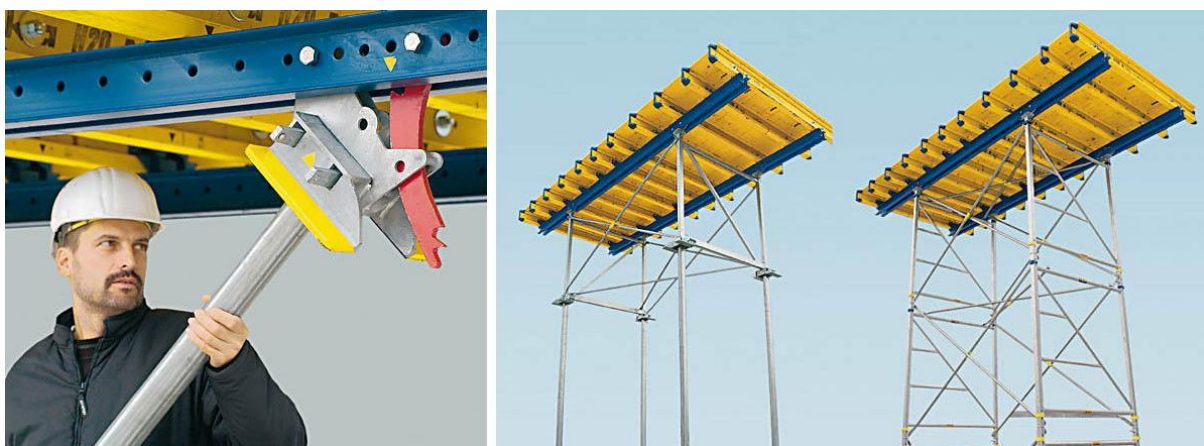
Slika 25: Sistem Frami se enostavno prilagaja po višini <sup>16</sup>

<sup>16</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>

## 5.2 Doka opaži za plošče

### 5.2.1 Dokamatic - opažne mize

Opažne mize se uporabljajo za opaževanje plošč in predstavljajo predvsem časovno zelo učinkovito metodo gradnje plošč. Pri gradnji najprej zabetoniramo stene, nato pa se zaopaži ploščo z opažnimi mizami. Opažne mize so najbolj uporabne pri čim večjih ploščah, ki se večkrat ponavljajo. Prevoz miz v horizontalni smeri opravljamo z vozičkom, v vertikalni smeri pa z dvigalom in posebnimi vilicami. Skupaj z opažno mizo se premešča tudi delovni oder. Dodatni zaščitni in delovni odri niso potrebni. Mize Dokamatic lahko uporabljamo v kombinaciji z različnimi sistemi podpiranja. S podporniki Eurex lahko mize podpiramo do višine 5,80 m, z Dokamatic okvirjem mize do višine 7,30 m, v kombinaciji s podpornimi stolpi Staxo pa tudi višje (glej poglavje 5.2.5). Mize so dobavljive v dimenzijah 400 x 200 cm, 400 x 250 cm, 500 x 200 cm in 500 x 250 cm (Doka opažni katalog, 2008).



Slika 26: Opažne mize Dokamatic <sup>17</sup>

Prednosti sistema Dokamatic so:

- delovni odri niso potrebni,
- za postavitve opažnih miz delavci ne potrebujejo dodatnega usposabljanja,
- hitra montaža, demontaža in zmanjšani stroški prevoza,
- ob primernem vzdrževanju jih lahko ponovno uporabimo tudi do 100 krat,
- zagotovljena kvaliteta betonske konstrukcije.

---

<sup>17</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>

Slabosti opažnih miz so:

- nujna uporaba žerjava,
- neprimerne so za objekte z razgibanim tlorisom in
- neprimerne so za objekte z zaprtimi fasadami.

### 5.2.2 Doka Xtra

Sistem Doka Xtra je ročni opaž z integrirano logiko razopaževanja, ki ga tvorijo štirje med seboj prilegajoči se opažni deli, ki so zasnovani z namenom kar najboljše optimizirati logistiko na gradbišču:

- 2,65 m dolgi Doka nosilci H20 top kot podložni in prečni nosilec,
- Doka Xtra glave opore s hitrim spuščanjem,
- Eurex podporniki z oštevilčenimi luknjami.
- Panelne plošče sistema Doka



Slika 27: Sistem Xtra: podpora Eurex z Xtra glavo, nosilec H20 top in panelne plošče <sup>18</sup>

Sistem Xtra omogoča razopaženje do 75% posameznih delov, zaradi posebne glave, ki omogoča, da podpora ostane na mestu, lesene primarne in sekundarne nosilce pa lahko že odstranjujemo neodvisno od podpor (prikaz: Slika 28:). S tem dosežemo večjo hitrost razopaženja in ponovne uporabe opaža, kar občutno zmanjša stroške najema opaža. Posamezne komponente so zasnovane robustno, tako da ima sistem relativno dolgo življenjsko dobo (Doka opažni katalog, 2008).

---

<sup>18</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>

Potek opaženja po sistemu Doka Xtra:

- postavimo podpornike s pogreznimi glavami in trinožnim podstavkom,
- namestimo vzdolžne in prečne nosilce,
- postavimo manjkajoče vmesne podpore in
- namestimo panelne plošče.

Potek razopaženja sistema Doka Xtra:

- odstranimo trinožne podstavke in vmesne podpore,
- spustimo strop s pomočjo pogrezne glave,
- odstranimo prečne nosilce in večji del panelnih plošč,
- odstranimo vzdolžne nosilce.



Slika 28: Sistem montaže in demontaže Doka Xtra s pogrezno glavo

Na ta način odstranimo približno 85% opažne konstrukcije, ki je na voljo za opaženje na drugem mestu. Preostalih 15% konstrukcije pa ostane nameščene dokler beton ne doseže zadostne trdnosti (Anwenderinformation Doka Xtra, 05/2005).

### 5.2.3 Dokaflex 1-2-4

Sistem Dokaflex 1-2-4 je hiter in fleksibilen opaž plošče poljubnih tlorisov, nosilce, konzolne plošče in filigranske plošče. Sistem je zasnovan po preprosti logiki medsebojnega prileganja maloštevilnih posameznih delov. Sistem Doka Xtra sestavljajo naslednji elementi:

- podporniki Eurex,
- Doka-nosilec H20 top (vzdolžni nosilci so dolžine 3,90 m; prečni nosilci pa dolžine 2,65 m),
- panelne plošče sistema Doka.

Sistem omogoča enostavno določanje količin materiala, s pomočjo enostavnih izračunov, brez potrebe po predhodnem načrtovanju in pripravljalnih delih. Zaradi robustnih posameznih komponent ima sistem relativno dolgo življenjsko dobo.

Oznake 1-2-4 pri sistemu pomenijo maksimalni razmik za postavitev opaža. Trikotne oznake na nosilcih služijo kot integrirano merilo. Pri tem pomeni 1 oznaka maksimalni razmik med prečnimi nosilci, 2 oznaki pomenita maksimalni razmik med podporniki in 4 oznake maksimalni razmik med primarnimi nosilci kot je prikazano na sliki 29.



Slika 29: Pomen oznak 1-2-4 pri sistemu Dokaflex 1-2-4 <sup>19</sup>

Po potrebi pa lahko na podpornik namestimo tudi Doka pogrezno glavo, za lažje razopaževanje. Razmiki na sliki veljajo za plošče debeline do 30 cm. Za večje debeline plošč pa veljajo drugačni razmiki med podporami, prečnimi in vzdolžnimi nosilci. Ti razmiki so izračunani in določeni v preglednici 1 (Doka Calculation Guide, 05/2005).

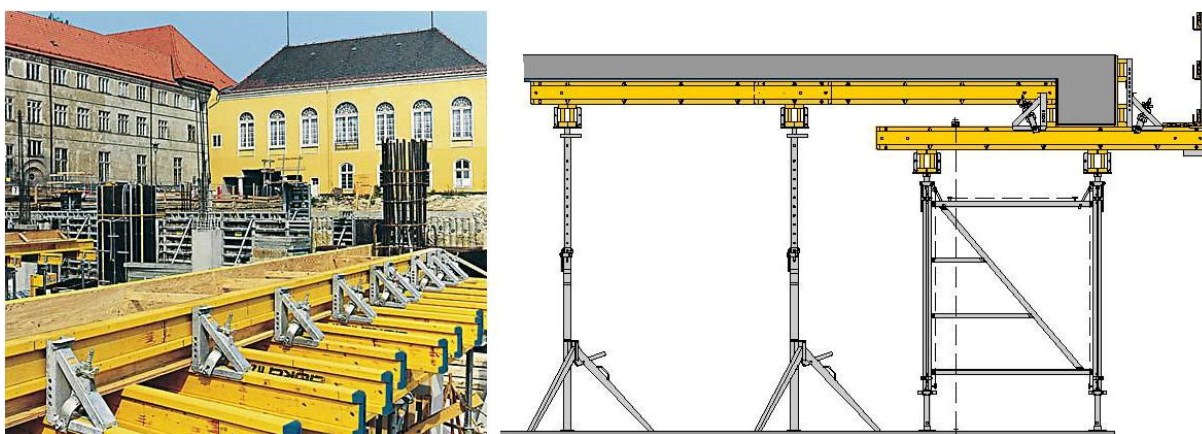
---

<sup>19</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>

Preglednica 1: Razmiki med nosilci H20 v odvisnosti od debeline plošče Doka

		Max. razmik med primarnimi nosilci (m)				Max. razmik med podporniki (m)									
Debelina plošče	Obtežba	Razmik prečnih nosilcev (m)				Razmik med primarnimi nosilci (m)									
(cm)	(kN/m <sup>2</sup> )	0,50	0,625	0,667	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50
10	4,40	3,63	3,37	3,29	3,17	2,88	2,67	2,46	2,28	2,13	2,01	1,82	1,65	1,52	1,30
12	4,92	3,43	3,19	3,12	3,00	2,72	2,53	2,33	2,16	2,02	1,81	1,63	1,48	1,36	1,16
14	5,44	3,27	3,04	2,97	2,86	2,60	2,41	2,21	2,05	1,84	1,63	1,47	1,34	1,23	1,05
16	5,96	3,14	2,92	2,85	2,74	2,49	2,31	2,12	1,92	1,68	1,49	1,34	1,22	1,12	0,96
18	6,48	3,03	2,81	2,75	2,65	2,40	2,22	2,03	1,76	1,54	1,37	1,23	1,12	1,03	0,88
20	7,00	2,93	2,72	2,66	2,56	2,32	2,14	1,90	1,63	1,43	1,27	1,14	1,04	0,95	*
22	7,52	2,84	2,64	2,58	2,48	2,26	2,06	1,77	1,52	1,33	1,18	1,06	0,97	0,89	*
24	8,04	2,76	2,57	2,51	2,42	2,19	1,99	1,66	1,42	1,24	1,11	1,00	0,90	0,83	*
26	8,56	2,70	2,50	2,45	2,35	2,14	1,87	1,56	1,34	1,17	1,04	0,93	0,85	*	*
28	9,08	2,63	2,44	2,39	2,30	2,09	1,76	1,47	1,26	1,10	0,98	0,88	0,80	*	*
30	9,66	2,57	2,39	2,34	2,25	2,03	1,66	1,38	1,18	1,04	0,92	0,83	0,75	*	*
35	11,22	2,45	2,27	2,23	2,14	1,78	1,43	1,19	1,02	0,89	0,79	0,71	*	*	*
40	12,78	2,35	2,18	2,13	2,04	1,56	1,25	1,04	0,89	0,78	0,70	0,63	*	*	*
45	14,34	2,26	2,10	2,04	1,93	1,39	1,12	0,93	0,80	0,70	0,62	0,56	*	*	*
50	15,90	2,18	2,01	1,94	1,83	1,26	1,01	0,84	0,72	0,63	0,56	*	*	*	*

S pomočjo tračne spone je opaž nosilcev moč hitro do milimetra natančno naravnati. Tračno spono enostavno postavimo na prečni nosilec in jo privijemo s kladivom. Na tak način se stranski opaž avtomatsko zatesni in nudi čiste površine betona in robov. Za nosilce višine do 60 cm namestimo tračno spono na vsaki drugi nosilec, pri večjih višinah pa na vsak nosilec.



Slika 30: Sistem opaženja nosilcev s tračno spono<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>

### 5.2.4 Podporniki Eurex

Podporniki Eurex nudijo veliko nosilnost ob enostavni uporabi. Značilnost teh teleskopskih podpornikov je, da imajo enako nosilnost neodvisno od dolžine izvlačanja, ki znaša od 0,92 m do 5,50 m. Podporniki so preizkušeni po standardu SIST EN 1065 in zagotavljajo nosilnost 20 kN (Eurex 20) oz. 30 kN (Eurex 30), z uporabo sučne vezi z zgornjo konstrukcijo pa se nosilnost posameznega podpornika poveča za 10 kN (Eurex 20 – nosi 30 kN; Eurex 30 – nosi 40 kN). Podpore so vroče cinkane, kar jim omogoča dolgo življenjsko dobo. Podporniki imajo oštevilčene luknje, kar omogoča hitro naravnavo višine. Nastavitev višine omogoča fini vijak z ročajem.



Slika 31: Podporniki sistema Eurex <sup>21</sup>

Doka ponuja tudi robustno Alu-oporo Eurex 60, z nosilnostjo 60 kN do višine 5,50 m. To podpore lahko raztegnemo do višine 11,00 m, vendar ima takrat podpora zmanjšano nosilnost. Je priporočljiva za opiranje visokih stenskih opažev (Doka opažni katalog, 2008).

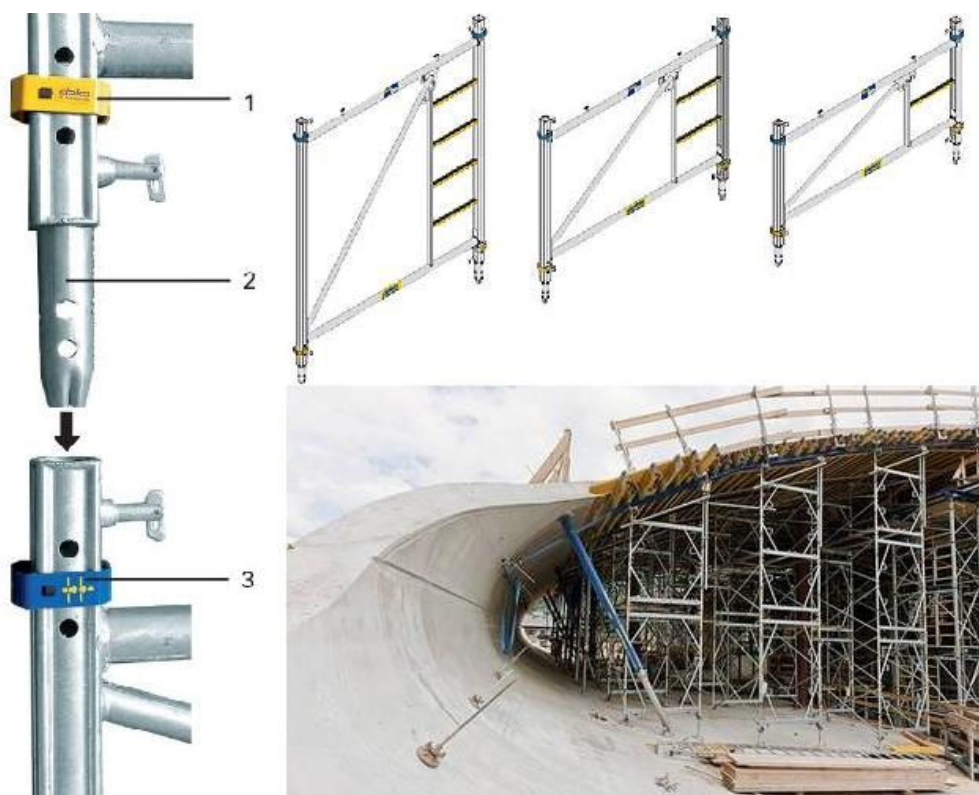
---

<sup>21</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>

### 5.2.5 Podporni stolpi Staxo

Staxo so močni podporni stolpi iz robustnega jeklenega okvirja za velike višine podpiranja in velike obremenitve. Integrirani vezni material omogoča hitro montažo ob minimalni uporabi dvigala. Sistem je možno dopolniti z obsežnim naborom dodatnih elementov za transport, varovanje, dostopanje in drugim.

Stolpi nudijo zaradi 1,52 m širokih okvirjev z vertikalnimi profili izjemno stabilnost. Njegova nosilnost je do 70 kN/nogo stolpa. Doka poleg sistema Staxo ponuja še sistem stolpov Staxo 100, katerega nosilnost je 100 kN/nogo. Pri visokih podporah je možno dele enot predhodno montirati ležeče in jih postaviti pokonci s pomočjo dvigala. Diagonalne palice nudijo stolpom visoko stopnjo stabilnosti, tako da podporni stolpi ne potrebujejo dodatnih bočnih opor. Hitro in varno nadzidavo omogočajo varnostne vzmeti (1, 3) in vezne puše (2), ki so integrirane v okvir (Doka opažni katalog, 2008).



Slika 32: Podporni stolpi Staxo s sestavnimi deli<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Vir slike - Doka: <http://www.doka.com>



## 6 OPAŽNA TEHNOLOGIJA EPIC

Podjetje Epic d.o.o. je bilo ustanovljeno leta 1990 v Postojni. Osnovna dejavnost podjetja je prodaja in izposoja gradbenih opažnih sistemov, stranske dejavnosti pa so mednarodna trgovina z gradbenimi materiali in izdelki za dom, maloprodaja, turizem in prodaja nepremičnin. Epic Eco d.o.o. je podjetje, ki se ukvarja s prodajo in izposojjo steklovlakneno kompozitnih plastičnih gradbenih opažev Epic Eco v Sloveniji, prav tako pa je generalni zastopnik jeklenih stenskih opažev Faresin. Podjetje v zadnjih letih veliko vlaga v razvoj plastičnih opažev Epic Eco in pripadajoče opažne opreme. V nadaljevanju bom predstavil program podjetja Epic Eco, ki je primeren za uporabo pri izgradnji obravnavanega objekta.

### 6.1 Stenski opaži

#### 6.1.1 Plastični opaž Epic Eco

Opaži sistema Epic Eco so narejeni iz steklovlaknenega kompozitnega plastičnega materiala, ki je izrinil uporabo kovin že v ostalih panogah kot sta avtomobilska in letalska industrija. Sestavljanje elementov je podobno sestavljanju lego kock, dobra lastnost pa je nizka teža elementov, enostavna uporaba in pa dobre mehanske lastnosti, saj prenesejo obremenitve do  $60 \text{ kN/m}^2$ . Bogata paleta elementov sistema Epic Eco dovoljuje optimalno izkoriščenost kompozicije opaža, saj se ne postavljajo odvečne ploskve sistema, ker je opažena površina skoraj enaka površini opaža, ki je v stiku z betonom.

Opažni sistem Epic Eco sestavlja skupaj 10 elementov in 51 veznih elementov, zaradi svoje enostavnosti pa so primerni za vse vrste gradbenih podjetij, od najmanjših do največjih. Hitrost opaženja in majhna teža sta le dve od mnogih prednosti. Največji element tehta 17,60 kg, s konzolnim dvigalom nosilnosti do 400 kg pa lahko premikamo kompozicijo široko 9,80 m ter visoko 2,80 m.

Osnovna višina Epic Eco elementov je 70, 140, 280, 350 in 420 cm. Opažni sistem je posebej primeren za opaženje temeljev, jaškov vseh vrst ter sten do višine 4,2 m. Zaradi svoje majhne teže, ki znaša z veznim materialom  $18\text{-}22 \text{ kg/m}^2$ , so opaži posebej primerni za ročno delo. (Epic Eco opažni katalog, 2009).



Slika 33: Epic Eco stenski opažni sistemi s pripadajočim veznim materialom <sup>23</sup>

Prednosti sistema Epic Eco so:

- sistem se lahko uporablja pri visokih zunanjih temperaturah do 50 °C,
- lahko ga uporabljamo v sladki ali slani vodi, popolnoma brez škode na opažu,
- lahko se uporablja v sklopu s stropnim opažnim sistemom Epic Eco Sky Speed,
- lahko se uporablja pri izredno nizkih temperaturah do -23°C s tem, da je pri teh temperaturah rokovanje z opaži Epic Eco mnogo prijetneje kot s kovinskimi opaži,
- elementi ob pravilni uporabi zdržijo do 300 ponovitev opaženja, nato pa jih Epic odkupi po tržni ceni in jih predela v nove elemente,
- nizka potrebna kvalifikacija delavcev,
- hitra montaža in demontaža,
- dobra logistika in manjši stroški prevoza.

Slabosti sistema Epic Eco so:

- obvezna uporaba plastičnega ali gumijastega orodja,
- večja izpostavljenost poškodbam, kot pri drugih sistemih.

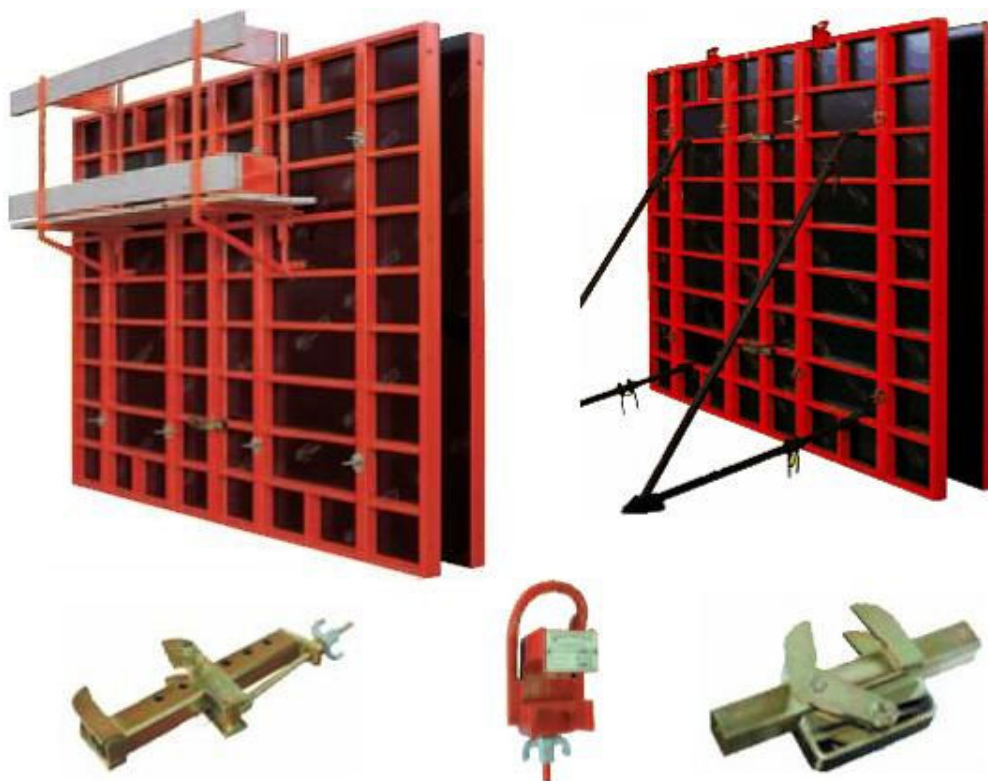
---

<sup>23</sup> Vir slike - EpicEco: <http://www.epiceco.com>

### 6.1.2 Jeklen stenski opaž Epic Faresin

Faresin Model 3000 sestavljeni opaž je enostaven opaž, uporaben za stanovanjsko ali industrijsko gradnjo, pa tudi v cestnih podpornih konstrukcijah. Sestavljen je iz natančno izdelanega jeklenega okvirja in polnili iz vezanih lesnih plošč.

Elementi so na voljo v različnih dimenzijah višine 150, 200 in 300 cm, ter širine 5, 10, 20, 25, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 120 in 200 cm. Elementi se med seboj poljubno spajajo s pomočjo univerzalnih primežev. Dodatni elementi pa omogočajo izdelavo notranjih in zunanji vogalov konstrukcij. Sistem omogoča hitro montažo pomožnega delovnega odra.



Slika 34: Stenski opažni sistem Epic Faresin<sup>24</sup>

Za vertikalno fiksiranje stenske opažne konstrukcije uporabljamo dvokraki podpornik, ki se na eni strani pritrdi na opaž, druga stran pa se privije v tla. Sistem Faresin zahteva uporabo dvigala. V sistemu sta predvideni dve dvižni kljuki, ki ju uporabljamo za premikanje večjih kompozicij opažev do 1000 kg z dvigalom (Faresin opažni katalog, 2005).

---

<sup>24</sup> Vir slike - Epic: <http://www.epic.si>

## 6.2 Opaži za plošče

### 6.2.1 Opaž plošče Epic Eco Sky Speed

Sistem Epic Eco Sky Speed nudi svojevrstno rešitev problema opaženja plošč. Sistem je zaradi majhnega števila elementov izjemno enostaven za montažo. Stropni opaž Epic Eco Sky Speed sestavljajo samo trije elementi:

- podpornik,
- Epic Speed nosilec,
- Epic Eco kasetni elementi.



Slika 35: Epic Eco Sky Speed: podpornik, Epic Speed nosilec in Epic Eco element

Epic Speed nosilec se uporablja kot podporna konstrukcija enako kot leseni I nosilci, jekleni nosilci, lesene grede, aluminijasti nosilci ipd. Sistem je kompatibilen z drugimi opažnimi sistemi (aluminijasti kasetni sistemi, opažne plošče, vezane plošče, kovinski opaži ipd.).

Epic Eco Speed nosilci so izjemno lahki, saj posamezen element tehta le 6,5 kg. Točkovno prenese (zeleni) nosilec več kot 3000 kg in predstavlja enega najbolj togih opažnih podpornih elementov. V ponudbi je tudi nosilec Epic Eco Speed Strong (črn), ki prenese točkovne obremenitve do 6000 kg. Nosilec je ojačan s steklenimi vlakni, ki mu zagotavljajo trdnost in elastičnost hkrati. Elementi se poljubno sestavljajo po dolžini in širini in so tako primerni za opaževanje različnih tlorisov. Transport elementov je zelo enostaven, saj je največji element dolg 140 cm, širok pa 70 cm.

Epic Eco Speed nosilci imajo na svoji spodnji strani vgrajeno priročno cevno libelo za izravnavo opaža. Pri uporabi teh nosilcev ne potrebujemo vilic in H nosilcev, saj se nosilec

direktno natakne na podpornik. Nakup ali najem vilic in H nosilcev tako ni potreben (Epic Eco opažni katalog, 2009).

### 6.2.2 Opaž plošče Epic Eco Sky Light

Sistem Epic Eco Sky Light je hiter in lahek sistem opaženja plošč. S tem načinom opažanja lahko izdelamo betonske plošče debeline do 15 cm. Z novimi modrimi Epic Eco elementi pa debeline do 25 cm. Elemente Epic Eco, ki jih uporabljamo za izdelavo vertikalnih sten lahko samo z enim dodatnim elementom – plastično glavo za podpornike uporabimo za opažanje stropov.



Slika 36: Sistem Epic Eco Sky Light

Z uporabo plastičnega sistema Epic Eco Sky Light dosežemo izjemno hitrost opaženja, bogata paleta elementov pa dovoljuje sestavo optimalne kompozicije za čim manjše odvečne opažne površine (EpicEco, 2011).

### 6.2.3 Opaž plošče Epic Eco Sky Wood

Pri sistemu Epic Eco Sky Wood gre za kombinacijo kasetnih stropnih elementov Epic Eco in lesenih podpornikov, ki jih poznamo iz drugih opažnih sistemov kot so npr. Doka, Peri ipd. Ta način je primeren predvsem pri sočasni uporabi različnih opažnih sistemov na enem gradbišču in je dobrodošla rešitev predvsem za manjše podjetnike, ki pri svojem delu že

uporabljajo lesene nosilce. S tem sistemom lahko opažimo plošče debeline do 50 cm.

## **6.3 Epic nosilna konstrukcija**

### **6.3.1 Podporniki EPIC**

Podporniki Epic s svojo veliko nosilnostjo in številnimi praktičnimi detajli pripomorejo k enostavni uporabi. Podpore so vroče cinkane, kar jim daje dolgo življenjsko dobo. Epic ima v svoji ponudbi različne podpore, ki so narejene po standardu SIST EN 1065:

- razred A – dolžine 250 – 400 cm, namenjene manjšim gradbiščem;
- razred B – dolžine 250 – 450 cm, na voljo z dvema različnima regulacijskima sistemoma;
- razred C, D in E – dolžine 250 – 550 cm, zagotavljajo najvišjo raven nosilnosti;
- Epic Standardne podpore – dolžine 100 – 500 cm, narejene za največjo prilagodljivost

(Epic Eco opažni katalog, 2009).

### **6.3.2 Stolpi EPIC**

Za zagotavljanje najvišje nosilnosti se uporabljajo opažni stolpi Epic. Stolpi so narejeni iz jeklenih okvirjev hitromontažne izvedbe, ki merijo v širino 120 cm, v dolžino pa 150 cm. Največja obtežba stolpov znaša  $40 \text{ kN/m}^2$  (Epic Eco opažni katalog, 2009).

## **7 TEHNOLOŠKA REŠITEV OPAŽEV NA OBJEKTU Z UPORABO TEHNOLOGIJE DOKA**

Glede na zahteve projekta (4. poglavje) in pa tehnologijo, ki jo ponuja podjetje Doka (5. poglavje), bom obravnaval 5 bistvenih sklopov konstrukcije, ki se opažuje:

- opaž temeljnih pet,
- opaž pasovnih temeljev,
- opaž parapetne stene,
- opaž sten ter
- opaž plošč.

Glede na to, da podjetje Doka ponuja pestro paleto sistemov, je smiselno za vsakega od teh sklopov določiti sistem, ki je za nalogo najprimernejši.

### **7.1 Opaž temeljev s sistemom Frami**

#### **7.1.1 Opaž temeljnih pet**

Prva faza opaženja je opaženje temeljnih pet točkovnih temeljev. Zaopažiti je potrebno 21 temeljnih pet, ki so različnih dimenzij. 6 točkovnih temeljev, ki ležijo v poslovnem delu stavbe je višine 50 cm, 15 točkovnih temeljev v skladiščnem delu pa je višine 60 cm. Za izvedbo tega opaža je najprimernejša uporaba sistema Frami, ki je narejen prav za izdelavo temeljev. Njegova prednost je velika izbira različnih dimenzij systemskega rastra in pa predvsem majhna teža elementov, ki omogoča ročno premeščanje. Sistem Frami ponuja elemente širine do 90 cm, tako da je primeren za opaženje tudi v ležečem položaju. Verjetno najpomembnejša prednost pa je nižja cena elementov, kot pri sistemih Framax Xlife, Alu-Framax Xlife ter Dokaset.

Pri izdelavi načrtov opaženja si pomagam s programskim paketom Doka Tipos planning system, ki ga nudi podjetje Doka. Programski paket omogoča izdelavo načrtov z integriranim naborom Doka opažnih elementov, ki so na voljo znotraj posameznih sistemov, vključno z avtomatskim popisom materiala ter statično analizo. Pri statični analizi uporablja določila iz

nemških standardov DIN. V Sloveniji Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov sicer določa uporabo evrokodov, in sicer v 6. členu navaja:

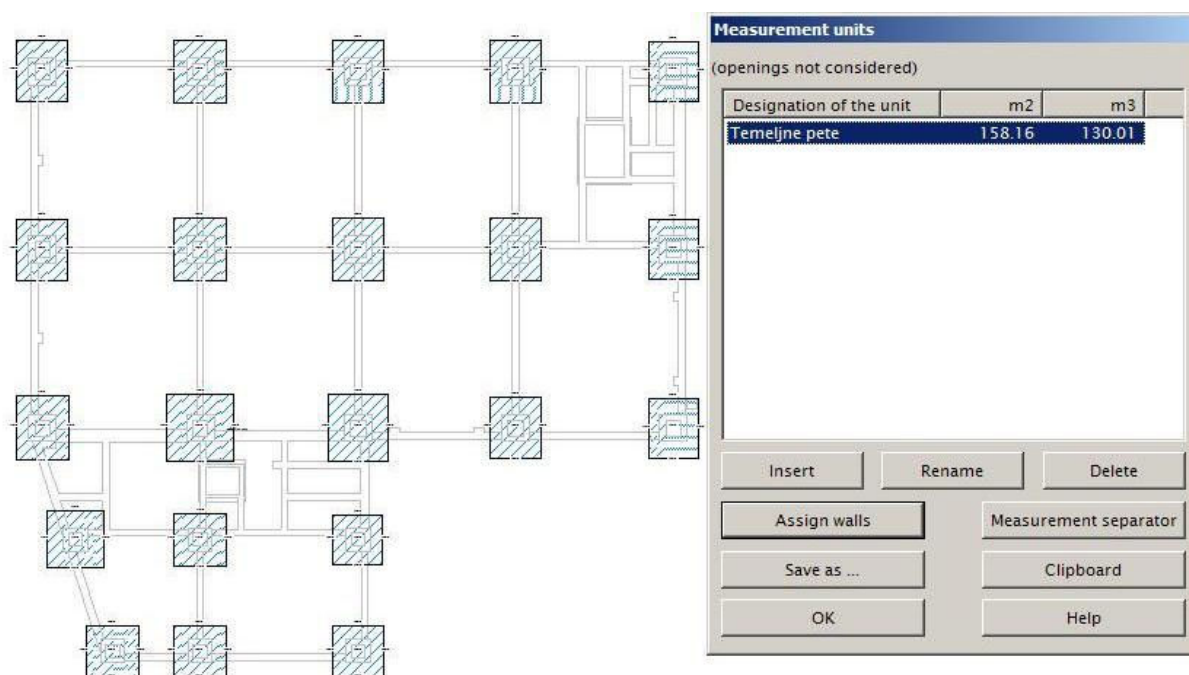
»(1) Pri projektiranju, gradnji in vzdrževanju objektov se smejo namesto pravil evrokodov uporabiti pravila iz drugih standardov, tehničnih smernic ali drugih tehničnih dokumentov, če je z njimi, ob upoštevanju načel evrokodov, mogoče zagotoviti najmanj enakovredno raven izpolnjevanja zahtev iz tega pravilnika.

(2) Pri uporabi pravil iz prejšnjega odstavka upoštevani vplivi na konstrukcije ne smejo biti manjši od vplivov, določenih v skladu s skupinama standardov SIST EN 1991 in SIST EN 1998 (npr. koristna obtežba v stavbah, karta snežnih obtežb, karta projektnih seizmičnih pospeškov), ob upoštevanju delnih faktorjev obtežbe v skladu s standardom SIST EN 1990.«

Glede na to dejstvo bi bilo potrebno poleg z dimenzioniranja v programu Tipos izvesti še kontrolno dimenzioniranje po načelih evrokod standardov, vendar se v tej diplomski nalogi omejim le na uporabo navodil podjetja Doka.

V programu Tipos sem najprej narisal konstrukcijo temeljnih pet. Vsi izdelani načrti opaženja po sistemu Doka so prikazani na koncu diplomske naloge v prilogi B. Program nam glede na izrisano konstrukcijo izračuna točno površino betona, ki se opažuje. Z izvedbo načrta temeljnih pet v programu Tipos vidim, da je potrebno zaopaziti 158,16 m<sup>2</sup> površin.

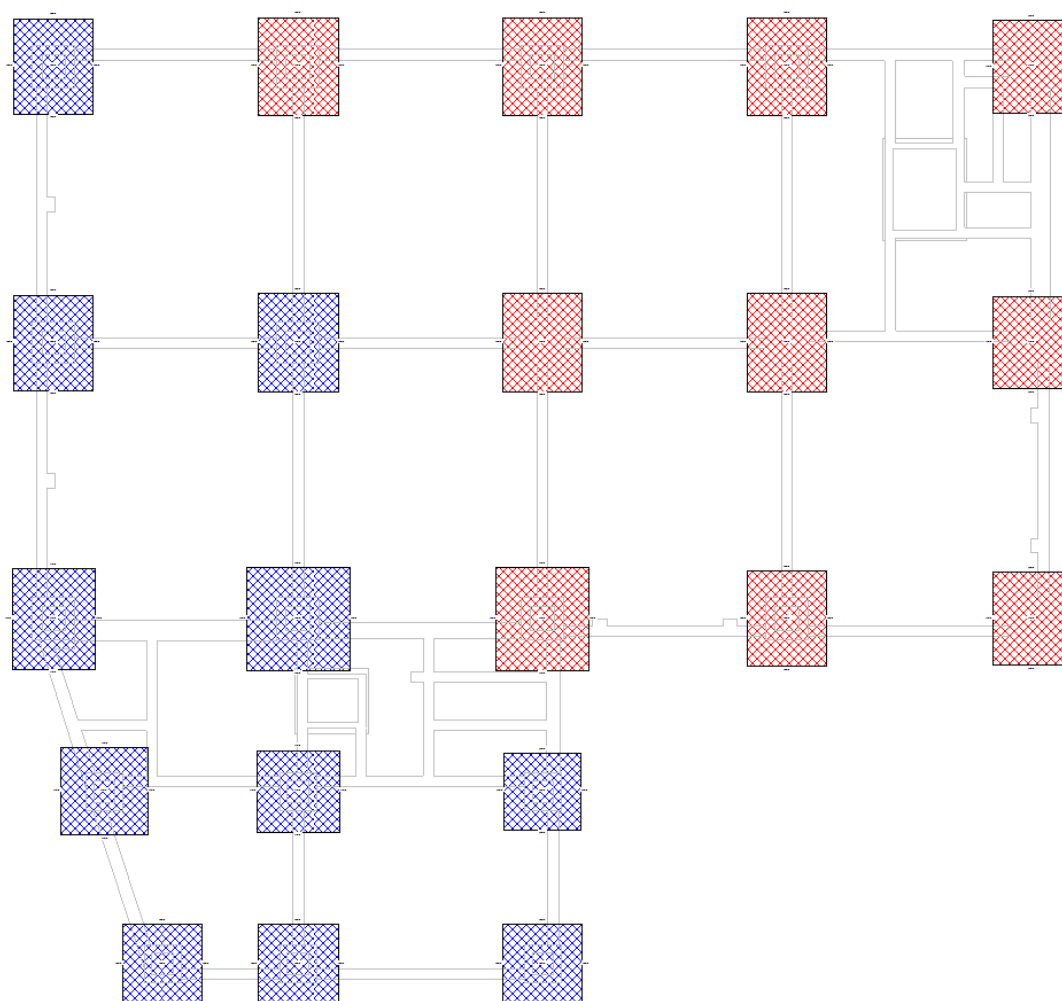




Slika 37: Konstrukcija temeljnih pet in njihove izmere v programu Tipos

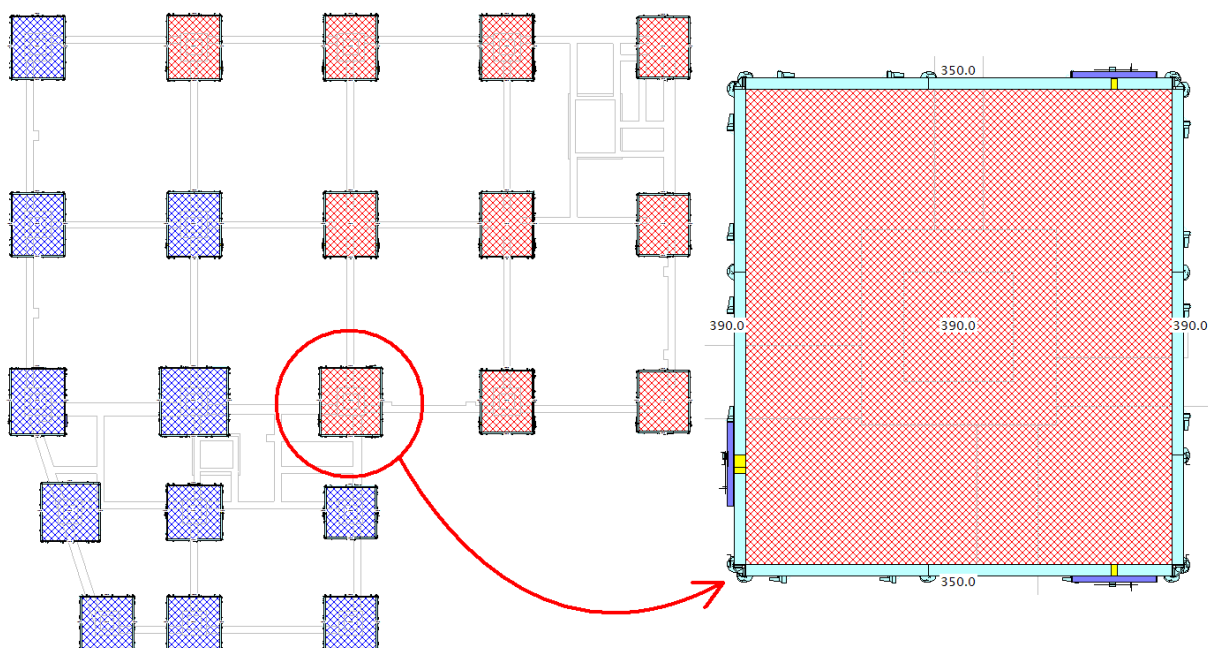
Pred izvedbo temeljev je potrebno izvesti izkope na potrebno globino, vendar pa se lahko začne izvedba temeljev že pri delni izvedbi izkopov, kar pomeni prihranek pri času. Prav tako pa gre za relativno veliko površino, ki se opaži, tako da je smiselno razdeliti opaženje na več faz. Programski paket omogoča upoštevanje večih faz, kar pripomore k optimizaciji izvedbe. Program za izvedbo naslednje faze išče takšne rešitve, da se ponovno uporabi čim več elementov iz prejšnje faze, kar pomeni nižje stroške pri najemu opažev.

Odločim se, da se izvede opaženje temeljnih pet v dveh fazah, in sicer se v prvi fazi opaži 11 temeljnih pet s skupno površino opaženja  $78,12 \text{ m}^2$ , v drugi fazi pa 10 temeljnih pet skupne površine  $80,04 \text{ m}^2$ . Površina opaženja je tako približno enaka, porazdelitev pa je smiselna tudi glede na vrstni red izvedbe del na gradbišču.



Slika 38: Razdelitev na faze: 1. faza – modra, 2. faza – rdeča

S pomočjo programa nato izdelam načrt opaženja pet točkovnih temeljev z upoštevanjem dveh faz. Program določi potrebne opažne elemente iz sistema Frami ter ves spremljajoči pritrdilni pribor.



Slika 39: Izvedba opaženja v programu Tipos

V programu za izdelano rešitev pogledam popis potrebnega materiala.

Edit piece list

Display filter: All articles Total piece list  Used articles  Additional articles

Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	588436000	Frami-diferenčna spojka	On request	0	0	54	0	54	54
DOKA	176035000	Frami-diferenčni les 10x9cm 1,50m	On request	0	0	13	0	13	13
DOKA	176034000	Frami-diferenčni les 5x9cm 1,50m	On request	0	0	17	0	17	17
DOKA	588439000	Frami-izravnalni profil 0,70m	On request	0	0	54	0	54	54
DOKA	588452000	Frami-napenjalec vezave temelja	On request	0	0	168	0	168	168
DOKA	588405000	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	588404000	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	On request	0	0	16	0	16	16
DOKA	588463000	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	588464000	Frami-okvirni element 0,60x1,50m	On request	0	0	84	0	84	84
DOKA	588447000	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588401000	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	588453000	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	On request	0	0	134	0	134	134
DOKA	588433000	Frami-spojka	On request	0	0	236	0	236	236
DOKA	588459000	Frami-zunanji kotni element 1,20m	On request	0	0	44	0	44	44
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	On request	0	0	80	112	192	192
DOKA	581879000	Vezni vijak 15,0mm neobd. 4,00m	On request	0	0	40	44	84	84
DOKA	581880000	Vezni vijak 15,0mm neobd. 5,00m	On request	0	0	4	8	12	12

Price as default Change price: Add: 0

Key data ... Cycle quantities ... Clipboard OK Cancel Help

Slika 40: Popis materiala za opaženje temeljnih pet

Pregledam še porabo materiala glede na faze.

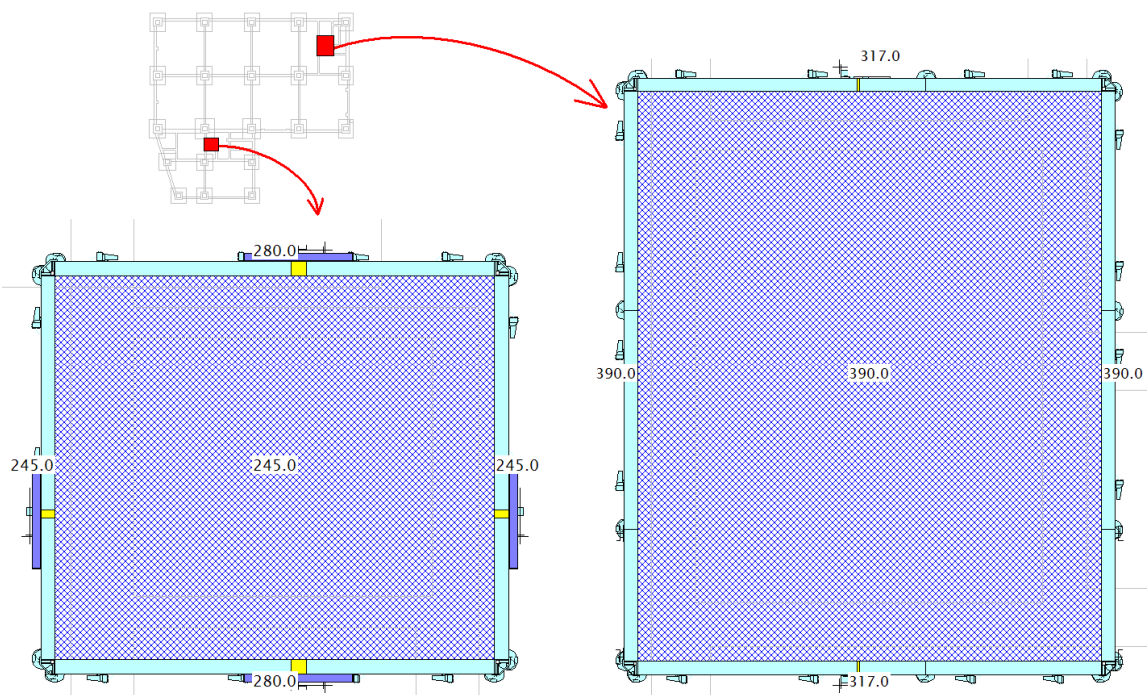
Cycle quantities						
Manuf	Article no.	Designation	1	2	Floor	Platform
DOKA	588436000	Frami-diferenčna spojka	28	54	0	0
DOKA	176035000	Frami-diferenčni les 10x9cm 1,50m	8	13	0	0
DOKA	176034000	Frami-diferenčni les 5x9cm 1,50m	6	17	0	0
DOKA	588439000	Frami-izravnalni profil 0,70m	28	54	0	0
DOKA	588452000	Frami-napenjalec vezave temelja	168	148	0	0
DOKA	588405000	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	4	4	0	0
DOKA	588404000	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	4	16	0	0
DOKA	588463000	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	6	8	0	0
DOKA	588464000	Frami-okvirni element 0,60x1,50m	84	74	0	0
DOKA	588447000	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	2	1	0	0
DOKA	588401000	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	8	7	0	0
DOKA	588453000	Frami-pridržalni kotnik veznega vijak	134	114	0	0
DOKA	588433000	Frami-spojka	236	219	0	0
DOKA	588459000	Frami-zunanji kotni element 1,20m	44	40	0	0
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	64	80	0	0
DOKA	581879000	Vezni vijak 15,0mm neobd. 4,00m	28	40	0	0
DOKA	581880000	Vezni vijak 15,0mm neobd. 5,00m	4	0	0	0

Slika 41: Prikaz porabe materiala glede na faze

Pri pregledu opažnega materiala po fazah program Tipos samodejno obarva večjo količino posameznih elementov, ki jih potrebujemo za izdelavo določene faze. Najbolj ekonomično je seveda, da imamo faze razdeljene tako, da imamo enako porabo elementov v vsaki fazi. Večje kot imamo odstopanje, več opaža čaka neuporabljenega med določeno fazo opaženja. Če pogledamo zgornjo sliko vidimo, da je poraba dokaj usklajena med 1. in 2. fazo. Pri tem je smotrno gledati predvsem opažne elemente in ne pritrdilni material, saj ta ne predstavlja bistvenega stroška najema opaža. Vidimo, da do odstopanja prihaja praktično le pri elementih dimenzije 45 x 120 cm in 60 x 150 cm, pri ostalih elementih pa so odstopanja zelo majhna. Dobra razporeditev je posledica dobre optimizacije programa Tipos, ki je kar se da optimalno porazdelil opažne elemente glede na zahtevane faze.

Za primerjavo sem naredil še dve različni porazdelitvi faz in jih primerjal s prvotno rešitvijo. Ugotovil sem, da bistvene izboljšave ne dosežemo. Razlog je v tem, da so temeljne pete med seboj različne, kar pomeni različen nabor elementov za njegovo opaženje. Zaradi različnega nabora elementov pa imamo vedno določen del opažev, ki nam v določeni fazi ostajajo. Razlike pa niso bistvene, saj program Tipos za vsako porazdelitev določi optimalni nabor elementov, kar pomeni da so ostanki tako ali tako relativno majhni.

K tej fazi opaženja dodam še izdelavo opaža za dve temeljni plošči dvigalnih jaškov.



Slika 42: Prikaz opaženja temeljnih plošč dvigalnih jaškov

Temeljna plošča dvigalnega jaška v poslovnem delu stavbe je tlorisne dimenzije 280 x 245 cm in višine 40 cm, temeljna plošča v skladiščnem delu pa je tlorisnih dimenzij 317 x 390 cm ter višine 40 cm.

Za izdelavo temeljnih plošč programu Tipos določim, da uporabi elemente, ki so na voljo za opaženje temeljnih pet, tako da za njuno izdelavo ne potrebujemo novega naročila opažnega materiala.

**Edit piece list**

Display filter:    Used articles  Additional articles

Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	588436000	Frami adjustable clamp	On request	12	0	0	0	12	0
DOKA	588453000	Frami anchoring bracket	On request	26	0	0	0	26	0
DOKA	588433000	Frami clamp	On request	36	0	0	0	36	0
DOKA	176035000	Frami fitting timber 10x9cm 1.50m	On request	2	0	0	0	2	0
DOKA	176032000	Frami fitting timber 2x9cm 1.50m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	176034000	Frami fitting timber 5x9cm 1.50m	On request	2	0	0	0	2	0
DOKA	588452000	Frami foundation clamp	On request	28	0	0	0	28	0
DOKA	588459000	Frami outside corner 1.20m	On request	8	0	0	0	8	0
DOKA	588404000	Frami panel 0.45x1.20m	On request	2	0	0	0	2	0
DOKA	588463000	Frami panel 0.60x1.20m	On request	4	0	0	0	4	0
DOKA	588464000	Frami panel 0.60x1.50m	On request	10	0	0	0	10	0
DOKA	588401000	Frami panel 0.90x1.20m	On request	4	0	0	0	4	0
DOKA	588439000	Frami universal waling 0.70m	On request	8	0	0	0	8	0
DOKA	581966000	Super plate 15.0	On request	12	0	0	0	12	0
DOKA	581878000	Tie rod 15.0mm non-treated 3.00m	On request	0	0	2	-2	0	0
DOKA	581879000	Tie rod 15.0mm non-treated 4.00m	On request	4	0	0	12	16	12

Prices marked with \* have been changed manually

Price as default

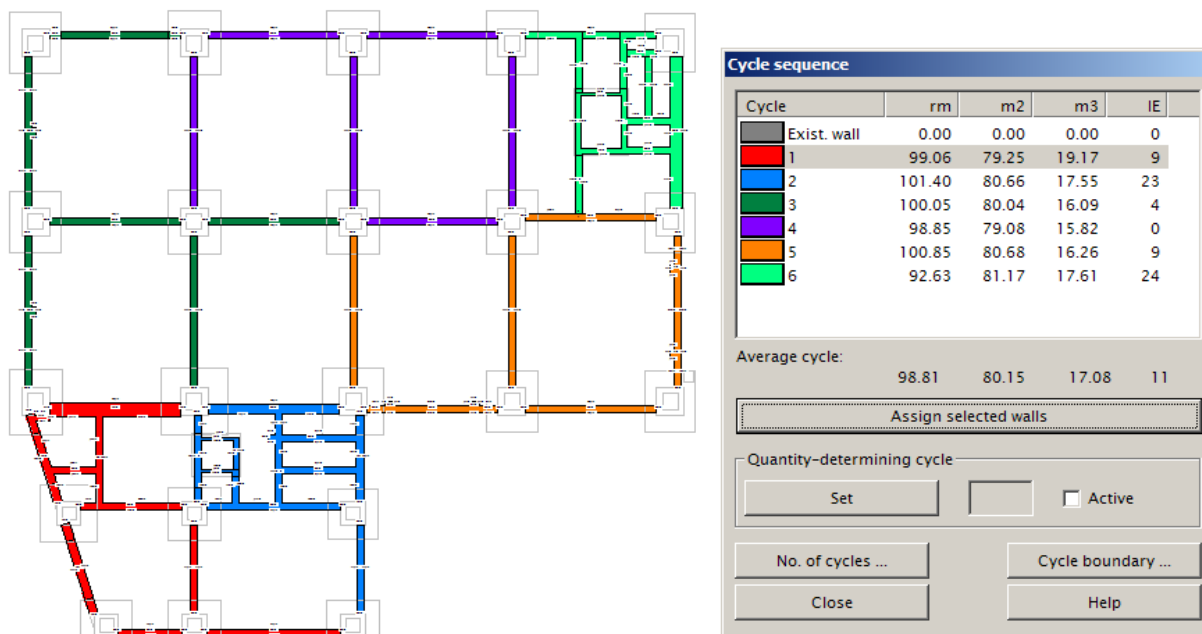
Slika 43: Popis materiala za opaženje temeljnih plošč dvigalnih jaškov

### 7.1.2 Opaž pasovnih temeljev

Po končani izvedbi točkovnih temeljev, z vsemi pripadajočimi zemeljskimi in montažnimi deli, je potrebno zabetonirati pasovne temelje. Pasovni temelji so enotne višine 80 cm ter različnih širin od 20 cm do 80 cm, v to fazo pa vključim tudi izdelavo sten dvigalnih jaškov do kote vrha pasovnih temeljev. Program mi pove, da je skupno potrebno zaopažiti 480,88 m<sup>2</sup> površine, kar pa ne drži povsem, saj program sem šteje tudi površine, ki se stikajo z že izvedenimi čašami temeljnih pet. Dejanska površina opaženja znaša 448,24 m<sup>2</sup>. Za opaženje je primeren sistem Frami, ki je lahek in enostaven za uporabo. Ker je višina pasovnih temeljev 80 cm je najbolj smotrna izbira Frami elementov širine 90 cm. Pri opaženju točkovnih temeljev smo uporabili opaže širine do 60 cm, kar pa tu ne zadostuje.

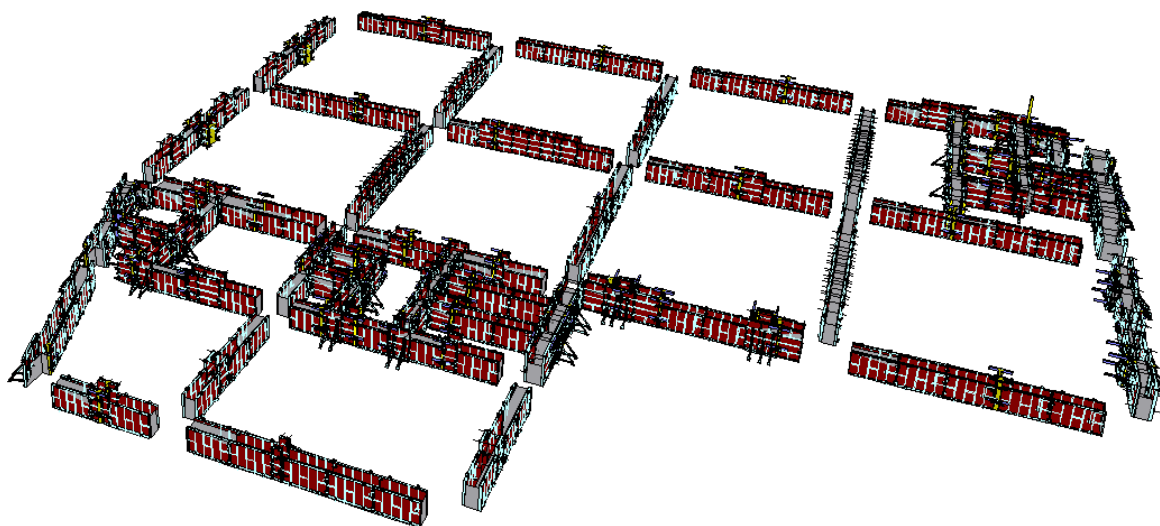
Ker pri opaženju uporabljam sistem Frami, enako kot pri opaženju temeljnih pet točkovnih temeljev, razdelim faze opaženja tako, da so med seboj primerljive. V ta namen razdelim opaženje pasovnih temeljev na 6 faz, pri vsaki od njih pa se opažuje približno 80 m<sup>2</sup>, kar je primerljivo s fazami pri točkovnih temeljih. Prav tako opazim, da so dolžine pasovnih temeljev v skladiščnem delu enake, tako da faze razdelim na tak način, da je v posamezni fazi

enako število temeljev enake dolžine, kar pomeni hitrejšo izvedbo na mestu opaženja, saj se lahko premika cel sklop opaža.



Slika 44: Razdelitev opaženja pasovnih temeljev na 6 faz

Izvedba opaženja je prikazana na načrtu v prilogi in na spodnji sliki.



Slika 45: 3D prikaz izvedbe opaženja pasovnih temeljev

Edit piece list

Display filter:    Used articles  Additional articles

Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	996000001	-	On request	0	0	17	0	17	17
DOKA	588477000	Bočna opora	On request	0	0	19	0	19	19
DOKA	588436000	Frami-diferenčna spojka	On request	0	0	100	0	100	100
DOKA	176035000	Frami-diferenčni les 10x9cm 1,50m	On request	0	0	22	0	22	22
DOKA	176032000	Frami-diferenčni les 2x9cm 1,50m	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	176034000	Frami-diferenčni les 5x9cm 1,50m	On request	0	0	25	0	25	25
DOKA	588439000	Frami-izravnalni profil 0,70m	On request	0	0	100	0	100	100
DOKA	588440000	Frami-izravnalni profil 1,25m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	588452000	Frami-napenjalec vezave temelja	On request	0	0	104	0	104	104
DOKA	588471000	Frami-notranji kotni element 1,20m 20cm	On request	0	0	24	0	24	24
DOKA	588405000	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	On request	0	0	28	0	28	28
DOKA	588404000	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	On request	0	0	21	0	21	21
DOKA	588463000	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	On request	0	0	12	0	12	12
DOKA	588447000	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	On request	0	0	16	0	16	16
DOKA	588401000	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	On request	0	0	20	0	20	20
DOKA	588406000	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	On request	0	0	36	0	36	36
DOKA	588425000	Frami-pregibni kotni el.-notranji I 1,20m	On request	0	0	3	0	3	3
DOKA	588453000	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	On request	0	0	94	0	94	94
DOKA	588441000	Frami-pritrdilna spojka	On request	0	0	42	0	42	42
DOKA	588403000	Frami-sidrni element 0,60x1,20m	On request	0	0	1	0	1	1
DOKA	588433000	Frami-spojka	On request	0	0	146	0	146	146
DOKA	588402000	Frami-univerzalni element 0,75x1,20m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588479000	Frami-univerzalni vezni vijak 5-12cm	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	588434000	Frami-zatič	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	588459000	Frami-zunanji kotni element 1,20m	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	On request	0	0	240	0	240	240
DOKA	581822000	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	581823000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	On request	0	0	96	0	96	96
DOKA	581826000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,25m	On request	0	0	18	0	18	18
DOKA	581827000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,50m	On request	0	0	8	0	8	8

Price as default Change price:  Add:

Key data ... Cycle quantities ... Clipboard OK Cancel Help

Slika 46: Popis materiala za opaženje pasovnih temeljev

Pri izvedbi (prikaz na sliki 45) vidimo, da je opaženje najbolj kompleksno pri oblikovanju sten dvigalnih jaškov, kjer imamo veliko vogalov in manjše dolžine temeljev. V tem delu je očitno razvidno, da se sistemski raster opažnih elementov Doka ne ujema s projektiranimi dolžinami konstrukcijskih elementov, kar ima za posledico relativno veliko porabo diferenčnega lesa in pa veznega materiala, ki je pri tem potreben. Vidimo, da je nabor različnih elementov zato precej večji kot pri opaženju točkovnih temeljev, kjer je šlo za enostavne pravokotne elemente relativno velike površine.



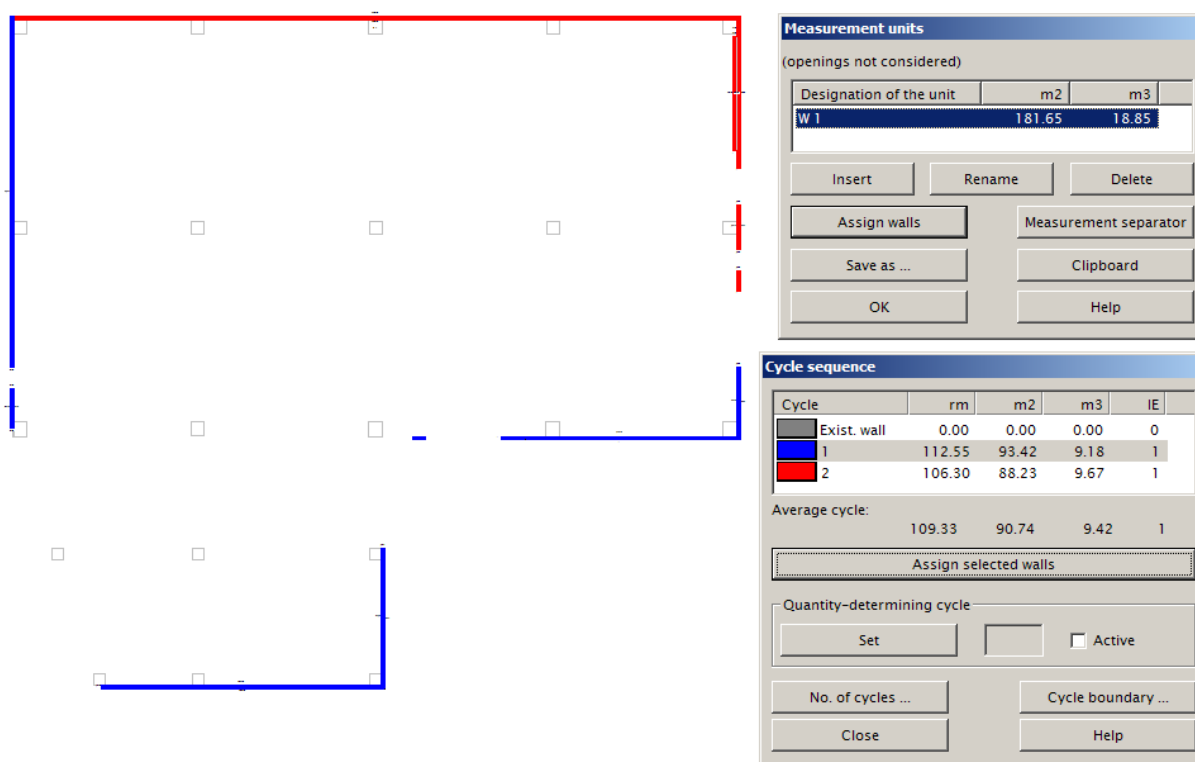
Cycle quantities								
Manuf	Article no.	Designation	1	2	3	4	5	6
DOKA	996000001	-	15	12	16	6	17	17
DOKA	588477000	Bočna opora	18	16	0	0	12	19
DOKA	588436000	Frami-diferenčna spojka	62	98	32	16	60	100
DOKA	176035000	Frami-diferenčni les 10x9cm 1,50m	4	22	2	2	6	17
DOKA	176032000	Frami-diferenčni les 2x9cm 1,50m	8	4	0	0	0	0
DOKA	176034000	Frami-diferenčni les 5x9cm 1,50m	4	18	2	2	9	25
DOKA	588439000	Frami-izravnalni profil 0,70m	52	90	32	16	60	100
DOKA	588440000	Frami-izravnalni profil 1,25m	0	2	4	0	0	0
DOKA	588452000	Frami-napenjalec vezave temelja	80	64	88	104	92	48
DOKA	588471000	Frami-notranji kotni element 1,20m 20cm	6	23	4	0	8	24
DOKA	588405000	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	14	19	10	6	2	28
DOKA	588404000	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	7	21	16	16	14	15
DOKA	588463000	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	8	12	10	10	12	6
DOKA	588447000	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	15	16	8	8	8	13
DOKA	588401000	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	11	16	20	20	20	20
DOKA	588406000	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	36	24	36	36	36	20
DOKA	588425000	Frami-pregibni kotni el.-notranji I 1,2	3	0	0	0	0	0
DOKA	588453000	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	74	60	84	94	82	48
DOKA	588441000	Frami-pritrdilna spojka	42	32	0	0	24	38
DOKA	588403000	Frami-sidrni element 0,60x1,20m	1	0	0	0	0	0
DOKA	588433000	Frami-spojka	106	137	134	146	125	127
DOKA	588402000	Frami-univerzalni element 0,75x1,20	2	0	0	0	0	0
DOKA	588479000	Frami-univerzalni vezni vijak 5-12cm	4	4	8	0	0	0
DOKA	588434000	Frami-zatič	4	0	0	0	0	0
DOKA	588459000	Frami-zunanji kotni element 1,20m	1	1	0	0	8	0
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	132	232	168	112	132	240
DOKA	581822000	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	0	8	0	0	0	6
DOKA	581823000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	52	90	72	56	58	96
DOKA	581826000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,25m	4	16	8	0	8	18
DOKA	581827000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,50m	8	0	0	0	0	0

Slika 47: Poraba materiala glede na 6 faz opaženja pasovnih temeljev

Če pogledamo porabo po fazah se dobro vidi karakteristike opaženja posamezne faze. Pri fazah 3, 4 in 5 opažujemo večje površine z relativno malim številom vogalov v skladiščnem delu. Vidimo, da je tu največja poraba večjih elementov (okvirni elementi 90 x 120 cm in 90 x 150 cm), kar pomeni večjo hitrost opaženja. Faze 1, 2 in 6 pa so faze z več vogali in kompleksnejšim opaženjem, kar ima za posledico večjo porabo elementov različnih dimenzij in pa veznega materiala.

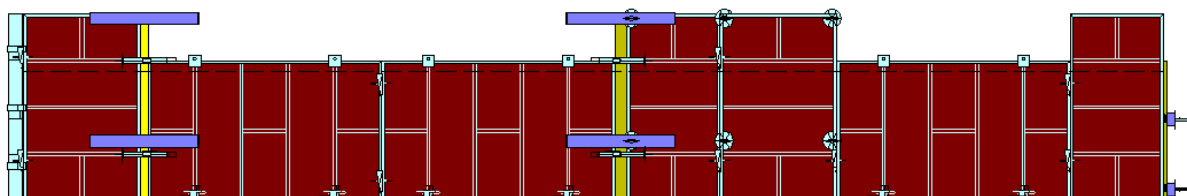
### 7.1.3 Opaž parapetne stene

Po zaključku pasovnih temeljev je potrebno izvesti parapetno steno, ki služi kot nosilna konstrukcija za montažne AB fasadne panele v skladiščnem delu ter zunanje opečne stene v poslovnem delu stavbe. Parapetna stena je enotne višine 83 cm in poteka po večini zunanjega oboda stavbe.



Slika 48: Opaženje parapetne stene v 2 fazah

Potrebna neto površina opaženja je 181,65 m<sup>2</sup>. Ker gre za opaženje enostavne konstrukcije na nivoju tal je zopet primerna uporaba sistema Frami. Parapet je moč opažiti z elementi širine 90 cm, kar omogoča uporabo večjih elementov ter s tem učinkovitejšo izvedbo. Ker uporabim sistem Frami razdelim opaževanje v dve fazi, ki obsegata približno takšno površino opaženja kot faze pri točkovnih in pasovnih temeljih. V prvi fazi je tako potrebno opažiti 93,42 m<sup>2</sup>, v drugi fazi pa 88,23 m<sup>2</sup> površine.



Slika 49: Prikaz izvedbe opaženja vzhodnega parapetne stene v poslovnem delu

Edit piece list

Display filter: All articles Total piece list  Used articles  Additional articles

Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	588436000	Frami-diferenčna spojka	On request	0	0	54	0	54	54
DOKA	176035000	Frami-diferenčni les 10x9cm 1,50m	On request	0	0	3	0	3	3
DOKA	176032000	Frami-diferenčni les 2x9cm 1,50m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	176033000	Frami-diferenčni les 3x9cm 1,50m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	176034000	Frami-diferenčni les 5x9cm 1,50m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588439000	Frami-izravnalni profil 0,70m	On request	0	0	46	0	46	46
DOKA	588440000	Frami-izravnalni profil 1,25m	On request	0	0	20	0	20	20
DOKA	588452000	Frami-napenjalac vezave temelja	On request	0	0	124	0	124	124
DOKA	588471000	Frami-notranji kotni element 1,20m 20cm	On request	0	0	1	0	1	1
DOKA	588405000	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588404000	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	On request	0	0	10	0	10	10
DOKA	588463000	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	588447000	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	On request	0	0	10	0	10	10
DOKA	588401000	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	On request	0	0	32	0	32	32
DOKA	588406000	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	On request	0	0	38	0	38	38
DOKA	588475000	Frami-ploščata vez 10-80cm	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588453000	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	On request	0	0	116	0	116	116
DOKA	588433000	Frami-spojka	On request	0	0	121	0	121	121
DOKA	588479000	Frami-univerzalni vezni vijak 5-12cm	On request	0	0	40	0	40	40
DOKA	588434000	Frami-zatič	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	588459000	Frami-zunanji kotni element 1,20m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	On request	0	0	158	0	158	158
DOKA	581822000	Vežni vijak 15,0mm poc. 0,75m	On request	0	0	41	0	41	41
DOKA	581823000	Vežni vijak 15,0mm poc. 1,00m	On request	0	0	18	0	18	18

Price as default Change price: Add: 0

Key data ... Cycle quantities ... Clipboard OK Cancel Help

Slika 50: Popis materiala za opaženje parapetne stene

Pri izdelavi opažev za parapetne stene vidimo precej ugodno porabo okvirnih elementov. Po številu je največ prav elementov največjih dimenzij (90 x 120 cm in 90 x 150 cm), kar omogoča najhitrejši način opaževanja večjih površin. Pri izdelavi načrtov opaženja parapetne stene sem upošteval, da so montažni AB stebri že montirani, kar delno oteži izdelavo opažev oz. povzroči fragmentacijo opaža in pa večjo uporabo diferenčnega lesa za krpanje vmesnih prostorov, ki jih s tipskimi elementi ne moremo pokriti.

Če pogledamo porabo materiala po fazah vidimo, da pri prvi fazi potrebujemo več opažnih elementov kot v drugi, kar je bilo moč sklepati že iz podatka o potrebni površini opaženja. Vidimo pa tudi, da je v prvi fazi v uporabi več okvirnih elementov različnih dimenzij, kar pomeni, da je površina opaženja bolj razdrobljena in kompleksna.

Cycle quantities						
Manuf	Article no.	Designation	1	2	Floor Platform	
DOKA	996000001	-	25	29	0	0
DOKA	588436000	Frami-diferenčna spojka	50	54	0	0
DOKA	176035000	Frami-diferenčni les 10x9cm 1,50m	3	0	0	0
DOKA	176032000	Frami-diferenčni les 2x9cm 1,50m	1	4	0	0
DOKA	176033000	Frami-diferenčni les 3x9cm 1,50m	4	0	0	0
DOKA	176034000	Frami-diferenčni les 5x9cm 1,50m	2	0	0	0
DOKA	588439000	Frami-izravnalni profil 0,70m	44	46	0	0
DOKA	588440000	Frami-izravnalni profil 1,25m	20	12	0	0
DOKA	588452000	Frami-napenjalac vezave temelja	108	124	0	0
DOKA	588471000	Frami-notranji kotni element 1,20m 20cm	0	1	0	0
DOKA	588405000	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	1	2	0	0
DOKA	588404000	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	10	4	0	0
DOKA	588463000	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	8	6	0	0
DOKA	588447000	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	10	4	0	0
DOKA	588401000	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	32	26	0	0
DOKA	588406000	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	34	38	0	0
DOKA	588475000	Frami-ploščata vez 10-80cm	2	0	0	0
DOKA	588453000	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	86	116	0	0
DOKA	588433000	Frami-spojka	121	89	0	0
DOKA	588479000	Frami-univerzalni vezni vijak 5-12cm	40	24	0	0
DOKA	588434000	Frami-zatič	4	0	0	0
DOKA	588459000	Frami-zunanji kotni element 1,20m	1	2	0	0
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	158	88	0	0
DOKA	581822000	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	41	16	0	0
DOKA	581823000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	18	16	0	0

Slika 51: Popis materiala za opaženje parapetne stene glede na faze

#### 7.1.4 Optimizacija sistema Frami

Pri obravnavi prvih treh sklopov sem vsakega od sklopov obravnaval ločeno. Ker pa si dela sledijo eno za drugim in je v uporabi enak opažni sistem – Frami, je smiselno za vse tri sklope samo enkrat najeti material za čas, ki je potreben za izvedbo vseh treh sklopov. Program Tipos omogoča formiranje opažev na tak način, da najprej uporabi opažne elemente, ki so na zalogi zaradi izdelave drugega sklopa. S tem optimiziramo porabo opažev za vse tri sklope in pa dodatne stroške povezane z dobavo opažev na gradbišče.

Za osnovo vzamem rešitev za izvedbo parapetne stene, ker ta ni preveč kompleksna, da bi bila zaloga opažev preveč specifična, večina elementov pa je širine 90 cm, kar omogoča izvedbo vseh treh sklopov opaženja.

Z zalogo materiala za izvedbo parapetne stene (stolpec »Site«) nato izvedem rešitev za pasovne temelje, za tem pa s skupno zalogo za parapetne stene in pasovne temelje še za točkovne temelje.

Edit piece list									
Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	588477000	Bočna opora	On request	0	0	17	0	17	17
DOKA	588436000	Frami-diferenčna spojka	On request	54	0	34	0	88	34
DOKA	176035000	Frami-diferenčni les 10x9cm 1,50m	On request	3	0	5	0	8	5
DOKA	176032000	Frami-diferenčni les 2x9cm 1,50m	On request	4	0	0	0	4	0
DOKA	176033000	Frami-diferenčni les 3x9cm 1,50m	On request	3	0	0	0	3	0
DOKA	176034000	Frami-diferenčni les 5x9cm 1,50m	On request	2	0	5	0	7	5
DOKA	588439000	Frami-izravnalni profil 0,70m	On request	46	0	40	0	86	40
DOKA	588440000	Frami-izravnalni profil 1,25m	On request	8	0	0	0	8	0
DOKA	588452000	Frami-napenjalec vezave temelja	On request	124	0	8	0	132	8
DOKA	588471000	Frami-notranji kotni element 1,20m 20cm	On request	1	0	23	0	24	23
DOKA	588405000	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	On request	2	0	24	0	26	24
DOKA	588404000	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	On request	10	0	9	0	19	9
DOKA	588463000	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	On request	8	0	3	0	11	3
DOKA	588447000	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	On request	10	0	2	0	12	2
DOKA	588401000	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	On request	32	0	0	0	32	0
DOKA	588406000	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	On request	38	0	4	0	42	4
DOKA	588425000	Frami-pregibni kotni el.-notranji I 1,20m	On request	0	0	3	0	3	3
DOKA	588453000	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	On request	114	0	0	0	114	0
DOKA	588441000	Frami-pritrdilna spojka	On request	0	0	38	0	38	38
DOKA	588433000	Frami-spojka	On request	121	0	33	0	154	33
DOKA	588402000	Frami-univerzalni element 0,75x1,20m	On request	0	0	1	0	1	1
DOKA	588479000	Frami-univerzalni vezni vijak 5-12cm	On request	20	0	0	0	20	0
DOKA	588459000	Frami-zunanji kotni element 1,20m	On request	1	0	0	0	1	0
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	On request	158	0	100	0	258	100
DOKA	581822000	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	On request	8	0	0	0	8	0
DOKA	581823000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	On request	18	0	87	0	105	87
DOKA	581826000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,25m	On request	0	0	15	0	15	15
DOKA	581827000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,50m	On request	0	0	8	0	8	8

Slika 52: Optimiziran popis materiala za opaženje pasovnih temeljev

Edit piece list									
Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	588436000	Frami-diferenčna spojka	On request	88	0	0	0	88	0
DOKA	176032000	Frami-diferenčni les 2x9cm 1,50m	On request	4	0	2	0	6	2
DOKA	588439000	Frami-izravnalni profil 0,70m	On request	86	0	2	0	88	2
DOKA	588452000	Frami-napenjalec vezave temelja	On request	132	0	18	0	150	18
DOKA	588405000	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	On request	26	0	0	0	26	0
DOKA	588404000	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	On request	19	0	11	0	30	11
DOKA	588463000	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	On request	11	0	0	0	11	0
DOKA	588447000	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	On request	12	0	0	0	12	0
DOKA	588401000	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	On request	32	0	0	0	32	0
DOKA	588406000	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	On request	42	0	0	0	42	0
DOKA	588425000	Frami-pregibni kotni el.-notranji I 1,20m	On request	3	0	0	0	3	0
DOKA	588429000	Frami-pregibni kotni el.-zunanji A 1,20m	On request	0	0	40	0	40	40
DOKA	588453000	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	On request	114	0	18	0	132	18
DOKA	588441000	Frami-pritrdilna spojka	On request	38	0	0	0	38	0
DOKA	588433000	Frami-spojka	On request	154	0	10	0	164	10
DOKA	588459000	Frami-zunanji kotni element 1,20m	On request	2	0	0	0	2	0
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	On request	258	0	0	0	258	258
DOKA	581879000	Vezni vijak 15,0mm neobd. 4,00m	On request	0	0	38	44	84	84
DOKA	581880000	Vezni vijak 15,0mm neobd. 5,00m	On request	0	0	4	8	12	12

Slika 53: Optimiziran popis materiala za opaženje pet točkovnih temeljev,

V spodnjih preglednicah je prikazana poraba materiala za izvedbo posameznih sklopov.

Preglednica 2: Poraba materiala pri neoptimizirani izvedbi opaža Frami

	Element/Dobava glede na sklop	Parapetna st.	Pasovni tem.	Točkovni tem.	Skupaj
1	Bočna opora	0	19	0	19
2	Frami-diferenčna spojka	54	100	54	100
3	Frami-diferenčni les 10x9cm 1,50m	3	22	13	22
4	Frami-diferenčni les 2x9cm 1,50m	4	8	0	8
5	Frami-diferenčni les 3x9cm 1,50m	4	0	0	4
6	Frami-diferenčni les 5x9cm 1,50m	2	25	17	25
7	Frami-izravnalni profil 0,70m	46	100	54	100
8	Frami-izravnalni profil 1,25m	20	4	0	20
9	Frami-napenjalec vezave temelja	124	104	168	168
10	Frami-notranji kotni element 1,20m 20cm	1	24	0	24
11	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	2	28	4	28
12	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	10	21	16	21
13	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	8	12	8	12
14	Frami-okvirni element 0,60x1,50m	0	0	84	84
15	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	10	16	2	16
16	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	32	20	8	32
17	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	38	36	0	38
18	Frami-ploščata vez 10-80cm	2	0	0	2
19	Frami-pregibni kotni el.-notranji I 1,20m	0	3	0	3
20	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	116	94	134	134
21	Frami-pritrdilna spojka	0	42	0	42
22	Frami-sidrni element 0,60x1,20m	0	1	0	1
23	Frami-spojka	121	146	236	236
24	Frami-univerzalni element 0,75x1,20m	0	2	0	2
25	Frami-univerzalni vezni vijak 5-12cm	40	8	0	40
26	Frami-zatič	4	4	0	4
27	Frami-zunanji kotni element 1,20m	2	8	44	44
28	Matica s super ploščo 15,0	158	240	192	240
29	Vezni vijak 15,0mm neobd. 4,00m	0	0	84	84
30	Vezni vijak 15,0mm neobd. 5,00m	0	0	12	12
31	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	41	8	0	41
32	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	18	96	0	96
33	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,25m	0	18	0	18
34	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,50m	0	8	0	8

Preglednica 3: Poraba materiala pri optimizirani izvedbi opaža Frami

	Element/Dobava glede na sklop	Parapetna st.	Pasovni tem.	Točkovni tem.	Skupaj
1	Bočna opora	0	17	0	17
2	Frami-diferenčna spojka	54	34	0	88
3	Frami-diferenčni les 10x9cm 1,50m	3	5	0	8
4	Frami-diferenčni les 2x9cm 1,50m	4	0	2	6
5	Frami-diferenčni les 3x9cm 1,50m	4	0	0	4
6	Frami-diferenčni les 5x9cm 1,50m	2	5	0	7
7	Frami-izravnalni profil 0,70m	46	40	2	88
8	Frami-izravnalni profil 1,25m	20	0	0	20
9	Frami-napenjalec vezave temelja	124	8	18	150
10	Frami-notranji kotni element 1,20m 20cm	1	23	0	24
11	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	2	24	0	26
12	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	10	9	11	30
13	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	8	3	0	11
14	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	10	2	0	12
15	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	32	0	0	32
16	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	38	4	0	42
17	Frami-ploščata vez 10-80cm	2	0	0	2
18	Frami-pregibni kotni el.-notranji I 1,20m	0	3	0	3
19	Frami-pregibni kotni el.-zunanji A 1,20m	0	0	40	40
20	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	116	0	16	132
21	Frami-pritrdilna spojka	0	38	0	38
22	Frami-spojka	121	33	10	164
23	Frami-univerzalni element 0,75x1,20m	0	1	0	1
24	Frami-univerzalni vezni vijak 5-12cm	40	0	0	40
25	Frami-zatič	4	0	0	4
26	Frami-zunanji kotni element 1,20m	2	0	0	2
27	Matica s super ploščo 15,0	158	100	0	258
28	Vezni vijak 15,0mm neobd. 4,00m	0	0	84	84
29	Vezni vijak 15,0mm neobd. 5,00m	0	0	12	12
30	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	41	0	0	41
31	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	18	87	0	105
32	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,25m	0	15	0	15
33	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,50m	0	8	0	8

Preglednica 4: Primerjava optimizirane in neoptimizirane izvedbe opaža Frami

	Element/Dobava glede na sklop	Neoptimizirano	Optimizirano	Razlika
1	Bočna opora	19	17	-2
2	Frami-diferenčna spojka	100	88	-12
3	Frami-diferenčni les 10x9cm 1,50m	22	8	-14
4	Frami-diferenčni les 2x9cm 1,50m	8	6	-2
5	Frami-diferenčni les 3x9cm 1,50m	4	4	0
6	Frami-diferenčni les 5x9cm 1,50m	25	7	-18
7	Frami-izravnalni profil 0,70m	100	88	-12
8	Frami-izravnalni profil 1,25m	20	20	0
9	Frami-napenjalec vezave temelja	168	150	-18
10	Frami-notranji kotni element 1,20m 20cm	24	24	0
11	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	28	26	-2
12	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	21	30	9
13	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	12	11	-1
14	Frami-okvirni element 0,60x1,50m	84	0	-84
15	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	16	12	-4
16	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	32	32	0
17	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	38	42	4
18	Frami-ploščata vez 10-80cm	2	2	0
19	Frami-pregibni kotni el.-notranji I 1,20m	3	3	0
20	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	134	40	-94
21	Frami-pritrdilna spojka	42	132	90
22	Frami-sidrni element 0,60x1,20m	1	38	37
23	Frami-spojka	236	164	-72
24	Frami-univerzalni element 0,75x1,20m	2	1	-1
25	Frami-univerzalni vezni vijak 5-12cm	40	40	0
26	Frami-zatič	4	4	0
27	Frami-zunanji kotni element 1,20m	44	2	-42
28	Matica s super ploščo 15,0	240	258	18
29	Vezni vijak 15,0mm neobd. 4,00m	84	84	0
30	Vezni vijak 15,0mm neobd. 5,00m	12	12	0
31	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	41	41	0
32	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	96	105	9
33	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,25m	18	15	-3
34	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,50m	8	8	0

Če pogledamo primerjavo optimizirane in neoptimizirane variante vidimo, da največ prihranimo pri porabi okvirnih elementov dimenzije 60 x 150 cm, kar je posledica poenotenja širine elementov točkovnih temeljev s širinami elementov pri pasovnih temeljih in parapetni steni. Vidimo, da je pri optimizirani varianti v splošnem poraba materiala rahlo manjša, do največjega prihranka pa pridemo ravno pri manjšem številu prej omenjenih elementov, ki pa



vsekakor ni zanemarljiva. Znatno manjša pa je tudi poraba diferenčnega lesa, to pomeni da smo dosegli boljšo izkoriščenost tipskih rastrskih elementov, kar pa v praksi pomeni predvsem hitrejšo izvedbo. Za nadaljnjo analizo stroškov tako uporabim optimizirano varianto izvedbe.

## **7.2 Opaženje sten s sistemom Framax Xlife**

Opaženje sten lahko glede na lokacijo znotraj objekta ločimo na dva dela:

- poslovni in
- skladiščni del.

Če opaženje razdelim še po etažah dobim 6 sklopov sten, ki jih je potrebno zaopažiti.

### **7.2.1 Opaž sten poslovnega dela**

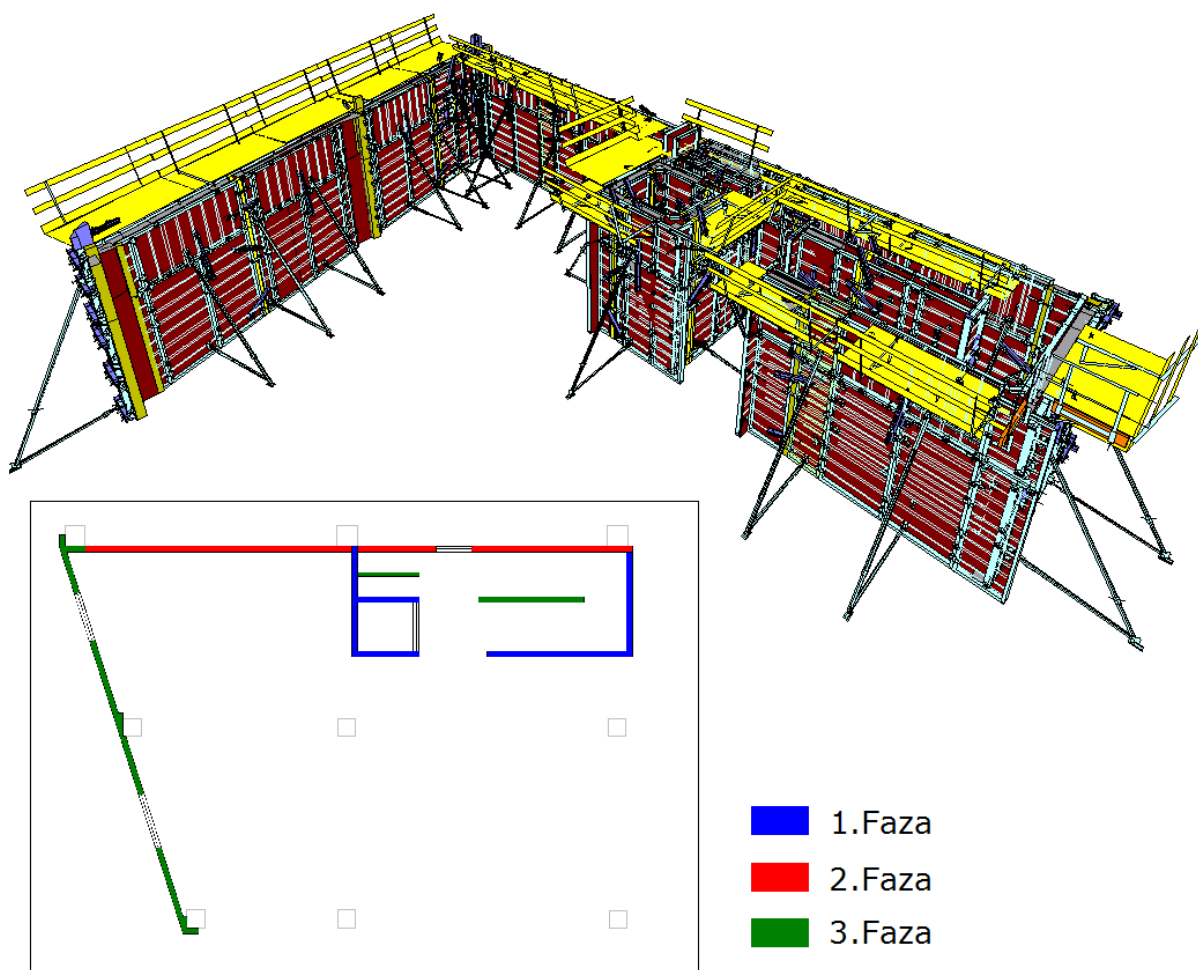
Stene v poslovnem delu, ki jih je potrebno zaopažiti, obsegajo stene dvigalnega jaška in stopnišča, steno med poslovnim in skladiščnim delom ter zunanjo steno na zahodnem delu. Višina sten je od vrha pasovnih temeljev do dna plošče 1. nadstropja, kar meri 401 cm. Za takšno uporabo sistem Frami ni primeren. Takšna višina sten zahteva uporabo močnejših opažev. Površine opaženja so relativno majhne in razdeljene, tako da uporaba sistema Dokaset ni primerna. Najprimernejša je uporaba sistemov Framax Xlife ali pa Alu-Framax Xlife, ker zagotavljata zadostno nosilnost in pa ustrezno prilagodljivost. Na gradbišču je predvidena uporaba žerjava, tako da ni potrebe po lažjemu in cenovno manj ugodnemu sistemu Alu-Framax Xlife. Za izvedbo sten se zato odločim uporabiti opaže iz sistema Framax Xlife.

Na tem mestu izvedem še kontrolno dimenzioniranje po evrokod standardu. Pri določanju vplivov na tehnološko konstrukcijo upoštevam

V pritličju poslovnega dela je potrebno zaopažiti 462,58 m<sup>2</sup> površine. Pri delitvi na faze upoštevam dva faktorja. Prvi je primerljiva površina opaženja s fazo opaženja v skladiščnem delu, drugi pa je praktična izdelava. V skladiščnem delu je potrebno opažiti 188,18 m<sup>2</sup> veliko površino. Zato je smiselno opaženje poslovnega dela razdeliti na 3 faze, ki pa jih razdelim tako, da vmesni steni v stopnišču in instalacijskem jašku betoniram kasneje, ker s tem

pridobim na prostoru, ki je potreben za namestitev poševnih regulacijskih podpor.

V prvi fazi zaopazimo dvigalno jedro in pa steni ob stopnišču. V drugi fazi zaopazimo celotno steno v osi C. V tretji fazi pa še zahodno zunanjo steno in preostali dve steni v stopnišču. Pri izdelavi načrtov opaženja sproti izvajam ukrepe optimizacije tako med fazami, kot tudi z opaženjem sklopov v skladiščnem delu, tako da bom odslej prikazal le končno porabo materiala za posamezen sklop, ki ga opažujemo.



Slika 54: 3D prikaz opaženja sten v pritličju poslovnega dela s fazami

Ker poteka betoniranje na višini približno 4 m nad tlemi sem predvidel uporabo odra za betoniranje, ki ga ponuja sistem Framax Xlife, ker omogoča hitro montažo in pa dobro delovno površino, ki jo delavci potrebujejo za izvedbo.

**Edit piece list**

Display filter:    Used articles  Additional articles

Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	99600001	-	On request	0	0	1	0	1	1
DOKA	996000202	-	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588308000	Alu-Framax-okvirni element 0,30x2,70m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588324000	Alu-univerzalni element 0,75x1,35m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588322000	Alu-univerzalni element 0,75x2,70m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588168000	Framax-diferenčna spojka	On request	0	0	54	0	54	54
DOKA	176026000	Framax-diferenčni les 10x12cm 2,70m	On request	0	0	20	0	20	20
DOKA	176020000	Framax-diferenčni les 2x12cm 2,70m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	176022000	Framax-diferenčni les 3x12cm 2,70m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	176024000	Framax-diferenčni les 5x12cm 2,70m	On request	0	0	12	0	12	12
DOKA	588153400	Framax-hitra spojka RU	On request	0	0	233	0	233	233
DOKA	588152000	Framax-natezna spona	On request	0	0	118	0	118	118
DOKA	588132000	Framax-notranji kotni element 1,35m	On request	0	0	6	0	6	6
DOKA	588130000	Framax-notranji kotni element 2,70m	On request	0	0	6	0	6	6
DOKA	588118000	Framax-okvirni element 0,30x1,35m	On request	0	0	15	0	15	15
DOKA	588108000	Framax-okvirni element 0,30x2,70m	On request	0	0	15	0	15	15
DOKA	588116000	Framax-okvirni element 0,45x1,35m	On request	0	0	6	0	6	6
DOKA	588106000	Framax-okvirni element 0,45x2,70m	On request	0	0	6	0	6	6
DOKA	588115000	Framax-okvirni element 0,55x1,35m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588105000	Framax-okvirni element 0,55x2,70m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588114000	Framax-okvirni element 0,60x1,35m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	588104000	Framax-okvirni element 0,60x2,70m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	588112000	Framax-okvirni element 0,90x1,35m	On request	0	0	13	0	13	13
DOKA	588102000	Framax-okvirni element 0,90x2,70m	On request	0	0	11	0	11	11
DOKA	588222000	Framax-okvirni element 0,90x3,30m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588110000	Framax-okvirni element 1,35x1,35m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588100000	Framax-okvirni element 1,35x2,70m	On request	0	0	32	0	32	32
DOKA	588137000	Framax-pregibni kotni el.-notranji I 1,35m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588610000	Framax-pregibni kotni el.-notranji I 3,30m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588150000	Framax-spojni profil 0,90m	On request	0	0	58	0	58	58
DOKA	588148000	Framax-spojni profil 1,50m	On request	0	0	29	0	29	29
DOKA	588169000	Framax-univerzalna spojka	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	588124000	Framax-univerzalni element 0,90x1,35m	On request	0	0	5	0	5	5
DOKA	588122000	Framax-univerzalni element 0,90x2,70m	On request	0	0	5	0	5	5
DOKA	588158000	Framax-univerzalni vezni vijak 10-16cm	On request	0	0	36	0	36	36
DOKA	588336000	Framax-zunanji kotni element 0,90m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588128000	Framax-zunanji kotni element 1,35m	On request	0	0	1	0	1	1
DOKA	588126000	Framax-zunanji kotni element 2,70m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	588143000	Framax-čelna vez	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	On request	0	0	240	0	240	240
DOKA	588249000	Regulacijska opora elementov 540	On request	0	0	12	0	12	12
DOKA	580488000	Stranski ograjni element T	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	189311000	Tramici (vgrajeni)	On request	0	0	20	0	20	20
DOKA	581822000	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	On request	0	0	72	0	72	72
DOKA	581823000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	On request	0	0	30	0	30	30

Price as default Change price:  Add:

Key data ... Cycle quantities ... Clipboard OK Cancel Help

Slika 55: Popis materiala za opaženje sten v pritličju poslovnega dela

Cycle quantities							
Manuf	Article no.	Designation	1	2	3	Floor	Platform
DOKA	996000001	-	1	1	0	0	0
DOKA	588308000	Alu-Framax-okvirni element 0,30x2,70m	0	2	0	0	0
DOKA	588324000	Alu-univerzalni element 0,75x1,35m	2	2	1	0	0
DOKA	588322000	Alu-univerzalni element 0,75x2,70m	2	2	1	0	0
DOKA	588168000	Framax-diferenčna spojka	54	28	47	0	0
DOKA	176026000	Framax-diferenčni les 10x12cm 2,70m	16	0	20	0	0
DOKA	176020000	Framax-diferenčni les 2x12cm 2,70m	0	4	4	0	0
DOKA	176022000	Framax-diferenčni les 3x12cm 2,70m	0	0	4	0	0
DOKA	176024000	Framax-diferenčni les 5x12cm 2,70m	12	0	4	0	0
DOKA	588153400	Framax-hitra spojka RU	178	132	233	0	0
DOKA	588152000	Framax-natezna spona	77	41	118	0	0
DOKA	588132000	Framax-notranji kotni element 1,35m	6	0	0	0	0
DOKA	588130000	Framax-notranji kotni element 2,70m	6	0	0	0	0
DOKA	588118000	Framax-okvirni element 0,30x1,35m	4	4	15	0	0
DOKA	588108000	Framax-okvirni element 0,30x2,70m	4	2	15	0	0
DOKA	588116000	Framax-okvirni element 0,45x1,35m	6	1	5	0	0
DOKA	588106000	Framax-okvirni element 0,45x2,70m	6	1	5	0	0
DOKA	588115000	Framax-okvirni element 0,55x1,35m	2	0	1	0	0
DOKA	588105000	Framax-okvirni element 0,55x2,70m	2	0	1	0	0
DOKA	588114000	Framax-okvirni element 0,60x1,35m	0	1	4	0	0
DOKA	588104000	Framax-okvirni element 0,60x2,70m	0	1	4	0	0
DOKA	588112000	Framax-okvirni element 0,90x1,35m	13	2	8	0	0
DOKA	588102000	Framax-okvirni element 0,90x2,70m	11	2	8	0	0
DOKA	588222000	Framax-okvirni element 0,90x3,30m	2	0	0	0	0
DOKA	588110000	Framax-okvirni element 1,35x1,35m	0	2	0	0	0
DOKA	588100000	Framax-okvirni element 1,35x2,70m	12	32	18	0	0
DOKA	588137000	Framax-prečibni kotni el.-notranji I 1,35m	0	0	2	0	0
DOKA	588610000	Framax-prečibni kotni el.-notranji I 3,30m	0	0	2	0	0
DOKA	588150000	Framax-spojini profil 0,90m	55	25	58	0	0
DOKA	588148000	Framax-spojini profil 1,50m	19	16	29	0	0
DOKA	588169000	Framax-univerzalna spojka	4	2	0	0	0
DOKA	588124000	Framax-univerzalni element 0,90x1,35m	5	0	5	0	0
DOKA	588122000	Framax-univerzalni element 0,90x2,70m	5	0	5	0	0
DOKA	588158000	Framax-univerzalni vezni vijak 10-16	36	0	36	0	0
DOKA	588336000	Framax-zunanji kotni element 0,90m	0	0	2	0	0
DOKA	588128000	Framax-zunanji kotni element 1,35m	1	1	1	0	0
DOKA	588126000	Framax-zunanji kotni element 2,70m	1	1	2	0	0
DOKA	588143000	Framax-čelna vez	8	8	0	0	0
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	226	164	240	0	0
DOKA	588249000	Regulacijska opora elementov 540	14	15	13	0	0
DOKA	189311000	Tramici (vgrajeni)	8	10	20	0	0
DOKA	581822000	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	62	61	72	0	0
DOKA	581823000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	27	17	30	0	0

Slika 56: Popis materiala za opaženje sten poslovnega dela glede na faze

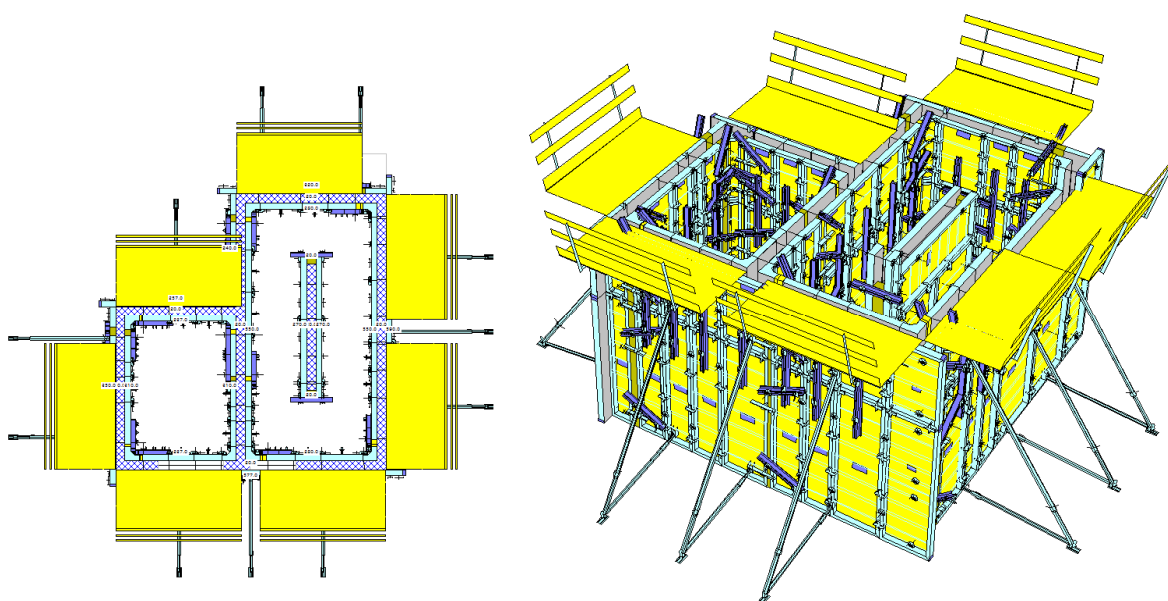
Pri porabi materiala vidimo, da številčno največ okvirnih elementov predstavljajo največji okvirni elementi dimenzije 135 x 270 cm, kar je ugodno z vidika časa montaže glede na količino opažene površine. Vidimo, da je nabor materiala večji, kot pri temeljih, kar je posledica večje višine opaženja, večjega nabora okvirnih elementov znotraj sistema Framax Xlife, montaže delovnega odra ter dodatnega veznega in opornega materiala. Poraba materiala je tudi relativno dobro uravnotežena glede na faze opaženja.

Če pogledamo še stene v 1. in 2. nadstropju poslovnega dela vidimo, da lahko uporabimo enak opaž kot v pritličju. Višina betoniranja je sicer nižja in znaša 385 cm, a to pri opaženju

ne predstavlja razlike, saj ni dovolj nižja, da ne bi potrebovali zgornje vrste opaža, ki je nad višino 270 cm. Druga razlika pa je v odprtinah, ki pa se izvajajo po meri iz lesa, tako da lahko za izvedbo opaža sten v 1. in 2. nadstropju uporabim opažni material iz pritličja.

### 7.2.2 Opaž sten skladišnega dela

V skladiščnem delu je potrebno zaopažiti dvigalni jašek ter stene stopnišča. Skupno je potrebno zaopažiti 188,18 m<sup>2</sup> površine. Površina je primerljiva s površino ene faze opaženja sten v poslovnem delu. S takšno razdelitvijo želim doseči čim boljšo izkoriščenost opažev.



Slika 57: Izvedba opaženja v skladiščnem delu

Za izdelavo uporabim zalogo opažev, ki so bili potrebni za opaženje sten v poslovnem delu stavbe. Zopet na vrhu uporabim obešene delovne odre, saj je le tako moč učinkovito izvajati vsa potrebna dela.

Edit piece list

Display filter:  Total piece list  Used articles  Additional articles

Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	996000001	-	On request	2	0	0	0	2	0
DOKA	588132500	Framax Xlife-notranji kotni element 1,35m	On request	9	0	0	0	9	0
DOKA	588130500	Framax Xlife-notranji kotni element 2,70m	On request	9	0	0	0	9	0
DOKA	588118500	Framax Xlife-okvirni element 0,30x1,35m	On request	6	0	0	0	6	0
DOKA	588108500	Framax Xlife-okvirni element 0,30x2,70m	On request	6	0	0	0	6	0
DOKA	588116500	Framax Xlife-okvirni element 0,45x1,35m	On request	5	0	0	0	5	0
DOKA	588106500	Framax Xlife-okvirni element 0,45x2,70m	On request	5	0	0	0	5	0
DOKA	588115500	Framax Xlife-okvirni element 0,55x1,35m	On request	22	0	0	0	22	0
DOKA	588105500	Framax Xlife-okvirni element 0,55x2,70m	On request	22	0	0	0	22	0
DOKA	588114500	Framax Xlife-okvirni element 0,60x1,35m	On request	12	0	0	0	12	0
DOKA	588104500	Framax Xlife-okvirni element 0,60x2,70m	On request	12	0	0	0	12	0
DOKA	588112500	Framax Xlife-okvirni element 0,90x1,35m	On request	14	0	0	0	14	0
DOKA	588102500	Framax Xlife-okvirni element 0,90x2,70m	On request	18	0	0	0	18	0
DOKA	588100500	Framax Xlife-okvirni element 1,35x2,70m	On request	8	0	0	0	8	0
DOKA	588124500	Framax Xlife-univerzalni element 0,90x1,35m	On request	5	0	0	0	5	0
DOKA	588122500	Framax Xlife-univerzalni element 0,90x2,70m	On request	5	0	0	0	5	0
DOKA	588168000	Framax-diferenčna spojka	On request	78	0	0	0	78	0
DOKA	176026000	Framax-diferenčni les 10x12cm 2,70m	On request	12	0	0	0	12	0
DOKA	176020000	Framax-diferenčni les 2x12cm 2,70m	On request	4	0	0	0	4	0
DOKA	176024000	Framax-diferenčni les 5x12cm 2,70m	On request	12	0	0	0	12	0
DOKA	588153400	Framax-hitra spojka RU	On request	373	0	0	0	373	0
DOKA	588151000	Framax-kotni spojni profil	On request	8	0	0	0	8	0
DOKA	588152000	Framax-natezna spona	On request	184	0	0	0	184	0
DOKA	588360000	Framax-oder za betoniranje O 1,25/2,70m	On request	7	0	0	0	7	0
DOKA	588150000	Framax-spojni profil 0,90m	On request	80	0	0	0	80	0
DOKA	588148000	Framax-spojni profil 1,50m	On request	48	0	0	0	48	0
DOKA	588158000	Framax-univerzalni vezni vijak 10-16cm	On request	30	0	0	0	30	0
DOKA	588143000	Framax-čelna vez	On request	16	0	0	0	16	0
DOKA	581966000	Matica s super ploščo 15,0	On request	354	0	0	0	354	0
DOKA	588249000	Regulacijska opora elementov 540	On request	12	0	0	0	12	0
DOKA	189311000	Tramici (vgrajeni)	On request	18	0	0	0	18	0
DOKA	581822000	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	On request	114	0	0	0	114	0
DOKA	581823000	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	On request	40	0	0	0	40	0

Prices marked with \* have been changed manually

Price as default Change price:  Add:

Key data ... Cycle quantities ... Clipboard OK Cancel Help

Slika 58: Popis materiala potrebnega za opaženje sten skladišnega dela v pritličju

Enako kot v poslovnem delu je tudi tu v 1. in 2. nadstropju edina razlika med elementi v višini in pa odprtinah. Največja potrebna višina opaženja je v 2. nadstropju in sicer 377 cm, naš opaž pa je visok 405 cm. Tako lahko za izvedbo opaža sten v 1. in 2. nadstropju uporabim zopet enak material kot za izvedbo opaženja v pritličju.

V preglednici 5 je prikazana skupna poraba opažnega materiala opažev sistema Framax. Vidimo, da je za izdelavo opaža v skladiščnem delu potrebno naročiti precejšnjo količino opažnega materiala, saj gre za zelo razdrobljeno konstrukcijo z majhnimi opažnimi elementi.

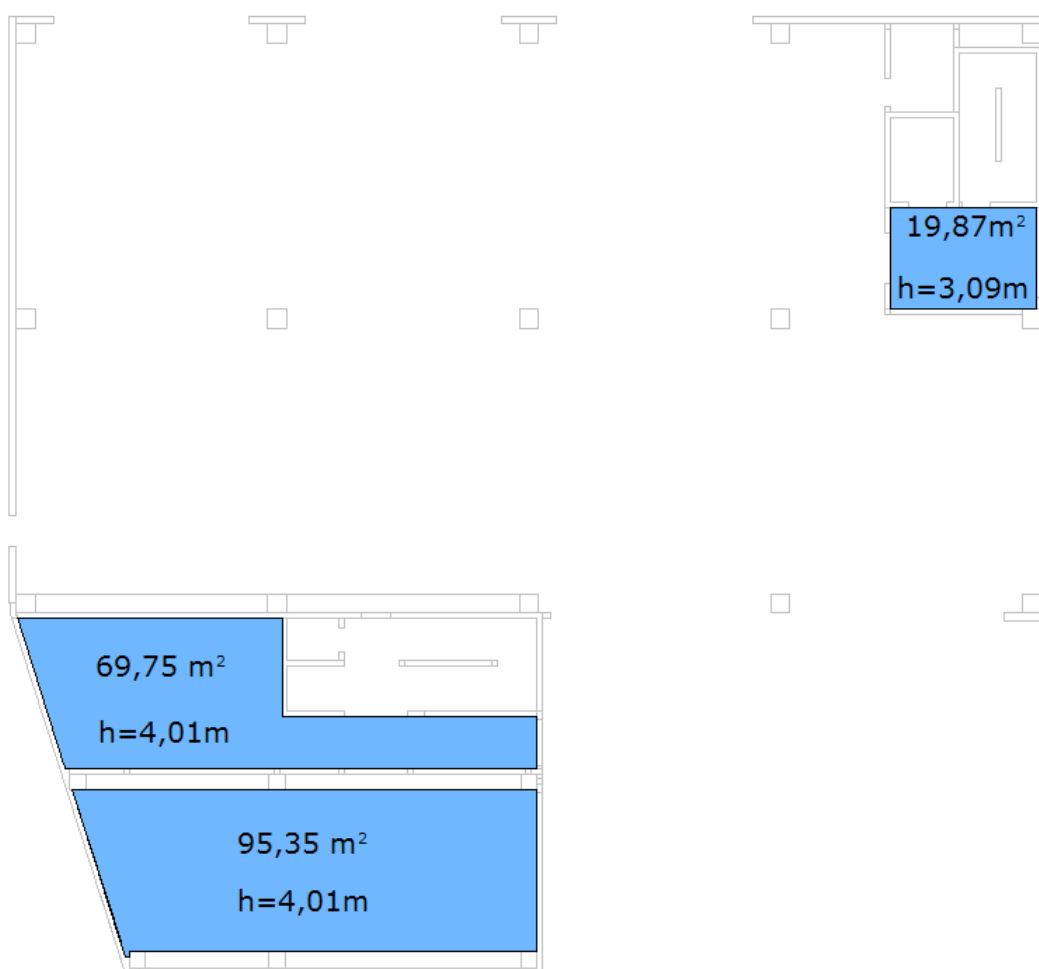
Preglednica 5: Skupni popis materiala za izvedbo opaženja sten s sistemom Framax

Št.	Element	Poslovni del			Skladiščni del	Skupaj
		Faza 1	Faza 2	Faza 3	Faza 1	
1	Alu-Framax-okvirni element 0,30x2,70m	0	2	0	0	2
2	Alu-univerzalni element 0,75x1,35m	2	2	1	0	2
3	Alu-univerzalni element 0,75x2,70m	2	2	1	0	2
4	Framax-diferenčna spojka	54	28	47	78	78
5	Framax-diferenčni les 10x12cm 2,70m	16	0	20	12	20
6	Framax-diferenčni les 2x12cm 2,70m	0	4	4	4	4
7	Framax-diferenčni les 3x12cm 2,70m	0	0	4	0	4
8	Framax-diferenčni les 5x12cm 2,70m	12	0	4	12	12
9	Framax-hitra spojka RU	178	132	233	373	373
10	Framax-natezna spona	77	41	118	184	184
11	Framax-notranji kotni element 1,35m	6	0	0	9	9
12	Framax-notranji kotni element 2,70m	6	0	0	9	9
13	Framax-okvirni element 0,30x1,35m	4	4	15	6	15
14	Framax-okvirni element 0,30x2,70m	4	2	15	6	15
15	Framax-okvirni element 0,45x1,35m	6	1	5	5	6
16	Framax-okvirni element 0,45x2,70m	6	1	5	5	6
17	Framax-okvirni element 0,55x1,35m	2	0	1	22	22
18	Framax-okvirni element 0,55x2,70m	2	0	1	22	22
19	Framax-okvirni element 0,60x1,35m	0	1	4	12	12
20	Framax-okvirni element 0,60x2,70m	0	1	4	12	12
21	Framax-okvirni element 0,90x1,35m	13	2	8	14	14
22	Framax-okvirni element 0,90x2,70m	11	2	8	18	18
23	Framax-okvirni element 0,90x3,30m	2	0	0	0	2
24	Framax-okvirni element 1,35x1,35m	0	2	0	8	8
25	Framax-okvirni element 1,35x2,70m	12	32	18	0	32
26	Framax-pregibni kotni el.-notranji 1,35m	0	0	2	0	2
27	Framax-pregibni kotni el.-notranji 3,30m	0	0	2	0	2
28	Framax-spojni profil 0,90m	55	25	58	80	80
29	Framax-spojni profil 1,50m	19	16	29	48	48
30	Framax-kotni spojni profil	0	0	0	8	8
31	Framax-univerzalna spojka	4	2	0	0	4
32	Framax-univerzalni element 0,90x1,35m	5	0	5	5	5
33	Framax-univerzalni element 0,90x2,70m	5	0	5	5	5
34	Framax-univerzalni vezni vijak 10-16cm	36	0	36	30	36
35	Framax-zunanji kotni element 0,90m	0	0	2	0	2
36	Framax-zunanji kotni element 1,35m	1	1	1	0	1
37	Framax-zunanji kotni element 2,70m	1	1	2	0	2
38	Framax-čelna vez	8	8	0	16	16
39	Matica s super ploščo 15,0	226	164	240	354	354
40	Regulacijska opora elementov 540	14	15	13	12	15
41	Tramici (vgrajeni)	8	10	20	18	20
42	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	62	61	72	114	114
43	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	27	17	30	40	40

## 7.3 Opaž plošč s sistemom Dokaflex 1-2-4

### 7.3.1 Opaž plošč v prvi etaži

Dobršen del opaženja plošč poteka v poslovnem delu stavbe. V prvi etaži je v poslovnem delu potrebno zaopaziti dve plošči skupne površine 165,10 m<sup>2</sup> z višino podpiranja 4,01 m, ter manjšo ploščo v skladiščnem delu v izmeri 19,87 m<sup>2</sup> z višino podpiranja 3,09 m.



Slika 59: Plošče prve etaže

Pred izdelavo načrtov opažev se odločim vse plošče posamezne etaže opažiti v eni fazi, ker je za plošče potreben daljši čas opaženja, preden je konstrukcija zmožna prevzeti vplive, ki se pojavljajo v fazi gradnje. Z delitvijo v več faz bi lahko zaradi tega pri izdelavi sten v višjih etažah prišlo do zamud.

Za izdelavo opaža uporabljam Dokadur plošče, ki so po robovih zaščitene s plastiko, kar



omogoča boljše spoje in pa večjo trajnost elementov. Ob robovih je plošče potrebno rezati, zato v tistem območju uporabljam opažne plošče 3-SO, ki nimajo plastične obrobe in so primernejše za razrez.

Pri postopku dimenzioniranja si pomagam z navodili za dimenzioniranje podjetja Doka. Kot sem omenil že v začetku poglavja bi bilo na tem mestu potrebno izvesti še kontrolno dimenzioniranje po evrokod standardih, vendar se v tej diplomski nalogi omejim le na uporabo proizvajalčevih navodil.

Obtežbo betonske plošče določim v skladu z navodili proizvajalca:

#### **Obtežba betona:**

Obtežba svežega betona:	25	kN/m <sup>3</sup>
Dodatek za sveži beton:	1	kN/m <sup>3</sup>
Skupaj:	26	kN/m <sup>3</sup>

#### **Spremenljiva obtežba:**

Za spremenljivo obtežbo lahko po navodilih proizvajalca upoštevamo 20% obtežbe betona, ki pa mora znašati vsaj 1,5 kN/m<sup>2</sup> in ne več kot 5 kN/m<sup>2</sup>. Debelina plošč znaša 20 cm.

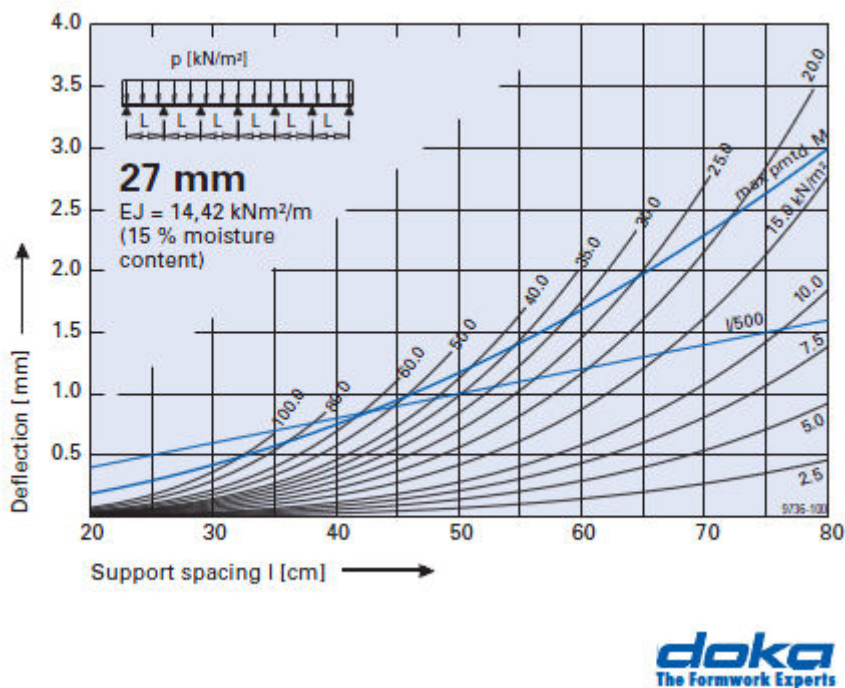
$$g = 26 \text{ kN/m}^3 \times 0,20 \text{ m} = 5,20 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 5,20 \text{ kN/m}^2 \times 20\% = 1,04 \text{ kN/m}^2 < 1,5 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow q = 1,50 \text{ kN/m}^2$$

#### **Skupna obtežba:**

$$p = g + q = 5,20 \text{ kN/m}^2 + 1,50 \text{ kN/m}^2 = \underline{6,70 \text{ kN/m}^2}$$

Če pri obtežbi upoštevamo še varnostne faktorje v skladu z EC standardi dobimo obtežbo  $p_d = 1,35 \times 5,20 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 1,04 \text{ kN/m}^2 = 8,58 \text{ kN/m}^2$ . Da zadostimo pogoju nosilnosti je največji dovoljeni razmik med primarnimi nosilci 80 cm (diagram na sliki 60), pogoja omejitev upogibkov na 1/500 in pa največja omejitev momentov sta pri tem prav tako zadoščena.

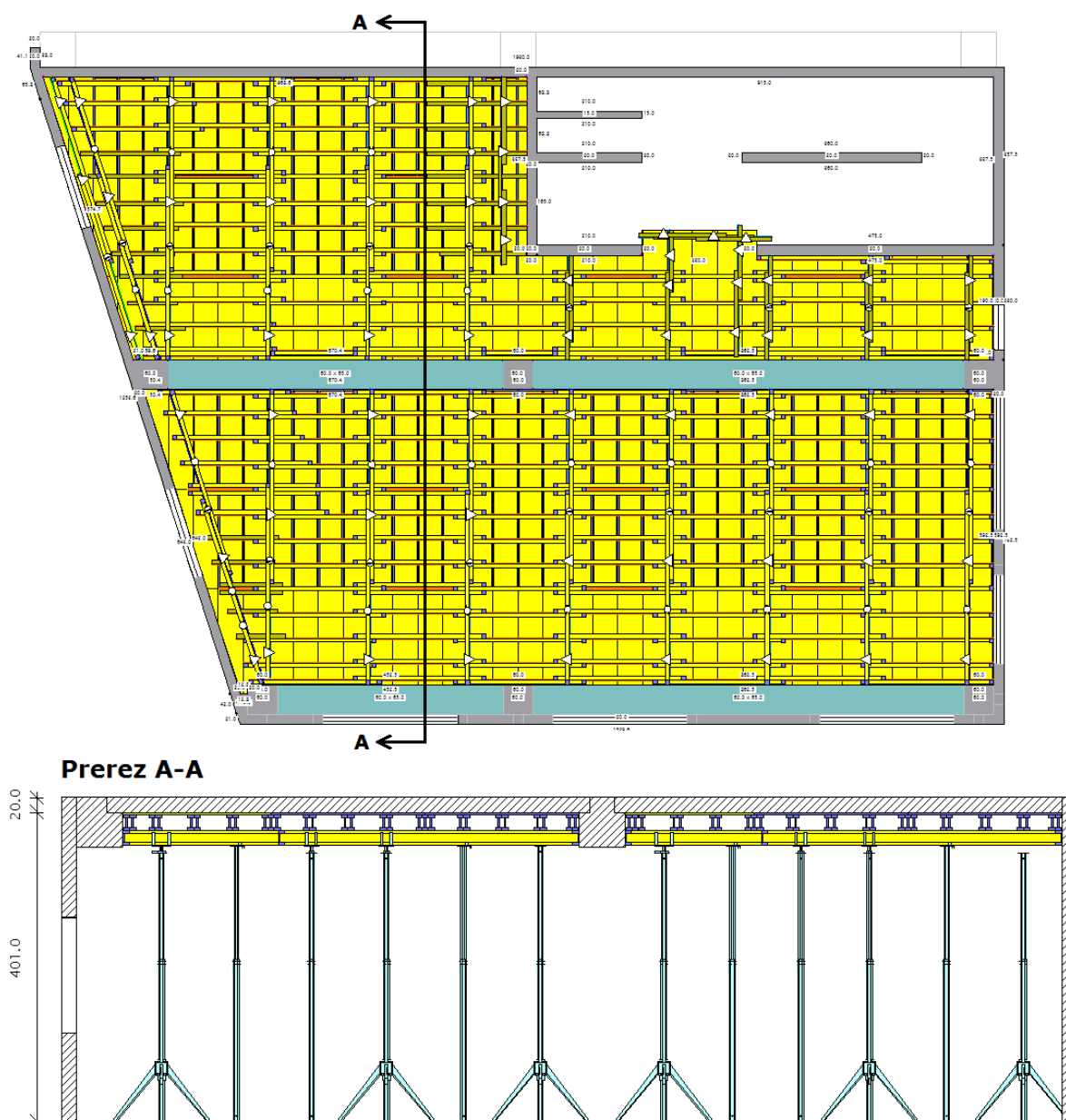


Slika 60: Diagram upogibkov za plošče 3-SO in Dokadur<sup>25</sup>

Pri izvedbi se odločim uporabiti enotni razmik med nosilci 50 cm, ki ga priporoča program Tipos, saj je ta razdalja najprimernejša v sistemskem rastru opažnega sistema Dokaflex 1-2-4. Ta razdalja ustreza tudi vsem prej opisanim zahtevam glede nosilnosti in upogibkov.

Izvedba opaženja je prikazana na sliki 61.

<sup>25</sup> Vir slike: Doka Calculation Guide, 05/2005



Slika 61: Izvedba opaženja plošč prve etaže v poslovnem delu

Program Tipos nam pomaga razporediti opaž tako, da je v uporabi čim več tipskih nosilcev H20 dolžine 2,65 m in 3,90 m, ker omogoča to najhitrejšo izvedbo (podrobnejši opis sistema v poglavju 5.2.3). Kjer to zaradi izvedbe ni mogoče je potrebno uporabiti nosilce drugih dolžin, ki so v ponudbi podjetja Doka. Program poskrbi tudi za zadostno namestitev podpor, ki so potrebne za zagotovitev nosilnosti opažnega sistema.

**Edit piece list**

Display filter:  Total piece list  Used articles  Additional articles

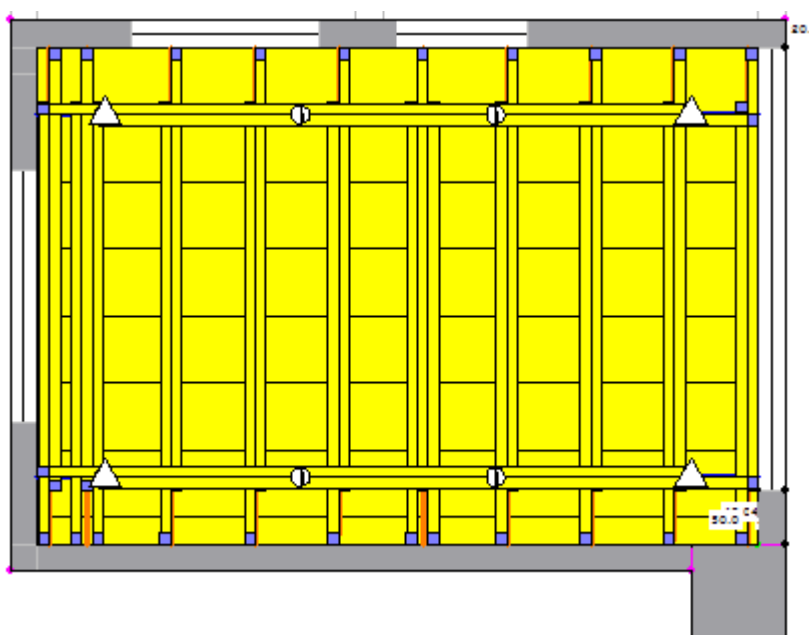
Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	996000110	Doka-nosilec H20 top P 2,45m	On request	0	0	9	0	9	9
DOKA	996000109	Doka-nosilec H20 top P 2,00m	On request	0	0	15	0	15	15
DOKA	996000108	Doka-nosilec H20 top P 1,75m	On request	0	0	5	0	5	5
DOKA	996000107	Doka-nosilec H20 top P 1,25m	On request	0	0	7	0	7	7
DOKA	996000106	Doka-nosilec H20 top P 1,50m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	189703000	Doka-nosilec H20 top P 2,65m	On request	0	0	179	0	179	179
DOKA	189707000	Doka-nosilec H20 top P 3,90m	On request	0	0	30	0	30	30
DOKA	187009000	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 200/50cm	On request	0	0	103	0	103	103
DOKA	586089000	Doka-podpornik Eurex 20 400	On request	0	0	114	0	114	114
DOKA	187170000	Dokadur-plošča 27 200/50cm	On request	0	0	96	0	96	96
DOKA	586155000	Montažno stojalo za stojke	On request	0	0	66	0	66	66
DOKA	586174000	Pogrezna glava H20	On request	0	0	85	0	85	85
DOKA	586179000	Pridržalna glava H20 DF	On request	0	0	29	0	29	29
DOKA	582528000	Vzmetni zatič 16mm	On request	0	0	85	0	85	85

Price as default Change price:  Add:

Key data ... Cycle quantities ... Clipboard OK Cancel Help

Slika 62: Popis materiala za ploščo prve etaže v poslovnem delu

V pritličju je potrebno zaopaziti še manjšo ploščo v skladiščnem delu.



Slika 63: Izvedba opaženja plošče prve etaže v skladiščnem delu

**Edit piece list**

Display filter:    Used articles  Additional articles

Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	189705000	Doka-nosilec H20 top P 3,30m	On request	0	0	22	0	22	22
DOKA	189709000	Doka-nosilec H20 top P 4,90m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	187008000	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 150/50cm	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	187011000	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 250/50cm	On request	0	0	16	0	16	16
DOKA	586087000	Doka-podpornik Eurex 20 300	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	586155000	Montažno stojalo za stojke	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	586174000	Pogrezna glava H20	On request	0	0	8	0	8	8
DOKA	582528000	Vzmetni zatič 16mm	On request	0	0	8	0	8	8

Prices marked with \* have been changed manually

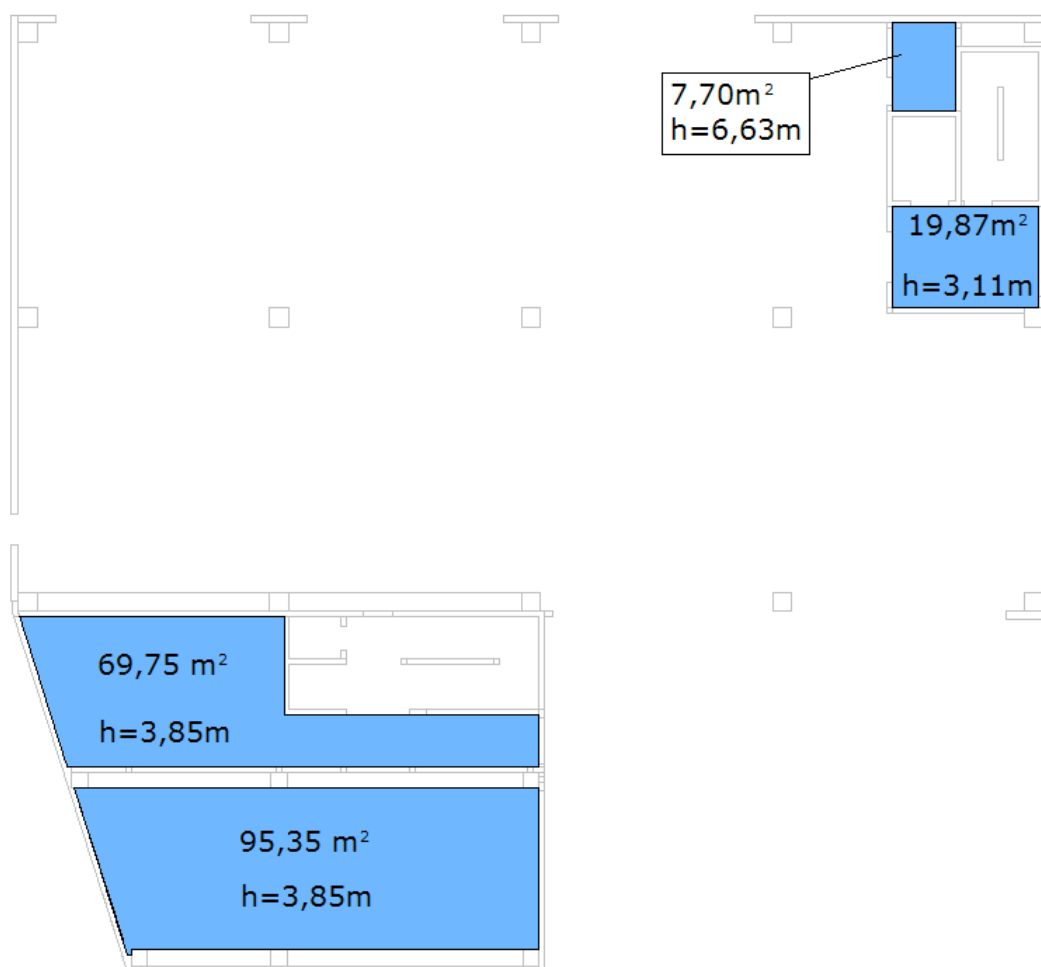
Price as default Change price:  Add:

Key data ... Cycle quantities ... Clipboard OK Cancel Help

Slika 64: Popis materiala za ploščo prve etaže v skladiščnem delu

### 7.3.2 Opaž plošč v drugi etaži

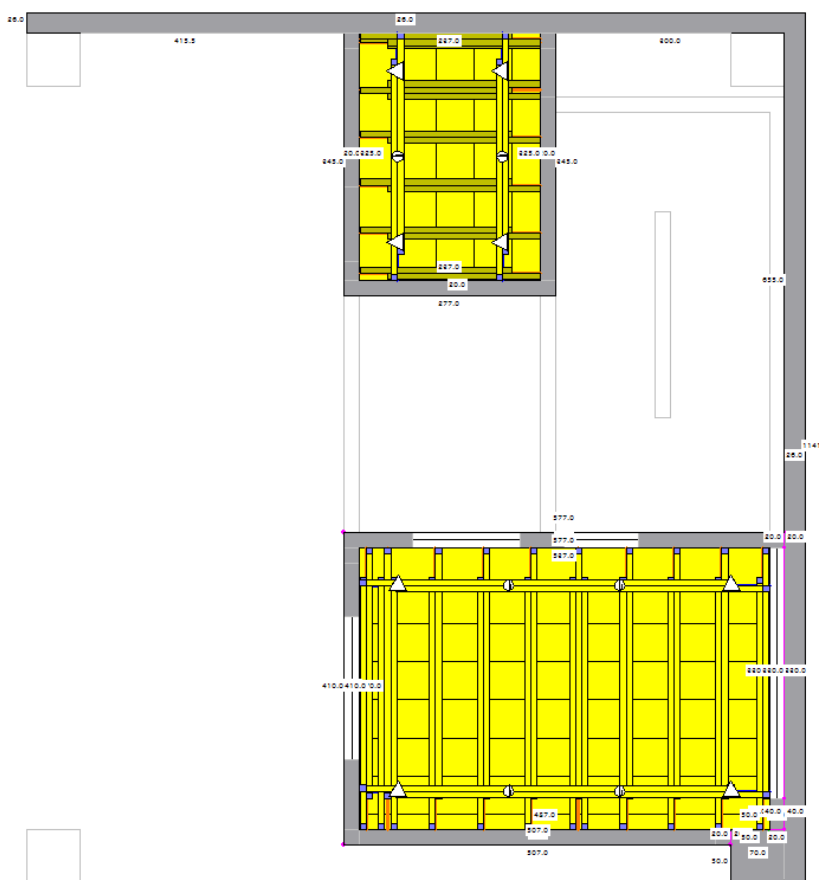
Plošče nad 1. nadstropjem so podobnih dimenzij kot plošče nad pritličjem. V poslovnem delu je skupna površina opaženja enaka kot nad pritličjem in sicer 165,10 m<sup>2</sup>, v skladiščnem delu pa je poleg plošče površine 19,87 m<sup>2</sup> potrebno zaopažiti še manjšo ploščo v izmeri 7,70 m<sup>2</sup>, ki pa jo je potrebno podpirati več kot 6 m visoko.



Slika 65: Plošče druge etaže

Na sliki 65 vidimo, da je površina opaženja v drugi etaži, enaka tisti v prvi etaži. Razlika je v višini podpiranja, ki namesto 4,01 m znaša 3,85 m. To pomeni, da lahko uporabimo enake elemente opaža kot v prvi etaži, saj so podporniki Eurex 20 nastavljivi po višini, površina pa je enaka.

Do drugačne rešitve pa pridemo pri izdelavi opaža v skladiščnem delu. Za opaženje dodatne manjše plošče v drugi etaži, ki zahteva višino podpiranja 6,63 m, uporabimo podpornike Eurex 20 700, katerih največja višina podpiranja znaša 700 cm. Za izvedbo dopolnimo nabor materiala iz prve etaže.



Slika 66: Izvedba opaženja plošče druge etaže v skladiščnem delu

**Edit piece list**

Display filter: All articles Total piece list  Used articles  Additional articles

Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	996000109	Doka-nosilec H20 top P 2,00m	On request	0	0	15	0	15	15
DOKA	189704000	Doka-nosilec H20 top P 2,90m	On request	0	0	4	0	4	4
DOKA	189705000	Doka-nosilec H20 top P 3,30m	On request	22	0	0	0	22	0
DOKA	189709000	Doka-nosilec H20 top P 4,90m	On request	4	0	0	0	4	0
DOKA	187008000	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 150/50cm	On request	8	0	5	0	13	5
DOKA	187011000	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 250/50cm	On request	16	0	5	0	21	5
DOKA	586087000	Doka-podpornik Eurex 20 300	On request	8	0	0	0	8	0
DOKA	586090000	Doka-podpornik Eurex 20 700	On request	0	0	6	0	6	6
DOKA	586155000	Montažno stojalo za stojke	On request	4	0	4	0	8	4
DOKA	586174000	Pogrezna glava H20	On request	8	0	6	0	14	6
DOKA	582528000	Vzmetni zatič 16mm	On request	8	0	6	0	14	6

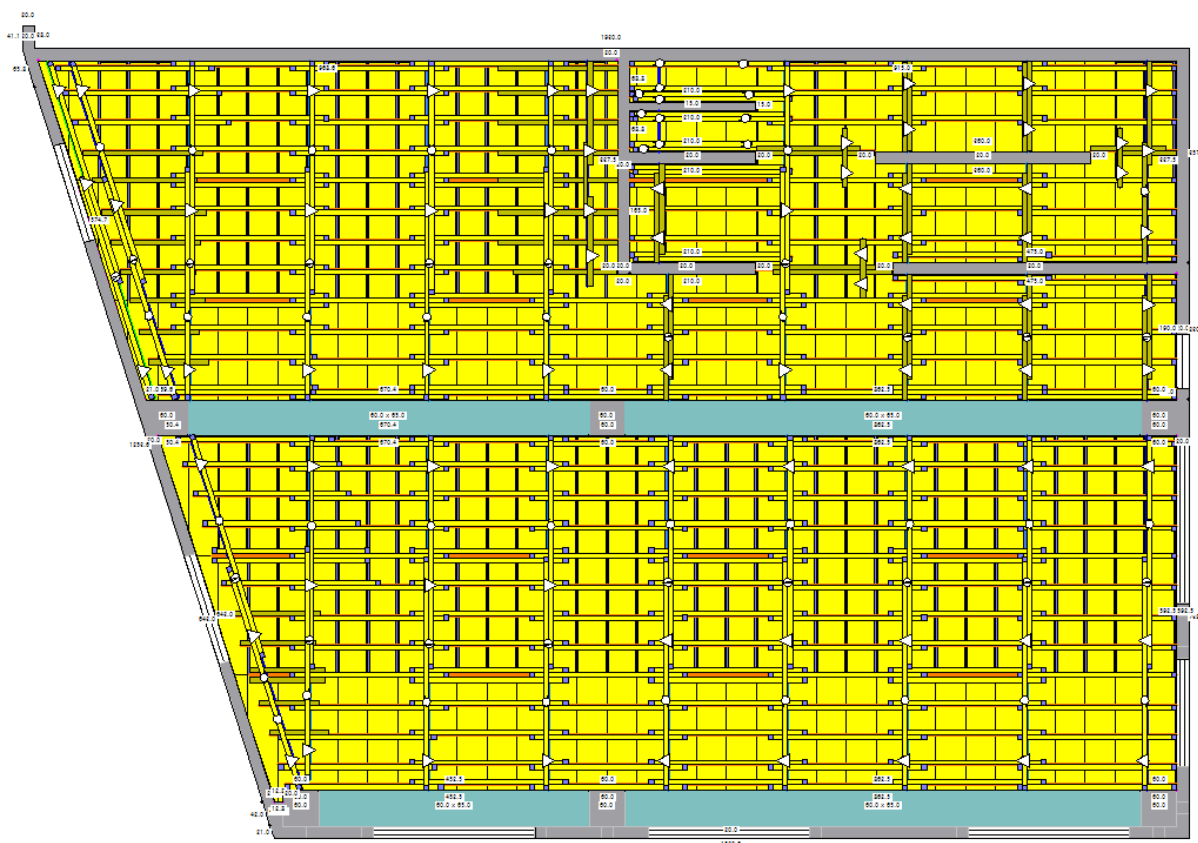
Price as default    Change price:    Add: 0

Key data ...    Cycle quantities ...    Clipboard    OK    Cancel    Help

Slika 67: Popis materiala za plošče druge etaže v skladiščnem delu

### 7.3.3 Opaž krovnih plošč

Na vrhu poslovnega in skladišnega dela je predvidena krovna plošča debeline 20 cm. Plošča v poslovnem delu stavbe meri 197,10 m<sup>2</sup>, v skladiščnem delu stavbe pa 52,97 m<sup>2</sup>.



Slika 68: Izvedba opaženja krovne plošče v poslovnem delu

Za opaženje krovne plošče dopolnimo seznam materiala, ki je potreben za izvedbo plošč v prejšnjih etažah. Višina podpiranja opaža znaša 3,85 m. Za podpiranje lahko uporabimo Eurex 20 podpore iz prejšnjih etaž.



**Edit piece list**

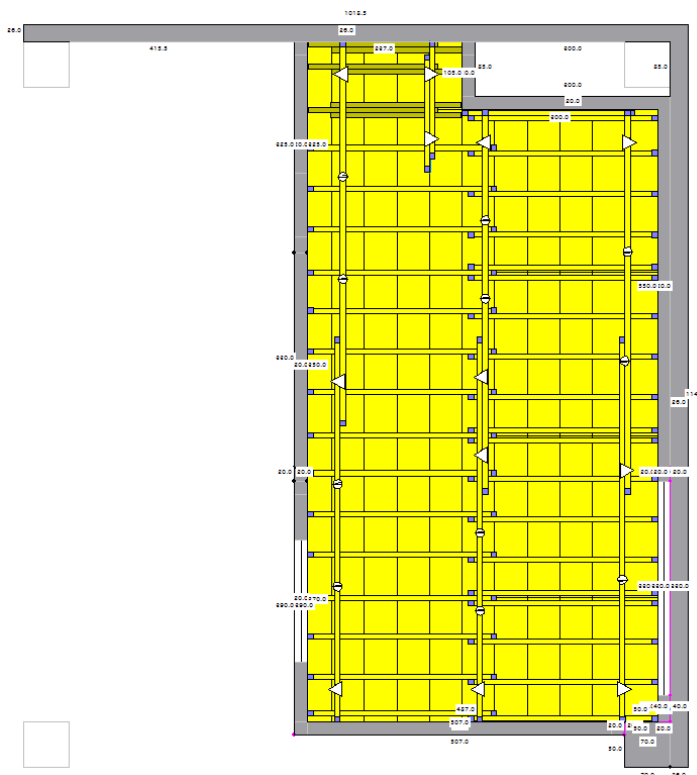
Display filter:    Used articles  Additional articles

Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	996000110	Doka-nosilec H20 top P 2,45m	On request	9	0	2	0	11	2
DOKA	996000109	Doka-nosilec H20 top P 2,00m	On request	15	0	0	0	15	0
DOKA	996000108	Doka-nosilec H20 top P 1,75m	On request	5	0	8	0	13	8
DOKA	996000107	Doka-nosilec H20 top P 1,25m	On request	7	0	0	0	7	0
DOKA	996000106	Doka-nosilec H20 top P 1,50m	On request	4	0	4	0	8	4
DOKA	189703000	Doka-nosilec H20 top P 2,65m	On request	179	0	38	0	217	38
DOKA	189707000	Doka-nosilec H20 top P 3,90m	On request	30	0	2	0	32	2
DOKA	187009000	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 200/50cm	On request	103	0	10	0	113	10
DOKA	586089000	Doka-podpornik Eurex 20 400	On request	114	0	17	0	131	17
DOKA	586090000	Doka-podpornik Eurex 20 550	On request	0	0	12	0	12	12
DOKA	187170000	Dokadur-plošča 27 200/50cm	On request	96	0	9	0	105	9
DOKA	586155000	Montažno stojalo za stojke	On request	66	0	13	0	79	13
DOKA	586174000	Pogrezna glava H20	On request	85	0	14	0	99	14
DOKA	586179000	Pridržalna glava H20 DF	On request	29	0	15	0	44	15
DOKA	582528000	Vzmetni zatič 16mm	On request	85	0	14	0	99	14

Price as default    Change price:     Add:

Key data ...    Cycle quantities ...    Clipboard    OK    Cancel    Help

Slika 69: Popis materiala za krovno ploščo v poslovnem delu



Slika 70: Izvedba opaženja krovne plošče v skladiščnem delu

**Edit piece list**

Display filter:    Used articles  Additional articles

Manuf	Article no.	Designation	Pr./Pcs.	Site	Yard	Supp	Man.	Sum.	Ord
DOKA	996000110	Doka-nosilec H20 top P 2,45m	On request	0	0	7	0	7	7
DOKA	189701000	Doka-nosilec H20 top P 1,80m	On request	0	0	2	0	2	2
DOKA	189703000	Doka-nosilec H20 top P 2,65m	On request	0	0	1	0	1	1
DOKA	189704000	Doka-nosilec H20 top P 2,90m	On request	0	0	34	0	34	34
DOKA	189710000	Doka-nosilec H20 top P 5,90m	On request	0	0	6	0	6	6
DOKA	187009000	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 200/50cm	On request	0	0	16	0	16	16
DOKA	187011000	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 250/50cm	On request	16	0	17	0	33	17
DOKA	586087000	Doka-podpornik Eurex 20 300	On request	8	0	15	0	23	15
DOKA	586155000	Montažno stojalo za stojke	On request	4	0	8	0	12	8
DOKA	586174000	Pogrezna glava H20	On request	8	0	5	0	13	5
DOKA	586171000	Viličasta glava 12,5cm	On request	0	0	10	0	10	10
DOKA	582528000	Vzmetni zatič 16mm	On request	8	0	15	0	23	15

Price as default Change price:  Add:

Key data ... Cycle quantities ... Clipboard OK Cancel Help

Slika 71: Popis materiala za krovno ploščo v skladiščnem delu

Za krovno ploščo v skladiščnem delu je prav tako potrebno dopolniti seznam materiala z manjkajočimi kosi za ustrezno izvedbo. Materiala je v primerjavi s prejšnjo etažo znatno več, saj je površina opaženja tudi občutno večja. Višina podpiranja v skladiščnem delu je 3,77 m, tako da za podpiranje uporabimo podpornike Eurex 20 300.

Preglednica 6: Skupni popis materiala za izvedbo opaženja plošč s sistemom Dokaflex

	Element	Prva etaža	Druga etaža	Krovne plošče	Skupaj
1	Doka-nosilec H20 top P 1,25m	7	1	7	7
2	Doka-nosilec H20 top P 1,50m	4	1	8	8
3	Doka-nosilec H20 top P 1,75m	5	5	13	13
4	Doka-nosilec H20 top P 1,80m	0	0	2	2
5	Doka-nosilec H20 top P 2,00m	15	37	15	37
6	Doka-nosilec H20 top P 2,45m	9	16	18	18
7	Doka-nosilec H20 top P 2,65m	179	166	218	218
8	Doka-nosilec H20 top P 2,90m	0	4	34	34
9	Doka-nosilec H20 top P 3,30m	22	22	0	22
10	Doka-nosilec H20 top P 3,90m	30	45	32	45
11	Doka-nosilec H20 top P 4,90m	4	4	0	4
12	Doka-nosilec H20 top P 5,90m	0	0	6	6
13	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 150/50cm	8	13	0	13
14	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 200/50cm	103	61	129	129
15	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 250/50cm	16	21	33	33
16	Dokadur-plošča 27 200/50cm	96	131	105	131
17	Doka-podpornik Eurex 20 300	8	8	23	23
18	Doka-podpornik Eurex 20 400	114	150	131	150
19	Doka-podpornik Eurex 20 550	0	0	12	12
20	Doka-podpornik Eurex 20 700	0	6	0	6
21	Montažno stojalo za stojke	70	68	91	91
22	Pogrezna glava H20	93	90	112	112
23	Pridržalna glava H20 DF	29	63	44	63
24	Viličasta glava 12,5cm	0	0	10	10
25	Vzmetni zatič 16mm	93	90	122	122

S tem smo določili ves material, ki ga potrebujemo za opaženje po tehnologiji podjetja Doka. Dobili smo bazo podatkov, ki nam omogoča stroškovno analizo zadane naloge. Vsak kos materiala ima določeno vrednost na podlagi katere je določena cena najema opaža, ki se običajno meri v dnevih. Podrobnejša stroškovna analiza je izvedena v 9. poglavju.

## **8 TEHNOLOŠKA REŠITEV OPAŽEV NA OBJEKTU Z UPORABO TEHNOLOGIJE EPIC**

Glede na tehnologijo, ki jo ponuja podjetje Epic je opaženje smiselno razdeliti na dva sklopa. Prvi sklop opažimo s stenskim opažnim sistemom Epic Eco, opaženje pa obsega:

- opaž temeljnih pet,
- opaž pasovnih temeljev,
- opaž parapetne stene,
- opaž sten.

V drugem sklopu pa opažimo plošče s stropnim opažnim sistemom Epic Eco Sky Speed.

### **8.1 Opaž temeljev s sistemom Epic Eco**

#### **8.1.1 Opaž temeljnih pet**

Podjetje Epic v svoji ponudbi ne nudi samostojne uporabe programske opreme za izdelavo načrtov opaževanja, tako da si pri izdelavi načrtov pomagam z uporabo programa AutoCAD. Program sicer omogoča izvedbo načrtov, ki so dimenzijsko ustrezni, ne omogoča pa avtomatizirane izvedbe opaženja ter optimizacijo v smislu razdelitve v faze in usklajene porabe elementov. Iz tega razloga se odločim posamezne sklope opažiti v le eni fazi ter pri naročilu upoštevati večje količine opažev, ki bodo potrebni za izvedbo.

Višine temeljev so 60 cm v skladiščnem delu in 50 cm v poslovnem delu stavbe. V ponudbi sistema Epic Eco so na voljo elementi dolžine 70 cm in 140 cm, ter širin od 20 cm do 70 cm. Za opaženje točkovnih temeljev je tako moč elemente uporabiti v ležečem položaju. To pripomore k večji hitrosti postavitve.

Načrt opaženja s popisom opažnega materiala je prikazan v prilogi C.

Skupna površina opažnih elementov meri 219,73 m<sup>2</sup>, površina, ki jo opažimo pa je velika 158,16 m<sup>2</sup> (glej točko 7.1.1), kar pomeni da je 72% opaža v stiku z betonom.

### 8.1.2 Opaž pasovnih temeljev

Pasovni temelji so visoki 80 cm, kar pomeni, da je treba opažne elemente nameščati v pokončni legi ali pa jih sklapljati po višini, saj je najširši element Epic Eco širok le 70 cm. To pomeni, da je izkoristek opaža slab. V pokončni legi element meri 140 cm, višina betoniranja pa je 80 cm, kar pomeni da je le 57% opaža v stiku z betonom. V tem primeru skupna površina opažnih elementov znaša 801,66 m<sup>2</sup>, površina v stiku z betonom pa znaša 448,24 m<sup>2</sup> (glej točko 7.1.2).

Glede na to, da sem se odločil opaženje izvajati v le eni fazi, bi to pomenilo znatno preveliko količino potrebnega opažnega materiala. Pri izvedbi objekta je problem 10 cm višinske razlike med širino opaža in višino opaženega elementa moč premostiti z uporabo gradbenega lesa kot dopolnjujoč opažni material. Opažne elemente je možno npr. podložiti z bankinami ter s tem doseči željeno višino opaženja. V nadaljevanju zato predvidim takšno izvedbo opaženja pasovnih temeljev, saj je prihranek pri najemu opažnega materiala občuten.

Načrt opaženja s popisom opažnega materiala je prikazan v prilogi C.

Skupna površina opažnih elementov meri 459,66 m<sup>2</sup>, površina, ki jo opažimo pa je velika 448,24 m<sup>2</sup>, kar seveda pomeni zelo visok izkoristek opažnega materiala ravno zaradi predvidene uporabe gradbenega lesa.

### 8.1.3 Opaž parapetne stene

Pri opaženju parapetne stene se pojavi enak problem kot pri pasovnih temeljih, saj je višina zidu 83 cm, kar zopet pomeni, da je opaž potrebno nameščati v pokončni legi. Površina opaženja te faze pa je znatno manjša kot pri pasovnih temeljih in sicer meri 181,65 m<sup>2</sup> (glej točko 7.1.3). V tem primeru bi se sicer lahko pri izvedbi ponovno odločil uporabiti gradbeni les, vendar je faza opaženja toliko manjša, da je opažnega materiala dovolj za izvedbo v pokončni legi, če upoštevamo da opaže sistema Epic Eco združimo v enotno naročilo.

Načrt opaženja s popisom opažnega materiala je prikazan v prilogi C.

Skupna površina opažnih elementov meri 293,23 m<sup>2</sup>, površina, ki jo opažimo pa je kot rečeno 181,65 m<sup>2</sup>, kar pomeni le 62% izkoriščenost opaža zaradi že omenjenega problema.

#### 8.1.4 Opaž sten

Tudi stene se v tem primeru odločim opažiti v eni fazi v vsaki etaži. Višina opaženja v poslovnem delu je 401 cm v pritličju, ter 385 cm v 1. in 2. etaži. V skladišču pa je višina 332 cm v pritličju, v 1. in 2. nadstropju pa 311 cm. V obeh primerih ni dovolj spojiti le dva Epic Eco elementa po višini, saj v tem primeru dosežemo višino 280 cm. Za izvedbo v poslovnem delu se sklapljajo trije elementi po višini, v skladiščnem delu pa je možno eno vrsto elementov postavljati v leže ali pa uporabiti elemente nižje višine.

Opaženje je identično v vseh treh etažah, spremembe so le v višinah betoniranja. Skupno je potrebno zaopažiti 650,76 m<sup>2</sup> površine v vsaki etaži (glej točko 7.2). Načrt opaženja s popisom opažnega materiala je prikazan v prilogi C.

Poraba opažnega materiala znaša 663,67 m<sup>2</sup>, kar pomeni, da imamo skoraj 98% izkoriščenost opažev, kar je zelo dober rezultat. V tej fazi porabimo največjo površino stenskih opažnih elementov Epic Eco. Najpomembneje je, da imamo ravno v tej fazi najboljšo izkoriščenost opažev, saj je to kritična faza za naročilo opažev.

V preglednici 7 vidimo skupno porabo materiala opažnega sistema Epic Eco. Vidimo, da največ materiala porabimo za izdelavo opaža sten in pa pasovnih temeljev. Prav tako pa vidimo, da sicer največ elementov Eco 70 x 70 cm rabimo za izdelavo temeljnih pet točkovnih temeljev, vendar je na voljo še dovolj elementov 70 x 140 cm, tako da se za naročilo upošteva število, ki ga potrebujemo za izdelavo sten.

Sicer vidimo tudi, da opažni material ni enakomerno porazdeljen po fazah, kar je posledica slabše programske podpore, kot pri sistemu Doka. V posameznih fazah veliko opažnega materiala stoji neizkoriščenega, kar pomeni manj ekonomično izvedbo.

Preglednica 7: Skupna poraba materiala za opažni sistem Epic Eco

Koda	Element	Temeljne pete	Pasovni temelji	Parapetna stena	Stene (ena etaža)	Skupaj:
62001	Element Eco 70 x 140	182	682	280	470	682
62003	Element Eco 50 x 140	4	113	0	76	113
62005	Element Eco 40 x 140	8	36	4	88	88
62007	Element Eco 30 x 140	0	29	5	54	54
62009	Element Eco 20 x 140	42	59	37	207	207
62013	Element Eco 70 x 70	38	0	0	18	18
62017	Element Eco 30 x 70	4	0	0	12	12
62020	Kotni element 70	92	166	54	662	662
62021	Podaljšek za kotni element	0	31	27	604	604
62030	Klin	688	1658	922	5236	5236
62031	Klin podaljšani	68	322	307	662	662
62032	Zagozda	756	1980	1229	5898	5898
62033	4 Križni primež	648	1443	2152	2409	2409
62034	3 Križni primež	364	588	0	0	588
62035	Ojačitev kotnega elementa	0	0	8	39	39
62055	Kompenzacijski element 5 x 70	34	98	114	241	241
62056	Element za razopažanje	0	33	4	5	33
62200	Ključ za zagozde	3	2	3	4	4
62201	ECO Matica DIW D15 B60	648	1491	2152	2498	2498
62203	Diwidag Vijak D15 L=750	0	918	1076	1261	1261
62205	Diwidag Vijak D15 L=1000	0	122	0	0	122
62207	Diwidag Vijak D15 L=1500	0	25	0	0	25
62210	ECO Matica DIW D15 H50	364	639	205	98	639
69000	Pokrov za kotni element 70	92	166	54	126	166
71040	Objemka za kotni element	368	664	216	2920	2920

## 8.2 Opaženje plošč s sistemom Epic Eco Sky Speed

Za opaženje plošč uporabimo stropni opažni sistem Epic Eco Sky Speed. Opaženje plošč izvedem v eni fazi za vsako etažo. V prvi etaži je potrebno zaopažiti skupno 184,97 m<sup>2</sup>, v drugi etaži 192,67 m<sup>2</sup> za izvedbo krovne plošče pa 257,07 m<sup>2</sup> površine (glej točko 7.3). Odločim se za enkratno naročilo opažnega materiala za vse tri faze opaženja plošč.

Načrti opaženja plošč s popisom potrebnega opažnega materiala so prikazani v prilogi C. V preglednici 8 je prikazan popis opažnega materiala za vse tri faze opaženja plošč.

Preglednica 8: Skupna poraba materiala za stropni opažni sistem Epic Eco Sky Speed

Koda	Element	Prva etaža	Druga etaža	Krovne plošče	Skupaj
62001	Element Eco 70 x 140	158	169	235	235
62003	Element Eco 50 x 140	9	4	1	9
62005	Element Eco 40 x 140	9	4	7	9
62004	Element Eco 30 x 140	14	26	13	26
62009	Element Eco 20 x 140	0	2	2	2
62013	Element Eco 70 x 70	2	3	2	3
62017	Element Eco 30 x 70	7	8	9	9
62030	Klin	900	950	1000	1000
62032	Zagozda	900	950	1000	1000
62200	Čep 20	1200	1200	1200	1200
69000	Čep Speed	1400	1500	1800	1800
62062	Sky speed nosilec	228	245	298	298
004784	Podpornik 2,9-5m	300	320	350	350
000481	Tronožec	40	40	50	50

Vidimo, da je največ opažnega materiala potrebna za izdelavo opaža krovnih plošč, kar je glede na površino seveda razumljivo. Za izdelavo plošč v prvi in drugi etaži pa potrebujemo še nekaj posameznih elementov, ki so potrebni za izdelavo specifične oblike plošč v posamezni etaži.

Tako imam izveden še zadnji popis materiala, ki ga potrebujem za izvedbo stroškovne analize.



## 9 STROŠKOVNA ANALIZA

### 9.1 Ekonomika projekta

Beseda ekonomika v najširšem pomenu besede pomeni gospodarjenje z viri. To je človekova zavestna dejavnost, s katero želi z omejeno količino dobrin zadovoljiti čim več svojih potreb. Ni potrebno poudarjati, da je ekonomika izrednega pomena za vsa gradbena podjetja. Prispeva namreč k uspešnosti poslovanja, odvisna pa je od tega kaj proizvajamo, koliko proizvajamo in s kakšnimi stroški to delamo (Pšunder, 2008).

V tej diplomski nalogi bom največ pozornosti posvetil optimiziranju stroškov, saj imamo proizvod in pa potrebno količino materiala že določeno. Na tem mestu je potrebno pogledati strukturo stroškov za izvajanje gradbenih storitev.

### 9.2 Gradbene kalkulacije

Pri oblikovanju cene gradbenih storitev ključno vlogo igrajo gradbene kalkulacije. Na podlagi projektov se izvedejo popisi gradbenih, obrtniških in instalacijskih del. Popisi gradbenih del so razčlenjeni na posamezne vrste del; standardizirani opisi del predvidevajo za objekte visokih gradenj: zemeljska, zidarska, tesarska, krovsko, fasaderska in zunanja dela; gradbene norme pa po vrstnem redu: zemeljska dela, betonska in armiranobetonska dela, zidarska dela, tesarska dela, fasaderska dela in kanalizacijo. Posamezne vrste del nato razčlenimo na predračunske postavke oz. pozicije, ki zajemajo točno določeno zaključeno celoto gradbenih, obrtniških ali instalacijskih del.

Vsaka predračunska postavka ima točno določeno ceno, določena pa je na podlagi kalkulacij:

- **neposrednih** stroškov,
- **posrednih** stroškov in
- **dobička**.

**Neposredne stroške** predstavljajo:

- porabljena sredstva izdelave,
- bruto osebni dohodki pri izdelavi,
- terenski dodatki in
- pripravljalna dela.

Pri **porabljenih sredstvih izdelave** so upoštevani:

- stroški materiala, ki ga je pri storitvi potrebno vgraditi;
- stroški pomožnega in pogonskega materiala, ki se porabi pri izvajanju; ter
- amortizacija osnovnih sredstev (mehanizacije in opreme), ki se uporablja pri določeni storitvi.

Skupno jim v praksi navadno pravimo kar **materialni stroški**.

Stroški **bruto osebnih dohodkov izdelave** so stroški za delo, ki ga je potrebno opraviti za določeno storitev. Stroški **terenskih dodatkov** so dodatki delavcem za delo na terenu. Nastopajo le v primerih, ko se gradbeni objekti gradijo zunaj sedeža gradbenega podjetja.

Stroški **pripravljalnih del** so stroški ureditve gradbišča za nemoteno gradnjo objekta. Nastopajo pri gradnji slehernega gradbenega objekta in so posledica predvidevanj, kako bo gradbišče organizacijsko urejeno.

Vsi ti stroški so neposredni v zvezi z delovnim procesom na gradbišču in se spreminjajo z obsegom proizvodnje.

Med **posredne** stroške pa štejemo:

- režijo gradbišča,
- režijo poslovne enote in
- režijo podjetja.

Posredni stroški niso v neposredni zvezi z delovnim procesom na gradbišču. Strošek režije gradbišča so stroški bruto osebnih dohodkov režijskih delavcev na gradbišču (vodstvo gradbišča, obračunski tehniki, vratarji...), materialni stroški (pisarniški material, kurjava, razsvetljava, vodarina itd.), stroški investicijskega in tekočega vzdrževanja začasnih objektov

na gradbišču, stroški inventarja in orodja, stroški zunanjih transportov drobnega materiala, stroški zavarovanja gradbišča in razni drugi stroški. Stroški režije poslovne enote in podjetja pa so stroški bruto osebnih dohodkov delavcev poslovne enote in podjetja, materialni stroški za te delavce, stroški tekočega investicijskega vzdrževanja ter amortizacije objektov poslovne enote in podjetja, stroški ekonomske propagande, stroški razvoja ter razni drugi stroški.

Vse te stroške določamo z letnimi plani. V gradbenem podjetju predstavljajo ti stroški v absolutnem znesku določen odstotek od vsote bruto osebnih dohodkov proizvodnih delavcev. Ta odstotek navadno izračunamo le enkrat letno za potrebe načrta gradbene proizvodnje.

Vsi režijski stroški in tudi dobiček so poslovna skrivnost podjetij, ter so poleg produktivnosti in ekonomičnosti proizvodnje najvplivnejši faktor uspešnosti podjetja na tržišču, saj v veliki meri vplivajo na ponudbene cene (Pšunder, 2008).

Preglednica 9: Razdelitev ponudbene cene gradbenih del objekta

RAZDELITEV PONUDBENE CENE GRADBENIH STORITEV	IZRAŽENA VREDNOST STROŠKA
<b>NEPOSREDNI STROŠKI (NS)</b>	
Materialni stroški ( <i>m</i> )	Absolutna vrednost stroška (€)
Bruto osebni dohodki ( <i>bod</i> )	Absolutna vrednost stroška (€)
Terenski dodatki ( <i>td</i> )	Absolutna vrednost stroška (€)
Pripravljalna dela ( <i>pd</i> )	Absolutna vrednost stroška (€)
<b>POSREDNI STROŠKI (PS)</b>	
Režija gradbišča	Relativna vrednost stroška glede na <i>bod</i> (%)
Režija poslovne enote	Relativna vrednost stroška glede na <i>bod</i> (%)
Režija podjetja	Relativna vrednost stroška glede na <i>bod</i> (%)
<b>DOBIČEK (DOB)</b>	
Dobiček	Odstotek dobička glede na <i>bod</i> (%)
<b>SKUPAJ</b>	$\sum NS$ (€) + $\sum PS$ (%) + $DOB$ (%)

S prikazano razdelitvijo ponudbene cene lahko na enostaven način izračunamo ponudbeno ceno (*PC*) gradbenih del po formuli:

$$PC = \sum NS + \sum PS + DOB \quad (1)$$

Za določitev ponudbene cene (*PC*) pa navadno združimo vse stroške, ki niso v interni ceni gradbenih storitev, torej stroške terenskih dodatkov, pripravljalnih del, posrednih stroškov in pa dobička in jih izrazimo s faktorjem glede na bruto osebni dohodek. Ponudbeno ceno tako izračunamo po formuli:

$$PC = \sum m + \sum bod \cdot f \quad (2)$$

### 9.3 Osnovne predpostavke

Namen primerjalne analize je primerjati razliko v ceni med obravnavanimi variantami izvedbe. Za izvedbo merodajne primerjalne analize stroškov opaženja za obravnavan objekt tako izvedem analizo materialnih stroškov in pa stroškov bruto osebnih dohodkov delavcev, ki sodelujejo v delovnem procesu. Vsi ostali stroški se lahko izračunajo kot ustrezen faktor (*f*) bruto osebnih dohodkov proizvodnih delavcev (*bod*).

Za analizo materialnih stroškov predpostavljam, da za izvedbo potreben opažni material najemamo pri dobaviteljih. Strošek amortizacije je tako že zajet pri ceni dobavitelja, strošek pomožnega materiala pa zanemarim, saj predpostavljam, da pri tem ni bistvenih razlik med različnimi izvedbami.

Pri vrednotenju stroška bruto osebnih dohodkov uporabljam uveljavljeno klasifikacijo delavcev iz literature (Pšunder, 2008). Cena je seveda od podjetja do podjetja drugačna, za potrebe diplomske naloge pa uporabim vrednosti iz spremembe Pravilnika o cenah in normativih za določanje cen gradbenih del za popotresno obnovo objektov iz leta 2007:

Preglednica 10: Prikaz kvalifikacijskih skupin delavcev in njihovih bruto dohodkov

Klasifikacijska skupina delavcev	Oznaka	Plačilni razredi	Bruto osebni dohodki v €
Nekvalificirani	NK	I	6,87
Polkvalificirani	PK	II, III	8,93
Kvalificirani	KV	IV, V, VI	12,60
Visokokvalificirani	VK	VII, VIII	13,28

## 9.4 Analiza stroškov izvedbe opažev tehnologije Doka

Stroške opaževanja za obravnavani objekt lahko v grobem razdelim na **materialne stroške** in pa bruto osebne dohodke oz. **stroške delovne sile**. Pri materialnih stroških dobrih del stroška znaša najem opažnega materiala. Ta strošek lahko natančno opredelim, saj ima ponudnik točno določene cene za vsak artikel, ki sem ga predvidel za izdelavo posamezne faze opaženja. K strošku najema je potrebno dodati še strošek prevoza materiala od ponudnika do gradbišča. Točnega podatka za ta strošek nimam, zato ga ocenim glede na oddaljenost gradbišča od ponudnika. Za potrebe diplomske naloge predpostavljam, da se objekt gradi v Kranju. V primeru podjetja Doka je skladišče podjetja na Jesenicah, ki je od Kranja oddaljeno 38 km.

### 9.4.1 Določitev stroška delovne sile za izvedbo s tehnologijo Doka

Za določitev stroška delovne sile je bistveno poznati čas, ki ga delavci porabijo za rokovanje z opaži. Določevanje tega časa je vnaprej zelo težko točno predvideti, saj je težko zajeti vse faktorje, ki vplivajo na čas za izvedbo naloge. V ta namen se v stroki uporabljajo normativi za posamezna dela, ki skušajo v čim večji meri zajeti vsaj bistvene faktorje, ki vplivajo na čas izvedbe. Norme v gradbeništvu predvidevajo za določeno postavko del (Gradbeniški priročnik, 2008):

- porabo časa za enoto izdelka v urah in po kvalifikaciji delavca ter ure dela s strojem,
- porabo materiala za enoto izdelka,
- podatke o večkratni porabi pomožnega materiala za enoto izdelka,
- pravila za obračunavanje posameznih gradbenih in obrtniških del.

V Sloveniji je najbolj razširjena uporaba GNG gradbenih norm GIPOSS, ki so nastale v 60-ih letih prejšnjega stoletja, so pa v zdajšnjem času v veliki meri že zastarele saj se proces izdelave danes precej razlikuje od upoštevanega pri izdelavi norm. Zato za uporabo v praksi gradbena podjetja pogosto izdelajo lastne normative glede na izkušnje, ki jih imajo na delovišču.

V našem primeru pa ima ponudnik opažne tehnologije Doka izdelane tabele s katerimi si pomagamo oceniti čas izvedbe opaženja. V preglednici 11, ki nam jo je posredoval

proizvajalec so prikazani bistveni kriteriji, ki vplivajo na izdelavo opaža za temelje z okvirnimi opaži Doka Frami. Posamezni faktorji vpliva so ocenjeni s točkami. Vrednosti določimo glede na karakteristike na objektu. Za orientacijo so določene mejne vrednosti za točkovanje, katere pa glede na karakteristike interpoliramo. Ko dobimo seštevek vseh točk, lahko odčitamo normativ opaženja, ki je izražen v  $h/m^2$ .

Preglednica 11: Faktorji vpliva za izvedbo temeljev z opaži sistema Doka Frami

Faktor vpliva		Ocena posameznih faktorjev						Točke
<b>Konstrukcija 33 %</b>			točke		točke		točke	
Velikost prostora	> 50 m <sup>2</sup>	2	25 – 50 m <sup>2</sup>	6	< 25 m <sup>2</sup>	10	2	
Geometrija/zapletenost	enostavno	2	srednje	6	težko	10	4	
Površina opaževanja	> 1000 m <sup>2</sup>	1	100-1000 m <sup>2</sup>	3	< 100 m <sup>2</sup>	5	5	
Ponavljjanje/takti/serije	> 10 E	2	4 – 9 E	10	< 3 E	15	15	
Kvaliteta betonske površine	nizka	2	srednja	6	visoka	10	2	
<b>Opažni sistem 10 %</b>								
Opažni sistem - metoda	velika pov.	2	mešano	8	ročno	15	8	
<b>Oprema gradbišča 17 %</b>								
Razpoložljivost žerjava	zadostno	2	omejena	8	nezadost.	15	2	
Razmerje prostora in skladišča	čezmerno	2	zadostno	6	ozko	10	2	
<b>Osebj na gradbišču 20 %</b>								
Vodstvo	dobro	2	povprečje	6	neizkušen	10	4	
Kvaliteta osebja/vodstva	dobro	2	srednje	6	slabo	10	4	
Moč osebja/oprema	optimalna	2	normalna	6	nezadost.	10	4	
<b>Priprava na delo 13 %</b>								
V pisarni	dobro	2	srednje	6	brez	10	2	
Spremljajoče krmiljenje	dobro	2	srednje	6	malo	10	2	
<b>Okvirni pogoji 7 %</b>								
Vreme/letni časi/okolje	ugodno	2	normalno	6	neugodno	10	2	
<b>SKUPNA VSOTA:</b>							<b>58</b>	

Glede na faktorje vpliva in točkovanje, ki jih navaja proizvajalec Doka znaša skupna vsota 58 točk. Iz preglednice 12 odčitamo normo opaženja temeljev s sistemom Frami.

Preglednica 12: Normativ opaženja s sistemom Doka Frami

št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )	št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )	št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )	št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )
30 - 35	0,40 - 0,41	60 - 65	0,47 - 0,49	90 - 95	0,63 - 0,67	120 - 125	0,93 - 0,99
35 - 40	0,41 - 0,42	65 - 70	0,49 - 0,52	95 - 100	0,67 - 0,72	125 - 130	0,99 - 1,07
40 - 45	0,42 - 0,43	70 - 75	0,52 - 0,54	100 - 105	0,72 - 0,76	130 - 135	1,07 - 1,14
45 - 50	0,43 - 0,44	75 - 80	0,54 - 0,57	105 - 110	0,76 - 0,81	135 - 140	1,14 - 1,21
50 - 55	0,44 - 0,46	80 - 85	0,57 - 0,60	110 - 115	0,81 - 0,87	140 - 145	1,21 - 1,30
55 - 60	0,46 - 0,47	85 - 90	0,60 - 0,63	115 - 120	0,87 - 0,93	145 - 150	1,30 - 1,40

- Pri višini prostora do 3 m ni dodatkov.
- Pri višini prostora od 3 do 4 m je dodatek 0,03 ure.
- Pri višini prostora od 4 do 6,5 m je dodatek 0,10 ure.

Višina pri opaženju temeljev je nižja od 3 m, zato ni dodatka k normativu. Odčitana vrednost normativa za opaženje temeljev s sistemom Frami je tako **0,47 h/m<sup>2</sup>**. Proizvajalec pri izdelavi opažev predvideva kvalificirano delovno silo (KV).

Skupna površina opaženja temeljev znaša:

- opaž temeljnih pet = 158,16 m<sup>2</sup> (glej točko 7.1.1)
- opaž pasovnih temeljev = 448,24 m<sup>2</sup> (glej točko 7.1.2)
- opaž parapetne stene = 181,65 m<sup>2</sup> (glej točko 7.1.3)

$$\text{skupaj} = 788,05 \text{ m}^2$$

Potrebno število delovnih ur za izdelavo temeljev:

- $788,05 \text{ m}^2 \cdot 0,47 \text{ h/m}^2 = 370,38 \text{ h}$

Če upoštevamo vrednosti bruto osebnih dohodkov za KV delavce iz preglednice 10 znaša strošek delovne sile za izdelavo opaža temeljev po sistemu Doka Frami:

- $370,38 \text{ h} \cdot 12,60 \text{ €/h} = 4.666,79 \text{ €}$

Izvedem še izračun točk za izvedbo sten s sistemom Doka Framax.

Preglednica 13: Faktorji vpliva za izvedbo sten z opaži Doka Framax

Faktor vpliva		Ocena posameznih faktorjev						Točke
<b>Konstrukcija 33 %</b>			točke		točke		točke	
Velikost prostora	> 50 m <sup>2</sup>	2	25 – 50 m <sup>2</sup>	6	< 25 m <sup>2</sup>	10	2	
Geometrija/zapletenost	enostavno	2	srednje	6	težko	10	5	
Površina opaževanja	> 1000 m <sup>2</sup>	1	100-1000 m <sup>2</sup>	3	< 100 m <sup>2</sup>	5	1	
Ponavljjanje/takti/serije	> 10 E	2	4 – 9 E	10	< 3 E	15	15	
Kvaliteta betonske površine	nizka	2	srednja	6	visoka	10	6	
<b>Opazni sistem 10 %</b>								
Opazni sistem - metoda	velika pov.	2	mešano	8	ročno	15	6	
<b>Oprema gradbišča 17 %</b>								
Razpoložljivost žerjava	zadostno	2	omejena	8	nezadost.	15	2	
Razmerje prostora in skladišča	čezmerno	2	zadostno	6	ozko	10	4	
<b>Osebj na gradbišču 20 %</b>								
Vodstvo	dobro	2	povprečje	6	neizkušen	10	4	
Kvaliteta osebja/vodstva	dobro	2	srednje	6	slabo	10	4	
Moč osebja/oprema	optimalna	2	normalna	6	nezadost.	10	4	
<b>Priprava na delo 13 %</b>								
V pisarni	dobro	2	srednje	6	brez	10	2	
Spremljajoče krmiljenje	dobro	2	srednje	6	malo	10	2	
<b>Okvirni pogoji 7 %</b>								
Vreme/letni časi/okolje	ugodno	2	normalno	6	neugodno	10	2	
<b>SKUPNA VSOTA:</b>							<b>59</b>	

Preglednica 14: Normativ opaženja s sistemom Doka Framax

št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )	št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )	št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )	št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )
30 - 35	0,40 - 0,41	60 - 65	0,47 - 0,49	90 - 95	0,63 - 0,67	120 - 125	0,93 - 0,99
35 - 40	0,41 - 0,42	65 - 70	0,49 - 0,52	95 - 100	0,67 - 0,72	125 - 130	0,99 - 1,07
40 - 45	0,42 - 0,43	70 - 75	0,52 - 0,54	100 - 105	0,72 - 0,76	130 - 135	1,07 - 1,14
45 - 50	0,43 - 0,44	75 - 80	0,54 - 0,57	105 - 110	0,76 - 0,81	135 - 140	1,14 - 1,21
50 - 55	0,44 - 0,46	80 - 85	0,57 - 0,60	110 - 115	0,81 - 0,87	140 - 145	1,21 - 1,30
55 - 60	0,46 - 0,47	85 - 90	0,60 - 0,63	115 - 120	0,87 - 0,93	145 - 150	1,30 - 1,40

- Pri višini prostora do 3 m ni dodatkov.
- Pri višini prostora od 3 do 4 m je dodatek 0,03 ure.
- Pri višini prostora od 4 do 6,5 m je dodatek 0,10 ure.



Izračun pokaže skupno 59 točk, kar ustreza normi  $0,47 \text{ h/m}^2$ , vendar je potrebno normative v skladi z navodili povečati. V skladiščnem delu je višina prostora med 3 in 4 m, zato je potrebno normativu dodati 0,03 ure, v poslovnem delu pa je višina prostora nad 4 m, zato je dodatek k normi 0,10 ure. Norma v **skladiščnem delu** znaša tako  **$0,50 \text{ h/m}^2$**  v **poslovnem delu** pa  **$0,57 \text{ h/m}^2$** .

Skupna površina opaženja sten znaša:

- opaž v skladiščnem delu =  $577,75 \text{ m}^2$  (glej točko 7.2.2)
  - opaž v poslovnem delu =  $1.366,57 \text{ m}^2$  (glej točko 7.2.1)
- skupaj =  $1.944,32 \text{ m}^2$

Potrebno število delovnih ur za izdelavo sten:

- skladiščni del  $577,75 \text{ m}^2 \cdot 0,50 \text{ h/m}^2 = 288,88 \text{ h}$
  - poslovni del  $1.366,57 \text{ m}^2 \cdot 0,57 \text{ h/m}^2 = \underline{778,94 \text{ h}}$
- skupaj =  $1.067,82 \text{ h}$

Ob upoštevanju vrednosti bruto osebnih dohodkov za KV delavce iz preglednice 10 znaša strošek delovne sile za izdelavo opaža sten po sistemu Doka Framax:

- $1.067,82 \text{ h} \cdot 12,60 \text{ €/h} = 13.454,53 \text{ €}$

Ostane le še določitev stroška delovne sile za izdelavo opaža plošč. Plošče smo opažili s sistemom Dokaflex 1-2-4.

Preglednica 15: Faktorji vpliva za izvedbo plošč z opaži Dokaflex 1-2-4

Faktor vpliva		Ocena posameznih faktorjev						Točke
<b>Konstrukcija 33 %</b>		točke		točke		točke		
Velikost prostora	> 50 m <sup>2</sup>	2	25 – 50 m <sup>2</sup>	6	< 25 m <sup>2</sup>	10	2	
Geometrija/zapletenost	enostavno	2	srednje	6	težko	10	6	
Površina opaževanja	> 1000 m <sup>2</sup>	1	100-1000 m <sup>2</sup>	3	< 100m <sup>2</sup>	5	2	
Ponavljjanje/takti/serije	> 10 E	2	4 – 9 E	10	< 3 E	15	15	
Kvaliteta betonske površine	nizka	2	srednja	6	visoka	10	6	
<b>Opazni sistem 10 %</b>								
Opazni sistem - metoda	velika pov.	2	mešano	8	ročno	15	5	
<b>Oprema gradbišča 17 %</b>								
Razpoložljivost žerjava	zadostno	2	omejena	8	nezadost.	15	2	
Razmerje prostora in skladišča	čezmerno	2	zadostno	6	ozko	10	4	
<b>Osebj na gradbišču 20 %</b>								
Vodstvo	dobro	2	povprečje	6	neizkušen	10	4	
Kvaliteta osebja/vodstva	dobro	2	srednje	6	slabo	10	4	
Moč osebja/oprema	optimalna	2	normalna	6	nezadost.	10	4	
<b>Priprava na delo 13 %</b>								
V pisarni	dobro	2	srednje	6	brez	10	2	
Spremljajoče krmiljenje	dobro	2	srednje	6	malo	10	2	
<b>Okvirni pogoji 7 %</b>								
Vreme/letni časi/okolje	ugodno	2	normalno	6	neugodno	10	2	
<b>SKUPNA VSOTA:</b>							<b>60</b>	

Preglednica 16: Normativ opaženja s sistemom Dokaflex 1-2-4

št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )	št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )	št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )	št. točk	norma (h/m <sup>2</sup> )
50 - 55	0,30 - 0,32	75 - 80	0,40 - 0,43	100 - 105	0,58 - 0,62	125 - 130	0,85 - 0,93
55 - 60	0,32 - 0,33	80 - 85	0,43 - 0,46	105 - 110	0,62 - 0,67	130 - 135	0,93 - 1,00
60 - 65	0,33 - 0,35	85 - 90	0,46 - 0,49	110 - 115	0,67 - 0,73	135 - 140	1,00 - 1,07
65 - 70	0,35 - 0,38	90 - 95	0,49 - 0,53	115 - 120	0,73 - 0,79	140 - 145	1,07 - 1,17
70 - 75	0,38 - 0,40	95 - 100	0,53 - 0,58	120 - 125	0,79 - 0,85	145 - 150	1,17 - 1,25

- Pri višini prostora do 3 m ni dodatkov.
- Pri višini prostora od 3 do 4 m je dodatek 0,10 ure.
- Pri višini prostora od 4 do 6,5 m je dodatek 0,15 ure.

V preglednicah vidimo, da je doseženo število točk enako 60, kar pomeni vrednost normativa  $0,33 \text{ h/m}^2$ . V skladiščnem delu je normativu zaradi višine potrebno dodati 0,10 ure, v poslovnem delu pa 0,15 ure. Norma v **skladiščnem delu** znaša  **$0,43 \text{ h/m}^2$**  v **poslovnem delu** pa  **$0,48 \text{ h/m}^2$** .

Površina opaženja plošč znaša:

- opaž v skladiščnem delu =  $100,41 \text{ m}^2$  (glej točko 7.3)
  - opaž v poslovnem delu =  $527,30 \text{ m}^2$  (glej točko 7.3)
- skupaj =  $627,71 \text{ m}^2$

Potrebno število delovnih ur za izdelavo opaža plošč:

- skladiščni del  $100,41 \text{ m}^2 \cdot 0,43 \text{ h/m}^2 = 43,18 \text{ h}$
  - poslovni del  $527,30 \text{ m}^2 \cdot 0,48 \text{ h/m}^2 = \underline{253,10 \text{ h}}$
- skupaj =  $296,28 \text{ h}$

Ob upoštevanju vrednosti bruto osebnih dohodkov za KV delavce iz preglednice 10 znaša strošek delovne sile za izdelavo opaža plošč po sistemu Dokflex 1-2-4:

- $296,28 \text{ h} \cdot 12,60 \text{ €/h} = 3.733,13 \text{ €}$

#### 9.4.2 Določitev časa najemanja materiala

Ključno vlogo pri strošku najemanja opažnega materiala predstavlja čas najemanja, zato je zelo pomembno delovni proces čim bolj optimizirati, da ta čas skrajšamo kar se le da. Krajši čas najema je moč doseči z dobrim planiranjem materiala in delovne sile. Pri izračunu časa ne predvidim izvedbo natančnejšega terminskega plana in upoštevam predpostavko, da dobavitelj najemnino opažev računa le za delovne dni, ne pa tudi za dela proste dni (vikende, praznike...). Glede na predvideno izvedbo s sistemom Doka v 7. poglavju čas najemanja samo grobo ocenim glede na bistvene faktorje, ki nanj vplivajo.

Za določitev časa najema upoštevam tri bistvene faktorje:

- razdelitev opaženja po fazah,
- normative za montažo in demontažo opažev,
- čas, ki ga beton potrebuje, da doseže zadostno trdnost za demontažo opaža.

Predvidevam ločeno dobavo za opažne sisteme Frami, Framax in Dokaflex 1-2-4. Za vsak opažni sistem pa posebej ocenim čas najema. Pri vseh obravnavanih opaženih betonskih elementih (točkovni temelji, pasovni temelji, stene in plošče) je predvidena uporaba betona trdnostnega razreda C 25/30.

Pri sistemu **Frami** je potrebno opažiti:

- 2 fazi pri opaženju temeljnih pet,
- 6 faz pri opaženju pasovnih temeljev in
- 2 fazi opaženja parapetne stene.

Pri izdelavi opažev predvidim delo v takšni intenziteti, da je moč opaženje posamezne faze izvesti v enem delovniku. Glede na to zahtevo za izvedbo prilagajam število delavcev. V preglednici 17 je prikazana površina, ki je potrebna za opaženje posamezne faze, normativ in izračun potrebnega števila delavcev za izvedbo v 8 urnem delavniku.

Preglednica 17: Določitev števila delavcev za izvedbo opaženja s sistemom Frami

Sklop	Faza	Površina	Norma	Potr.št. delavnih ur	Potr. št. delavcev
Temeljne pete	Faza 1	78,12 m <sup>2</sup>	0,47 h/m <sup>2</sup>	36,72 h	<b>4,59</b>
	Faza 2	80,04 m <sup>2</sup>	0,47 h/m <sup>2</sup>	37,62 h	<b>4,70</b>
Pasovni temelji	Faza 1	79,25 m <sup>2</sup>	0,47 h/m <sup>2</sup>	37,25 h	<b>4,66</b>
	Faza 2	80,66 m <sup>2</sup>	0,47 h/m <sup>2</sup>	37,91 h	<b>4,74</b>
	Faza 3	80,04 m <sup>2</sup>	0,47 h/m <sup>2</sup>	37,62 h	<b>4,70</b>
	Faza 4	79,08 m <sup>2</sup>	0,47 h/m <sup>2</sup>	37,17 h	<b>4,65</b>
	Faza 5	80,68 m <sup>2</sup>	0,47 h/m <sup>2</sup>	37,92 h	<b>4,74</b>
	Faza 6	81,17 m <sup>2</sup>	0,47 h/m <sup>2</sup>	38,15 h	<b>4,77</b>
Parapetna stena	Faza 1	93,42 m <sup>2</sup>	0,47 h/m <sup>2</sup>	43,91 h	<b>5,49</b>
	Faza 2	88,23 m <sup>2</sup>	0,47 h/m <sup>2</sup>	41,47 h	<b>5,18</b>

Iz zahteve po izvedbi ene faze v enem delovniku ter zahteve normativa vidimo, da potrebujemo 6 kvalificiranih tesarjev za željeno izvedbo z opažnim sistemom Frami. Ob tej trditvi lahko nadalje predpostavljamo vgrajevanje betona v naslednjem dnevu. Nato pa je potrebno pred demontažo počakati, da beton doseže zadostno trdnost. Pri tem upoštevam zahteve, ki so opisane v poglavju 3.6. V tej fazi ne gre za upogibno obremenjene konstrukcijske elemente, zato upoštevam veljavno zahtevo iz standarda o izvajanju betonskih konstrukcij SIST EN 13670:2010, ki navaja, da naj ob demontaži opaža trdnost betona znaša

vsaj 5 MPa, da se površina med razopaževanjem ne poškoduje.

Predvidena je uporaba betona trdnostnega razreda C 25/30, ki v recepturi vsebuje cement trdnostnega razreda CEM 42.5 N. Časovni razvoj trdnosti betona določim z izrazom po evrokod standardu SIST EN 1992-1-1:

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t)f_{cm} \quad (3)$$

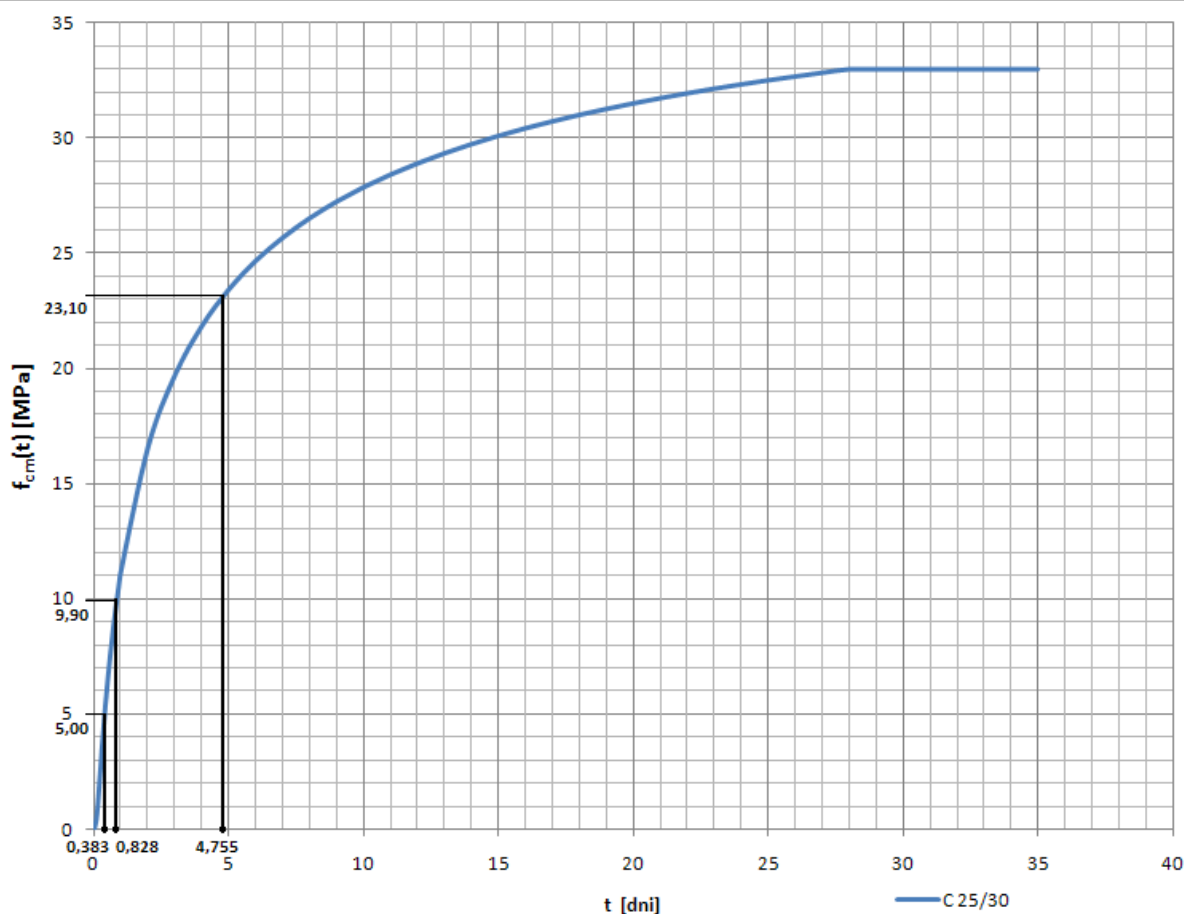
$$\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[ 1 - \left( \frac{28}{t} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \quad (4)$$

kjer velja:

- $f_{cm}$  ... povprečna tlačna trdnost 28 dni starega betona,
- $t$  ... starost betona v dnevih,
- $f_{cm}(t)$  ... povprečna tlačna trdnost betona pri starosti  $t$ ,
- $\beta_{cc}$  ... funkcija, ki določa časovni razvoj tlačne trdnosti,
- $s$  ... koeficient, odvisen od trdnostnega razreda cementa.

Za naš beton velja:

- $s = 0,25$  za cement CEM 42.5 N,
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 25 \text{ MPa} + 8 \text{ MPa} = 33 \text{ MPa}$
- $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$



Slika 72: Naraščanje trdnosti betona s časom v dnevih

$$\beta_{cc}(0,383) = \exp \left\{ 0,25 \left[ 1 - \left( \frac{28}{0,383} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} = 0,1515$$

$$f_{cm}(0,383) = 0,1515 \cdot 33 \text{ MPa} = 5 \text{ MPa}$$

Z diagrama in izračuna vidimo, da je trdnost 5 Mpa dosežena po 0,383 dneva oz. 9,19 urah. Če predpostavljamo, da se vgrajevanje betona zaključi do konca delovnika, to pomeni do naslednjega delovnega dne 16 ur časa. V tem času je trdnost betona že večja od 8 MPa. To ob upoštevanih predpostavkah pomeni, da za posamezno fazo opaženja porabimo 2 dni, in sicer 1 dan za montažo opaža ter 1 dan za vgrajevanje betona in ustrezno strjevanje. Skupno imamo pri opaženju s sistemom Frami 10 faz, ki si sledijo ena za drugo. To pomeni, da čas najemanja opažnega materiala Frami znaša **20 dni**.

S sistemom **Framax** je v vsaki etaži potrebno opaziti:

- 3 faze v pritličju poslovnega dela
- 1 fazo v pritličju skladišnega dela

Preglednica 18: Določitev števila delavcev za izvedbo opaženja s sistemom Framax

Sklop	Faza	Površina	Norma	Potr.št. delavnih ur	Potr. št. delavcev
Poslovni del	Faza 1	145,56 m <sup>2</sup>	0,57 h/m <sup>2</sup>	82,96 h	10,37
	Faza 2	149,16 m <sup>2</sup>	0,57 h/m <sup>2</sup>	85,02 h	10,62
	Faza 3	173,26 m <sup>2</sup>	0,57 h/m <sup>2</sup>	98,75 h	12,34
Skladišni del	Faza 1	188,18 m <sup>2</sup>	0,50 h/m <sup>2</sup>	94,09 h	11,76

Tokrat vidim, da je potrebno za zadostitev pogoja izvedbe opaža ene faze v enem delovniku povečati število delavcev na 13. Pri planiranju delovne sile je za to fazo potrebno predvideti večje število delavcev.

Pri zahtevi glede trdnosti betona pri demontaži opažev standard SIST EN 13670:2010 navaja trdnost 5 MPa, vendar zaradi večje višine sten preverim še zahtevo iz starega Pravilnika o tehničnih normativih za beton in armirani beton ter nemškega standarda DIN 1045, ki zahteva 30 % predvidene trdnosti betona ob razopaževanju:

$$30 \% \cdot f_{cm} = 0,30 \cdot 33 \text{ MPa} = 9,90 \text{ MPa.}$$

Beton zahtevano trdnost 9,90 MPa doseže v 0,828 dneva oz. v 19,87 ur. Po tej zahtevi je po vgradnji betona potrebno počakati vsaj 20 ur preden se lahko opaže demontira. To bi v praksi pomenilo, da če se beton vgrajuje znotraj 8 urnega delovnika, zadostno trdnost pa ima šele po 20 urah po vgrajevanju, 28 urni cikel. To pomeni, da ne smemo začeti razopažati na začetku naslednjega dne, ni pa potrebno čakati še en cel dan. Z razopaženjem bi lahko začeli sredi delovnika naslednjega dne. Za potrebe te naloge upoštevam zato računsko vrednost 2,5 dni za posamezno fazo. To pomeni, da moramo za posamezno etažo opaže sistema Framax najemati **10 dni**.

S sistemom **Dokaflex 1-2-4** je potrebno opaziti:

- plošče v prvi etaži,
- plošče v drugi etaži,
- krovne plošče.

Preglednica 19: Določitev št. delavcev za izvedbo opaženja s sistemom Dokaflex 1-2-4

Sklop	Faza	Površina	Norma	Potr.št. delavnih ur	Potr. št. delavcev	Skupaj
Plošče prve etaže	Posl. del	165,10 m <sup>2</sup>	0,48 h/m <sup>2</sup>	79,24 h	9,91	10,98
	Skl. del	19,87 m <sup>2</sup>	0,43 h/m <sup>2</sup>	8,54 h	1,07	
Plošče druge etaže	Posl. del	165,10 m <sup>2</sup>	0,48 h/m <sup>2</sup>	79,24 h	9,91	11,39
	Skl. del	27,57 m <sup>2</sup>	0,43 h/m <sup>2</sup>	11,85 h	1,48	
Krovne plošče	Posl. del	188,18 m <sup>2</sup>	0,48 h/m <sup>2</sup>	90,32 h	11,29	14,14
	Skl. del	52,97 m <sup>2</sup>	0,43 h/m <sup>2</sup>	22,77 h	2,85	

Tokrat za izvedbo potrebujem 15 ljudi, če želim zaopažiti v enem dnevu. Tej zahtevi ugodim s planiranjem zadostne delovne sile. Pri določanju časa najemanja opažnega materiala upoštevam, da se vsako etažo opaži in betonira v eni sami fazi, kot je bilo to že predvideno v izvedbi v 7. poglavju.

Pri zahtevi glede trdnosti betonske plošče pri demontaži opažev v veljavnem standardu SIST EN 13670:2010 ni eksplicitne zahteve o trdnosti, zato izvedem račun po bivšem Pravilniku o tehničnih normativih za beton in armirani beton ter nemškem standardu DIN 1045, ki za plošče zahtevata 70 % predvidene trdnosti:

$$70 \% \cdot f_{cm} = 0,70 \cdot 33 \text{ MPa} = 23,10 \text{ MPa}.$$

Zahtevano trdnost 23,10 MPa beton doseže po 4,755 dneh oz. 114,12 urah. Za posamezno etažo tako čas najema opažnega materiala Dokaflex 1-2-4 znaša **6 dni** (1 dan za montažo in demontažo ter 5 dni za doseganje trdnosti betona).

Upoštevamo še dejstvo, da je za začetek izvedbe opaženja plošč potrebno počakati, da so izvedene vse stene v posamezni etaži, prav tako pa je za izvedbo sten v etaži potrebno počakati, da se izvedejo plošče prejšnje etaže. Tako je za sistem **Dokaflex 1-2-4** opaž potrebno najemati **6 dni** v prvi etaži + **10 dni** za stene v 1. nadstropju + **6 dni** za ploščo nad 1. nadstropjem + **10 dni** za stene v 2. nadstropju + **6 dni** za krovno ploščo. Za stropni opažni sistem **Dokaflex 1-2-4** tako znaša čas najema opažnega materiala skupno **38 dni**.

Skupni čas najemanja opažnega materiala za stenski opažni sistem **Framax** določim po enakem principu. Čas najema znaša:  $10 + 6 + 10 + 6 + 10 = 42 \text{ dni}$ .



### **9.4.3 Določitev materialnih stroškov opažev Doka**

Najemanje opažnega materiala Doka poteka po sistemu cena artikla na kos na dan. V preglednici 20 so prikazani materialni stroški za najem opažev sistema Frami. Za primerjavo izvedem še izračun stroška najema opažnega materiala za neoptimizirano varianto, tako da prikažem ali je postopek optimizacije opaženja smiseln z vidika zmanjševanja stroškov. V analizi upoštevam le najem sistemskih elementov.

Preglednica 20: Strošek najemanja opaža sistema Frami

		Cena	Čas najema	Optimizirano	Optimizirano
	Element/Dobava glede na sklop	€/kos/dan	dni	št. kosov	€
1	Bočna opora	0,19	20	17	64,60
2	Frami-diferenčna spojka	0,11	20	88	193,60
3	Frami-izravnalni profil 0,70m	0,05	20	88	88,00
4	Frami-izravnalni profil 1,25m	0,07	20	20	28,00
5	Frami-napenjalec vezave temelja	0,06	20	150	180,00
6	Frami-notranji kotni element 1,20m 20cm	0,48	20	24	230,40
7	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	0,46	20	26	239,20
8	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	0,51	20	30	306,00
9	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	0,61	20	11	134,20
10	Frami-okvirni element 0,60x1,50m	0,65	20	0	0,00
11	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	0,62	20	12	148,80
12	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	0,66	20	32	422,40
13	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	0,74	20	42	621,60
14	Frami-ploščata vez 10-80cm	0,02	20	2	0,80
15	Frami-pregibni kotni el.-notranji I 1,20m	0,62	20	3	37,20
16	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	0,02	20	40	16,00
17	Frami-pritrdilna spojka	0,03	20	132	79,20
18	Frami-spojka	0,02	20	164	65,60
19	Frami-univerzalni element 0,75x1,20m	0,73	20	1	14,60
20	Frami-univerzalni vezni vijak 5-12cm	0,02	20	40	16,00
21	Frami-zatič	0,01	20	4	0,80
22	Frami-zunanji kotni element 1,20m	0,27	20	2	10,80
23	Matica s super ploščo 15,0	0,02	20	258	103,20
24	Vezni vijak 15,0mm neobd. 4,00m	0,09	20	84	151,20
25	Vezni vijak 15,0mm neobd. 5,00m	0,12	20	12	28,80
26	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	0,01	20	41	8,20
27	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	0,01	20	105	21,00
28	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,25m	0,01	20	15	3,00
29	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,50m	0,03	20	8	4,80
<b>SKUPAJ:</b>					<b>3.218,00 €</b>

Za primerjavo prikažem še strošek neoptimizirane variante. Predpostavljen čas najemanja je enak kot pri optimizirani varianti, razlika je le v potrebnem opažnem materialu.

Preglednica 21: Strošek najemanja neoptimizirane variante opaža sistema Frami

		Cena	Čas najema	Neoptimizirano	Neoptimizirano
	Element/Dobava glede na sklop	€/kos/dan	dni	št. kosov	€
1	Bočna opora	0,19	20	19	72,20
2	Frami-diferenčna spojka	0,11	20	100	220,00
3	Frami-izravnalni profil 0,70m	0,05	20	22	0,00
4	Frami-izravnalni profil 1,25m	0,07	20	8	0,00
5	Frami-napenjalec vezave temelja	0,06	20	4	0,00
6	Frami-notranji kotni element 1,20m 20cm	0,48	20	25	0,00
7	Frami-okvirni element 0,30x1,20m	0,46	20	100	100,00
8	Frami-okvirni element 0,45x1,20m	0,51	20	20	28,00
9	Frami-okvirni element 0,60x1,20m	0,61	20	168	201,60
10	Frami-okvirni element 0,60x1,50m	0,65	20	24	230,40
11	Frami-okvirni element 0,75x1,20m	0,62	20	28	257,60
12	Frami-okvirni element 0,90x1,20m	0,66	20	21	214,20
13	Frami-okvirni element 0,90x1,50m	0,74	20	12	146,40
14	Frami-ploščata vez 10-80cm	0,02	20	84	1.092,00
15	Frami-pregibni kotni el.-notranji I 1,20m	0,62	20	16	198,40
16	Frami-pridržalni kotnik veznega vijaka	0,02	20	32	422,40
17	Frami-pritrdilna spojka	0,03	20	38	562,40
18	Frami-spojka	0,02	20	2	0,80
19	Frami-univerzalni element 0,75x1,20m	0,73	20	3	37,20
20	Frami-univerzalni vezni vijak 5-12cm	0,02	20	134	53,60
21	Frami-zatič	0,01	20	42	25,20
22	Frami-zunanji kotni element 1,20m	0,27	20	236	94,40
23	Matica s super ploščo 15,0	0,02	20	2	29,20
24	Vezni vijak 15,0mm neobd. 4,00m	0,09	20	40	16,00
25	Vezni vijak 15,0mm neobd. 5,00m	0,12	20	4	0,80
26	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	0,01	20	44	237,60
27	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	0,01	20	240	96,00
28	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,25m	0,01	20	84	151,20
29	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,50m	0,03	20	12	28,80
<b>SKUPAJ:</b>					<b>4.552,20 €</b>

Vidimo, da je proces optimizacije izvedbe zelo pomemben z vidika stroškov, saj je prihranek pri najemanju opaža 1.334,20 €, kar znaša 30 % vrednosti najema pri optimalni varianti.

Preglednica 22: Strošek najemanja opaža sistema Framax

	Element	Cena €/kos/dan	Čas najema dni	Cena najema Skupaj
1	Alu-Framax-okvirni element 0,30x2,70m	1,24	42	104,16
2	Alu-univerzalni element 0,75x1,35m	1,24	42	104,16
3	Alu-univerzalni element 0,75x2,70m	2,11	42	177,24
4	Framax-diferenčna spojka	0,14	42	458,64
5	Framax-hitra spojka RU	0,09	42	1.409,94
6	Framax-natezna spona	0,03	42	231,84
7	Framax-notranji kotni element 1,35m	1,06	42	400,68
8	Framax-notranji kotni element 2,70m	1,77	42	669,06
9	Framax-okvirni element 0,30x1,35m	0,80	42	504,00
10	Framax-okvirni element 0,30x2,70m	1,21	42	762,30
11	Framax-okvirni element 0,45x1,35m	0,88	42	221,76
12	Framax-okvirni element 0,45x2,70m	1,38	42	347,76
13	Framax-okvirni element 0,55x1,35m	0,97	42	896,28
14	Framax-okvirni element 0,55x2,70m	1,54	42	1.422,96
15	Framax-okvirni element 0,60x1,35m	1,02	42	514,08
16	Framax-okvirni element 0,60x2,70m	1,61	42	811,44
17	Framax-okvirni element 0,90x1,35m	1,15	42	676,20
18	Framax-okvirni element 0,90x2,70m	1,89	42	1.428,84
19	Framax-okvirni element 0,90x3,30m	2,41	42	202,44
20	Framax-okvirni element 1,35x1,35m	1,45	42	487,20
21	Framax-okvirni element 1,35x2,70m	2,48	42	3.333,12
22	Framax-pregibni kotni el.-notranji I 1,35m	1,00	42	84,00
23	Framax-pregibni kotni el.-notranji I 3,30m	2,73	42	229,32
24	Framax-spojni profil 0,90m	0,09	42	302,40
25	Framax-spojni profil 1,50m	0,14	42	282,24
26	Framax-kotni spojni profil	0,23	42	77,28
27	Framax-univerzalna spojka	0,14	42	23,52
28	Framax-univerzalni element 0,90x1,35m	1,34	42	281,40
29	Framax-univerzalni element 0,90x2,70m	2,28	42	478,80
30	Framax-univerzalni vezni vijak 10-16cm	0,01	42	15,12
31	Framax-zunanji kotni element 0,90m	0,21	42	17,64
32	Framax-zunanji kotni element 1,35m	0,25	42	10,50
33	Framax-zunanji kotni element 2,70m	0,49	42	41,16
34	Framax-čelna vez	0,05	42	33,60
35	Matica s super ploščo 15,0	0,02	42	297,36
36	Regulacijska opora elementov 540	0,83	42	522,90
37	Vezni vijak 15,0mm poc. 0,75m	0,01	42	47,88
38	Vezni vijak 15,0mm poc. 1,00m	0,01	42	16,80
			<b>SKUPAJ:</b>	<b>17.926,02 €</b>

Preglednica 23: Strošek najemanja opaža sistema Dokaflex 1-2-4

	Element	Skupaj št. kosov	Cena €/kos/dan	Čas najema dni	Cena najema €
1	Doka-nosilec H20 top P 1,25m	7	0,04	38	10,64
2	Doka-nosilec H20 top P 1,50m	8	0,05	38	15,20
3	Doka-nosilec H20 top P 1,75m	13	0,06	38	29,64
4	Doka-nosilec H20 top P 1,80m	2	0,06	38	4,56
5	Doka-nosilec H20 top P 2,00m	37	0,06	38	84,36
6	Doka-nosilec H20 top P 2,45m	18	0,07	38	47,88
7	Doka-nosilec H20 top P 2,65m	218	0,07	38	579,88
8	Doka-nosilec H20 top P 2,90m	34	0,08	38	103,36
9	Doka-nosilec H20 top P 3,30m	22	0,10	38	83,60
10	Doka-nosilec H20 top P 3,90m	45	0,11	38	188,10
11	Doka-nosilec H20 top P 4,90m	4	0,15	38	22,80
12	Doka-nosilec H20 top P 5,90m	6	0,17	38	38,76
13	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 150/50cm	13	0,09	38	44,46
14	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 200/50cm	129	0,10	38	490,20
15	Doka-opažna plošča 3-SO 27mm 250/50cm	33	0,10	38	125,40
16	Dokadur-plošča 27 200/50cm	131	0,11	38	547,58
17	Doka-podpornik Eurex 20 300	23	0,11	38	96,14
18	Doka-podpornik Eurex 20 400	150	0,15	38	855,00
19	Doka-podpornik Eurex 20 550	12	0,20	38	91,20
20	Doka-podpornik Eurex 20 700	6	0,30	38	68,40
21	Montažno stojalo za stojke	91	0,17	38	587,86
22	Pogrezna glava H20	112	0,07	38	297,92
23	Pridržalna glava H20 DF	63	0,02	38	47,88
24	Viličasta glava 12,5cm	10	0,03	38	11,40
25	Vzmetni zatič 16mm	122	0,01	38	46,36
<b>SKUPAJ:</b>					<b>4.518,58 €</b>

S tem imamo določene tudi materialne stroške opaženja s tehnologijo Doka. Vidimo, da strošek opaženja s sistemom Frami znaša 3.218,00 €, strošek sistema Framax znaša 17.926,02 €, za opaže plošč Dokaflex 1-2-4 pa znaša najemnina opaža 4.518,58 €.

Za grobo oceno stroška, ki ga predstavlja prevoz opažnega materiala na gradbišče uporabim enoten cenik enega od prevoznikov na trgu. Predpostavljam, da se objekt gradi v Kranju. Cena prevoza znaša 151,20 € za oddaljenost od 36 do 45 km (<http://www.ch-sgd.si>, 28.3.2011). Za potrebe naloge upoštevam, da se ves material posamezne faze prepelje naenkrat z enim prevozom.

## 9.5 Analiza stroškov izvedbe opažev tehnologije Epic

Določitev stroška najemanja opažnega materiala pri podjetju Epic poteka po sistemu  $m^2$  opaža na dan. Pri tem je cena veznega in podpornega materiala že všteta v ceno, tako da je izračun materialnih stroškov enostavnejši. Stroške delovne sile določim na podlagi normativa, ki ga je posredovalo podjetje Epic za svoje opažne sisteme. Za oceno stroška prevoza opažnega materiala upoštevam, da potrebujemo naročiti prevoz iz skladišča na sedežu podjetja Epic v Postojni do 75 km oddaljenega gradbišča v Kranju.

### 9.5.1 Določitev stroška delovne sile za izvedbo s tehnologijo Epic

Za določitev stroška delovne sile si pomagam z normativi, ki mi ga je poslalo podjetje in je prikazano v preglednici 24. Podani normativi upoštevajo kvalificirano delovno silo (KV delavce).

Preglednica 24: Normativi izvedbe opažev podjetja Epic

Konstrukcijski element	Pogoj izvedbe	Normativ izvedbe
Temelji	Višine do 70 cm	0,41 h/m <sup>2</sup>
	Višine nad 70 cm	0,45 h/m <sup>2</sup>
Stene	Višine do 280 cm	0,72 h/m <sup>2</sup>
	Višine od 280 do 520 cm	0,56 h/m <sup>2</sup>
Stebri	Višine do 280 cm	0,93 h/kpl
Plošče	Višina podpiranja do 350 cm	0,55 h/m <sup>2</sup>
	Višina podpiranja od 350 do 520 cm	0,79 h/m <sup>2</sup>

Izvedbo opažev razdelim v tri bistvene sklope:

- opaženje temeljev,
- opaženje sten,
- opaženje plošč.

Opaženje temeljev zajema opaženje temeljnih pet, pasovnih temeljev in parapetne stene, ter ga izvajamo s plastičnim stenskim opažnim sistemom Epic Eco.

Preglednica 25: Strošek dela za opaženje z opažno tehnologijo Epic

Elementi	Pov. opaženja	Norma	Čas izvedbe	Cena KV delavca	Strošek dela
<b>Temelji</b>				<b>Skupaj temelji:</b>	<b>4.162,66 €</b>
Temeljne pete	158,16 m <sup>2</sup>	0,41 h/m <sup>2</sup>	64,85 h	12,60 €/h	817,11 €
Pasovni temelji	448,24 m <sup>2</sup>	0,41 h/m <sup>2</sup>	183,78 h	12,60 €/h	2.315,63 €
Parapetna stena	181,65 m <sup>2</sup>	0,45 h/m <sup>2</sup>	81,74 h	12,60 €/h	1.029,92 €
<b>Stene</b>				<b>Skupaj stene:</b>	<b>13.719,13 €</b>
Skladiščni del	577,75 m <sup>2</sup>	0,56 h/m <sup>2</sup>	323,54 h	12,60 €/h	4.076,60 €
Poslovni del	1.366,57 m <sup>2</sup>	0,56 h/m <sup>2</sup>	765,28 h	12,60 €/h	9.642,53 €
<b>Plošče</b>				<b>Skupaj plošče:</b>	<b>5.944,68 €</b>
Skladiščni del	100,41 m <sup>2</sup>	0,55 h/m <sup>2</sup>	55,23 h	12,60 €/h	695,90 €
Poslovni del	527,30 m <sup>2</sup>	0,79 h/m <sup>2</sup>	416,57 h	12,60 €/h	5.248,78 €
				<b>SKUPAJ:</b>	<b>23.826,47 €</b>

### 9.5.2 Določitev časa najema opažnega materiala

Pri izvedbi z opažnim sistemom Epic Eco smo izvedbo predpostavljali z drugačno razdelitvijo po fazah kot pri sistemu Doka. Izvedba predpostavlja večje površine opaženja v posameznih fazah, zato je tudi večje količine opažnega materiala, vendar zato s krajšim časom najemanja. Ker imamo zaradi večjih faz opaženja predviden večjo porabo časa, ki ga potrebujemo za vgradnjo betona posvetim pozornost tudi temu vidiku. Za vgradnjo betona upoštevam podatke iz GNG gradbenih norm GIPOSS, in sicer predpostavljam strojno vgrajevanje betona (GNG-2 2.360). Podatke o volumnu betona enostavno preverim v programu Tipos.

Preglednica 26: Izračun potrebnega števila delavcev za opaže Epic

	povr. opaženja	volumen betona	norma (opaž )	norma (beton)		opaž (h)	beton (h)	potr. št. tesarjev	potr. št. betonerjev
	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	KV	KV	PK				
<b>Temelji</b>									
Temeljne pete	158,16	130,01	0,41	0,50	0,50	64,85	65,01	8,11	16,25
Pasovni temelji	448,24	102,49	0,41	1,20	1,20	183,78	122,99	22,97	30,75
Parapetna stena	181,65	18,85	0,45	1,20	1,20	81,74	22,62	10,22	5,66
<b>Stene</b>									
Pritličje	656,16	64,27	0,56	0,50	0,50	367,45	32,14	45,93	8,03
Prva etaža	656,16	61,60	0,56	0,50	0,50	367,45	30,80	45,93	7,70
Druga etaža	656,16	61,60	0,56	0,50	0,50	367,45	30,80	45,93	7,70
<b>Plošče</b>			<b>(povpr.)</b>						
Plošče 1. etaže	184,97	36,99	0,764	1,00	1,00	141,32	36,99	17,66	9,25
Plošče 2. etaže	192,67	38,53	0,756	1,00	1,00	145,66	38,53	18,21	9,63
Krovne plošče	241,15	48,23	0,737	1,00	1,00	177,73	48,23	22,22	12,06

Iz preglednice 26 je razvidno koliko delovnih ur potrebujemo za izvedbo posameznih faz. Če bi upošteval, da vsako fazo opaženja in betoniranja zaključimo v enem dnevu, kot sem to storil pri opažih Doka, bi to v določenih fazah pomenilo preveliko število delavcev (46 za stene). Zato za vsako fazo določim ustrezno število delavcev za primerno izvedbo.

Preglednica 27: Določitev števila delavcev za izvedbo posameznih faz

	opaž (h)	beton (h)	št. tesarjev	št. betonerjev	izvedba opaža	izvedba betona
<b>Temelji</b>						
Temeljne pete	64,85	65,01	9	9	7,21 h	7,22 h
Pasovni temelji	183,78	122,99	12	8	15,31 h	15,37 h
Parapetna stena	81,74	22,62	11	3	7,43 h	7,54 h
<b>Stene</b>						
Pritličje	367,45	32,14	16	5	22,97 h	6,43 h
Prva etaža	367,45	30,80	16	5	22,97 h	6,16 h
Druga etaža	367,45	30,80	16	5	22,97 h	6,16 h
<b>Plošče</b>						
Plošče 1. etaže	141,32	36,99	9	5	15,70 h	7,40 h
Plošče 2. etaže	145,66	38,53	10	5	14,57 h	7,71 h
Krovne plošče	177,73	48,23	12	7	14,81 h	6,89 h

Število delavcev sem uskladir tako, da je moč delo opraviti v celem številu delovnih dni. Če na tem mestu upoštevam še čas, ki ga beton potrebuje, da doseže zadostno trdnost, ko ga je moč razopažiti (določeno v poglavju 9.4.2), lahko ocenim čas najemanja opažev.



Preglednica 28: Določitev časa najemanja opažne opreme Epic

	Čas opaženja	Čas betoniranja	Strjevanje betona	Skupaj
<b>Temelji</b>			<b>Skupaj temelji:</b>	<b>11 dni</b>
Temeljne pete	1 dan	1 dan	1 dan	3 dni
Pasovni temelji	2 dni	2 dni	1 dan	5 dni
Parapetna stena	1 dan	1 dan	1 dan	3 dni
<b>Stene</b>			<b>Skupaj stene:</b>	<b>33 dni</b>
Pritličje	3 dni	1 dan	1,5 dni	5,5 dni
Prva etaža	3 dni	1 dan	1,5 dni	5,5 dni
Druga etaža	3 dni	1 dan	1,5 dni	5,5 dni
<b>Plošče</b>			<b>Skupaj plošče:</b>	<b>35 dni</b>
Plošče prve etaže	2 dni	1 dan	5 dni	8 dni
Plošče druge etaže	2 dni	1 dan	5 dni	8 dni
Krovne plošče	2 dni	1 dan	5 dni	8 dni

Skupen čas najemanja opaža za izvedbo **temeljev** je **11 dni** (preglednica 28); za izvedbo **sten** je potrebno v posameznih etažah čakati na izvedbo plošč, tako da opaže potrebno najemati za čas  $5,5 + 8 + 5,5 + 8 + 5,5$  dni, kar je skupno **33 dni**; izvedba **plošč** pa terja izvedene stene v posamezni etaži, kar pomeni da je čas najemanja  $8 + 5,5 + 8 + 5,5 + 8$  dni oz. skupno **35 dni**.

### 9.5.3 Določitev materialnih stroškov opažev Epic

Materialne stroške za opaž Epic je enostavno določiti, saj se najem plačuje glede na opažno površino materiala, ki ga najemamo. Potrebno je le določiti skupno površino opaženja in jo pomnožiti s ceno na kvadratni meter opaža.

Preglednica 29: Določitev površine stenskega opaža Epic Eco

Element	št. kosov	površina elementa (m <sup>2</sup> )	površina (m <sup>2</sup> )
Element Eco 70 x 140	682	0,98	668,36
Element Eco 50 x 140	113	0,70	79,10
Element Eco 40 x 140	88	0,56	49,28
Element Eco 30 x 140	54	0,42	22,68
Element Eco 20 x 140	207	0,28	57,96
Element Eco 70 x 70	38	0,49	18,62
Element Eco 30 x 70	12	0,21	2,52
Kotni element 70	662	0,14	92,68
Podaljšek za kotni element	604	0	0,00
Klin	5236	0	0,00
Klin podaljšani	662	0	0,00
Zagozda	5898	0	0,00
4 Križni primež	2409	0	0,00
3 Križni primež	588	0	0,00
Ojačitev kotnega elementa	39	0	0,00
Kompenzacijski element 5 x 70	241	0,04	9,64
Element za razopažanje	33	0,04	1,32
Ključ za zagozde	4	0	0,00
ECO Matica DIW D15 B60	2498	0	0,00
Diwidag Vijak D15 L=750	1261	0	0,00
Diwidag Vijak D15 L=1000	122	0	0,00
Diwidag Vijak D15 L=1500	25	0	0,00
ECO Matica DIW D15 H50	639	0	0,00
Pokrov za kotni element 70	166	0	0,00
Objemka za kotni element	2920	0	0,00
		<b>Skupna površina:</b>	<b>1.002,16 m<sup>2</sup></b>

Preglednica 30: Določitev površine stropnega opaža Epic Eco Sky Speed

Element	št. kosov	površina elementa (m <sup>2</sup> )	površina (m <sup>2</sup> )
Element Eco 70 x 140	235	0,98	230,3
Element Eco 50 x 140	9	0,70	6,3
Element Eco 40 x 140	9	0,56	5,04
Element Eco 30 x 140	26	0,42	10,92
Element Eco 20 x 140	2	0,28	0,56
Element Eco 70 x 70	3	0,49	1,47
Element Eco 30 x 70	9	0,21	1,89
Klin	1000	0,00	0
Zagozda	1000	0,00	0
Čep 20	1200	0,00	0
Čep Speed	1800	0,00	0
Sky speed nosilec	298	0,00	0
Podpornik 2,9-5m	350	0,00	0
Tronožec	50	0,00	0
		<b>Skupna površina:</b>	<b>256,48 m<sup>2</sup></b>

Preglednica 31: Določitev stroška najemanja opažnega materiala podjetja Epic

Konstrukcijski element	Opažni sistem	površina najemanja	čas najema	cena najema	Strošek najema
		m <sup>2</sup>	dni	€/m <sup>2</sup> /dan	€
Temelji	Epic Eco	1.002,16	11	0,60	6.614,26
Stene	Epic Eco	1.002,16	33	0,60	19.842,77
Plošče	Epic Eco Sky Speed	256,48	35	0,30	2.693,04

Za grobo oceno stroška, ki ga predstavlja prevoz opažnega materiala na gradbišče uporabim enoten cenik enega od prevoznikov na trgu. Predpostavljam, da se objekt gradi v Kranju. Cena prevoza znaša 252,00 € za oddaljenost od 66 do 75 km (<http://www.ch-sgd.si>, 28.3.2011). Za potrebe naloge upoštevam, da se ves material posamezne faze prepelje naenkrat z enim prevozom.

## 9.6 Primerjava stroškov

Za ustrezno primerjavo rezultatov je potrebno celostno analizirati dobljene podatke.

Preglednica 32: Struktura stroškov izvedbe opaženja s tehnologijo Doka in Epic

TEHNOLOGIJA DOKA				
	Opažni sistem	Čas najema	Strošek	%
<b>Strošek delovne sile</b>			<b>21.854,45 €</b>	<b>45,56 %</b>
Temelji	Frami		4.666,79 €	9,73 %
Stene	Framax		13.454,53 €	28,05 %
Plošče	Dokaflex 1-2-4		3.733,13 €	7,78 %
<b>Strošek materiala</b>			<b>25.662,60 €</b>	<b>53,50 %</b>
Temelji	Frami	20 dni	3.218,00 €	6,71 %
Stene	Framax	42 dni	17.926,02 €	37,37 %
Plošče	Dokaflex 1-2-4	38 dni	4.518,58 €	9,42 %
<b>Strošek prevoza</b>			<b>453,60 €</b>	<b>0,95 %</b>
Temelji	Frami		151,20 €	0,32 %
Stene	Framax		151,20 €	0,32 %
Plošče	Dokaflex 1-2-4		151,20 €	0,32 %
<b>SKUPAJ:</b>			<b>47.970,65 €</b>	<b>100 %</b>

TEHNOLOGIJA EPIC				
	Opažni sistem	Čas najema	Strošek	%
<b>Strošek delovne sile</b>			<b>23.826,47 €</b>	<b>44,55 %</b>
Temelji	Epic Eco		4.162,66 €	7,78 %
Stene	Epic Eco		13.719,13 €	25,65 %
Plošče	Epic Eco Sky Speed		5.944,68 €	11,12 %
<b>Strošek materiala</b>			<b>29.150,07 €</b>	<b>54,51 %</b>
Temelji	Epic Eco	11 dni	6.614,26 €	12,37 %
Stene	Epic Eco	33 dni	19.842,77 €	37,10 %
Plošče	Epic Eco Sky Speed	35 dni	2.693,04 €	5,04 %
<b>Strošek prevoza</b>			<b>504,00 €</b>	<b>0,94 %</b>
Temelji	Epic Eco		252,00 €	0,47 %
Stene	Epic Eco		0,00 €	0,00 %
Plošče	Epic Eco Sky Speed		252,00 €	0,47 %
<b>SKUPAJ:</b>			<b>53.480,54 €</b>	<b>100 %</b>

Preglednica 33: Primerjava strukture stroškov obravnavanih izvedb

	DOKA	EPIC	Razlika	%
<b>Strošek delovne sile</b>	<b>21.854,45 €</b>	<b>23.826,47 €</b>	<b>1.972,02 €</b>	<b>9,02 %</b>
Temelji	4.666,79 €	4.162,66 €	-504,13 €	-10,80 %
Stene	13.454,53 €	13.719,13 €	264,60 €	1,97 %
Plošče	3.733,13 €	5.944,68 €	2.211,55 €	59,24 %
<b>Strošek materiala</b>	<b>25.662,60 €</b>	<b>29.150,07 €</b>	<b>3.487,47 €</b>	<b>13,59 %</b>
Temelji	3.218,00 €	6.614,26 €	3.396,26 €	105,54 %
Stene	17.926,02 €	19.842,77 €	1.916,75 €	10,69 %
Plošče	4.518,58 €	2.693,04 €	-1.825,54 €	-40,40 %
<b>Strošek prevoza</b>	<b>453,60 €</b>	<b>504,00 €</b>	<b>50,40 €</b>	<b>11,11 %</b>
Temelji	151,20 €	252,00 €	100,80 €	66,67 %
Stene	151,20 €	0,00 €	-151,20 €	-100,00 %
Plošče	151,20 €	252,00 €	100,80 €	66,67 %
<b>Skupaj:</b>	<b>47.970,65 €</b>	<b>53.480,54 €</b>	<b>5.509,89 €</b>	<b>11,49 %</b>

Preglednica 34: Primerjava stroškov izvedbe posameznih konstrukcijskih elementov

Skupni strošek izvedbe	DOKA	EPIC	Razlika	%
Temelji	8.035,99 €	11.028,92 €	2.992,93 €	37,24 %
Stene	31.531,75 €	33.561,90 €	2.030,15 €	6,44 %
Plošče	8.402,91 €	8.889,72 €	486,81 €	5,79 %
<b>Skupaj:</b>	<b>47.970,65 €</b>	<b>53.480,54 €</b>	<b>5.509,89 €</b>	<b>11,49 %</b>

Če pogledamo dobljene rezultate vidimo, da je izvedba s tehnologijo podjetja Epic dražja in sicer znašajo skupni stroški izvedbe opaženja 53.480,54 €, kar je 11,49 % več kot znašajo skupni stroški izdelave opažev Doka, ki pa znašajo 47.970,65 €. Iz preglednice 33 vidimo, da je največja razlika v strošku najema opažnega materiala, tako v relativnem (13,59%) kot tudi absolutnem smislu (3.487,47 €).

Izkaže se, da je v večini postavk cenovno ugodnejša izvedba z opažno tehnologijo podjetja Doka (preglednici 33 in 34). Prav vsi trije sklopi konstrukcijskih elementov so v celoti ugodnejši z opaži Doka.

Največja razlika je pri izvedbi opaža temeljev, znaša pa 2.992,93 € oziroma 37,24 % celotne vrednosti, kar je precejšnja razlika. Če pogledamo strukturo te razlike vidimo, da je strošek za delovno silo sicer pri izvedbi temeljev z opaži Epic manjši kot pri Doki, vendar je najem

opažnega materiala dražji za več kot 100 % in sicer 3.396,26 €. Razloga za tako veliko razliko v strošku materiala sta dva. Prvi je boljša optimizacija izvedbe pri sistemu Doka, kjer sem lahko s programsko opremo dosegel boljši izkoristek naročenega opažnega materiala. Na ta račun smo pri izvedbi doka prihranili 1.334,20 €. Preostalo razliko približno 2.000,00 €, pa gre pripisati prevelikemu naročilu opažnega materiala za opaženje temeljev, ker smo naročilo združili z opažnim materialom za opaženje sten. Prihranek, ki smo ga dosegli s skupnim naročilom opaža na račun manjših stroškov prevoza znašajo 252,00 €, kar je mnogo manj od 2.000,00 €, to pa pomeni, da bi bilo smotrno material za opaževanje temeljev naročiti posebej.

Izvedba sten je prav tako dražja pri podjetju Epic, in sicer znaša razlika 2.030,15 €, kar pa pri celotnem naročilu znaša 6,44% vrednosti. Razlika ni tako velika kot pri temeljih, vidimo da največja razlika nastane pri materialnih stroških in sicer 1.916,75 €. Razlog za to je zopet v boljši optimizaciji izvedbe opaženja in pa ugodnejšem sistemskem rastru opažev pri podjetju Doka, ki ima večji nabor elementov različnih dimenzij kot podjetje Epic. Stroški delovne sile so le za 1,97 % večji pri izvedbi z opaži Epic, kar je zelo primerljivo. Razlika v strošku prevoza (100,80 €) pa zopet ni bistvena glede na celoten strošek izvedbe opaženja sten.

Tudi opaženje plošč se izkaže kot najcenejše pri podjetju Doka. Tu pa pride do zanimive razlike v stroških. Strošek najema opažnega materiala je pri opaženju z opaži Epic cenejše za 1.825,54 €, kar je 40,40 % ceneje kot pri opažih Doka. Očitno so plastični opažni elementi in podporni nosilci za izvedbo plošč podjetja Epic mnogo ugodnejši kot pa primerljivi leseni elementi podjetja Doka. Vendar pa je očitno rokovanje s plastičnimi opaži bolj zapleteno in zamudno, saj normativi predvidevajo mnogo večjo porabo delovnega časa za njihovo izvedbo. Razlika v strošku delovne sile tako znaša 2.211,55 € oziroma kar 59,24 % v korist izvedbe z opaži Doka. Razlika v strošku transporta (100,80 €) je zopet zanemarljiva v primerjavi s celotnim stroškom. Skupna razlika v strošku izvedbe znaša tako 486,81 € oziroma 5,79 % celotne vrednosti.

## 10 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi sem se dodobra spoznal z opažno tehnologijo, ki je na voljo. Glavna funkcija opaža je zagotoviti betonu oporo, da lahko formira željeno obliko. Opaž je potrebno izvesti kvalitetno in temeljito, saj vsak nekvalitetno izvedeni opaž morda kasneje pomeni strošek, ki lahko preseže celotno vrednost opaženja.

Pri izvedbi je potrebno uporabiti takšne opaže, ki kar najbolje zadostijo zahtevam projekta. Nabor opažne tehnologije, ki je na voljo na tržišču je resnično bogat. Zato je uporaba neprimernih opažev zaradi nepoznavanja področja ali pa napačna uporaba lahko finančno zelo obremenjujoča za realizacijo projekta.

V diplomski nalogi sem zato na primeru poslovno-skladiščnega objekta skušal z uporabo komercialnih opažnih sistemov, kar najbolje tehnološko razdelati izvedbo opaženja. Pri tem sem skušal čim boljše upoštevati vse specifične zahteve objekta in kvalitete, ki jih ponujajo komercialni opažni sistemi.

Pri izvedbi naloge sem spoznal, kakšno moč pri kvalitetni in ekonomični izvedbi predstavlja tudi programska oprema, ki je točno prilagojena specifični problematiki, kar izvedba opažev nedvomno je. Programska oprema, ki jo nudi podjetje Doka, je v fazi načrtovanja tehnološke izvedbe resnično nepogrešljiv pripomoček in je prav gotovo vsaj toliko pomembna, kot samo rokovanje z opaži na gradbišču. V nalogi sem pokazal, kako enostavno je s pomočjo takšne opreme izvesti optimizacijo izvedbe kar v končni fazi pomeni ekonomično izvedbo in pa uspeh projekta. Prav tako je programska oprema lahko uporabna v fazi spremljanja projekta saj omogoča preverjanje posameznih količin in hitro prilagajanje morebitnim spremembam.

Na drugi strani pa sem pri izvedbi z opažno tehnologijo Epic videl kako težko je izvajati kakršno koli optimizacijo ali pa vnašati spremembe, če takšne podpore ni na voljo. Posledica tega je večja poraba resursov in slabši finančni rezultat projekta.

Pokazal sem tudi, da je za en problem vedno možnih več rešitev, ki pa so lahko boljše ali pa slabše. V tem konkretnem primeru se je po izvedeni stroškovni analizi, kot ekonomičnejša izkazala izvedba z opaži podjetja Doka. Največji razlog za to je v boljši izvedbi tehnoloških

načrtov, ki so posledica boljše programske opreme, ki sem jo imel na voljo za tehnologijo Doka. To pa ne pomeni, da ima izvedba z opaži Doka same prednosti v primerjavi z opaži Doka. Pri predvideni rešitvi je prednost izvedbe Epic v krajšem času izvedbe, ki je posledica manjše razdelitve na faze. S pomočjo angažiranja večjega števila delavcev je tako mogoče doseči hitrejšo izvedbo, če je faktor časa pomembnejši od stroškov. Pri tem je potrebno vedeti, da je bila pri postopku določanja stroškov upoštevana vrsta predpostavk, za katere ni nujno, da povsem držijo. Normativi, ki sem jih dobil v podjetjih so rezultat lastne kontrole in so najboljši približek dejanskemu stanju, ki sem ga lahko upošteval. Zanimiva ugotovitev je tudi ta, da stroški transporta niso bistveni faktor pri celotnem strošku. Izkaže se, da je bolj ekonomično posamezne faze opaženja dobro preučiti in optimizirati izvedbo in naročiti material le za posamezno fazo, kot pa izvajati skupna naročila, kjer velika količina opaža stoji neizkoriščena.

Pri dejanski izvedbi bi lahko bila cena zaradi morebitnih rabatov in popustov precej drugačna, vendar je to stvar posameznih podjetij in njihove prakse. Prav tako je vnaprej nemogoče predvideti vse vplive, tako da je za uspešno vodenje projektov ključno izvajati pokalkulacije in preverjati v kakšni meri predpostavke, ki smo jih uporabili držijo. Le na ta način lahko za bodoče projekte dobro ocenimo stroške, ki bodo nastali v toku projekta.



## **VIRI**

### **Uporabljeni viri**

Arch, A. 2002. Design and Construction of Concrete Formwork, Purdue University: str. 1-3

Doka opažni katalog. 2008. Doka Industrie GmbH: str. 6.

Dokaflex 1-2-4. Anwenderinformation 05/2005. Doka Industrie GmbH.

Doka Calculation Guide 05/2005. Doka Industrie GmbH: str. 40-41.

Epic Eco kompozitni steklovlakneni opažni sistem, opažni katalog. 2009. Postojna, Epic d.o.o. Slovenija: str. 3-74.

Faresin 3000/S100, opažni katalog. 2005. Breganze, Faresin Building Division Spa: str. 1-20.

GNG Gradbene norme GIPOSS, 1984. Ljubljana, četrta izdaja: str. 32, 99 – 111.

Hadžić, R.H. 2008. Tehnologija izvođenja oplata, skela i lansirnih konstruktivnih sistema. Sarajevo, Građevinski fakultet u Sarajevu: str. 9-102.

Pšunder, M. 2008. Ekonomika gradbene proizvodnje. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo: str. 7, 61-76.

Pšunder, M. 2009. Operativno planiranje. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo: str. 25-27.

Rozman, R., Stare, A., 2008. Projektni management ali ravnateljstvo projekta. Ljubljana, Ekonomska fakulteta v Ljubljani: str. 103-105.

Žitnik, J., Žitnik, D., Berdajs, A., Gruden, T., Jurček, R., Slokan, I., Petek, I., mag. Jereb, S., Smolej, B., Štembal Capuder, M., Galonja, S., 2008. Gradbeniški priročnik. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: str. 265 – 329, 667 – 670.

## **Elektronski viri**

Aluma Systems,

<http://www.beis.com> (4.1.2011)

CH SGD,

[http://www.ch-sgd.si/cenik\\_prevoza.html](http://www.ch-sgd.si/cenik_prevoza.html) (28.3.2011)

Doka,

<http://www.doka.com> (3.1.2011)

Epic,

<http://www.epic.si> (24.1.2011)

EpicEco,

<http://www.epiceco.com> (23.1.2011)

Katedra za metalne konstrukcije UL FGG,

<http://www.fgg.uni-lj.si/kmk/> (9.1.2011)

Lip Bled,

<http://www.lip-bled.si> (3.1.2011)

Mesa,

<http://www.mesaimalat.com> (4.1.2011)

Meva,

<http://www.meva-international.com> (3.1.2011)

Peri,

<http://www.peri.de> (5.1.2011)

SLONEP,

<http://www.slonep.net/gradnja/gradbeni-materiali/beton-2565> (19.12.2010)

Wikipedia, insulated concrete form,

[http://en.wikipedia.org/wiki/Insulated\\_concrete\\_form](http://en.wikipedia.org/wiki/Insulated_concrete_form) (9.1.2011)

Zulin,

<http://www.zulinform.cn> (3.1.2011)

Žurbi Team,

<http://www.zurbiteam.si> (7.1.2011)

## **Pravilniki in standardi**

Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov, 6. člen, UL RS št.101/2005.

Pravilnik o tehničnih normativih za beton in armirani beton, 248. člen, UL SFRJ št.11/XLIII:  
str. 349.

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o cenah in normativih za določanje cen  
gradbenih del za popotresno obnovo objektov, 3. Člen, UL RS št.83/2007.

SIST EN 1065:2000. Standard za jeklene podpornike.

SIST EN 13670:2010. Izvajanje betonskih konstrukcij; str. 15-20 in 45-46.

SIST EN 1991-2-6:1999. Vplivi med gradnjo.

SIST EN 1992-1-1. Projektiranje betonskih konstrukcij.

SIST EN 1995-1-1: 2007. Projektiranje lesenih konstrukcij.

SIST EN 338:2010. Konstrukcijski les – Trdnostni razredi.

## **Ostali viri**

Bohinc, R., Gričar, J., Ivanko, Š., Kavčič, B., Lipičnik, B., Možina, S., Pučko, D., Repovž, L., Rus, V., Tavčar, M., Vahčič, A., Vizjak, A. 1994. Management. Ljubljana, Didakta: str. 276 – 297.

Fleming, E. 2005. Construction technology, Blackwell Publishing Ltd: str. 325 – 328.

Jongbloed, J., Schuurmans, A., Eymael, M. 2008, State of the art on concrete, RSE 080 (ICIP): str. 11–19.

Saje, F. 2003. Učbenik za predmet Masivne konstrukcije I v 3. Letniku študija gradbeništva: str. 7 – 16.

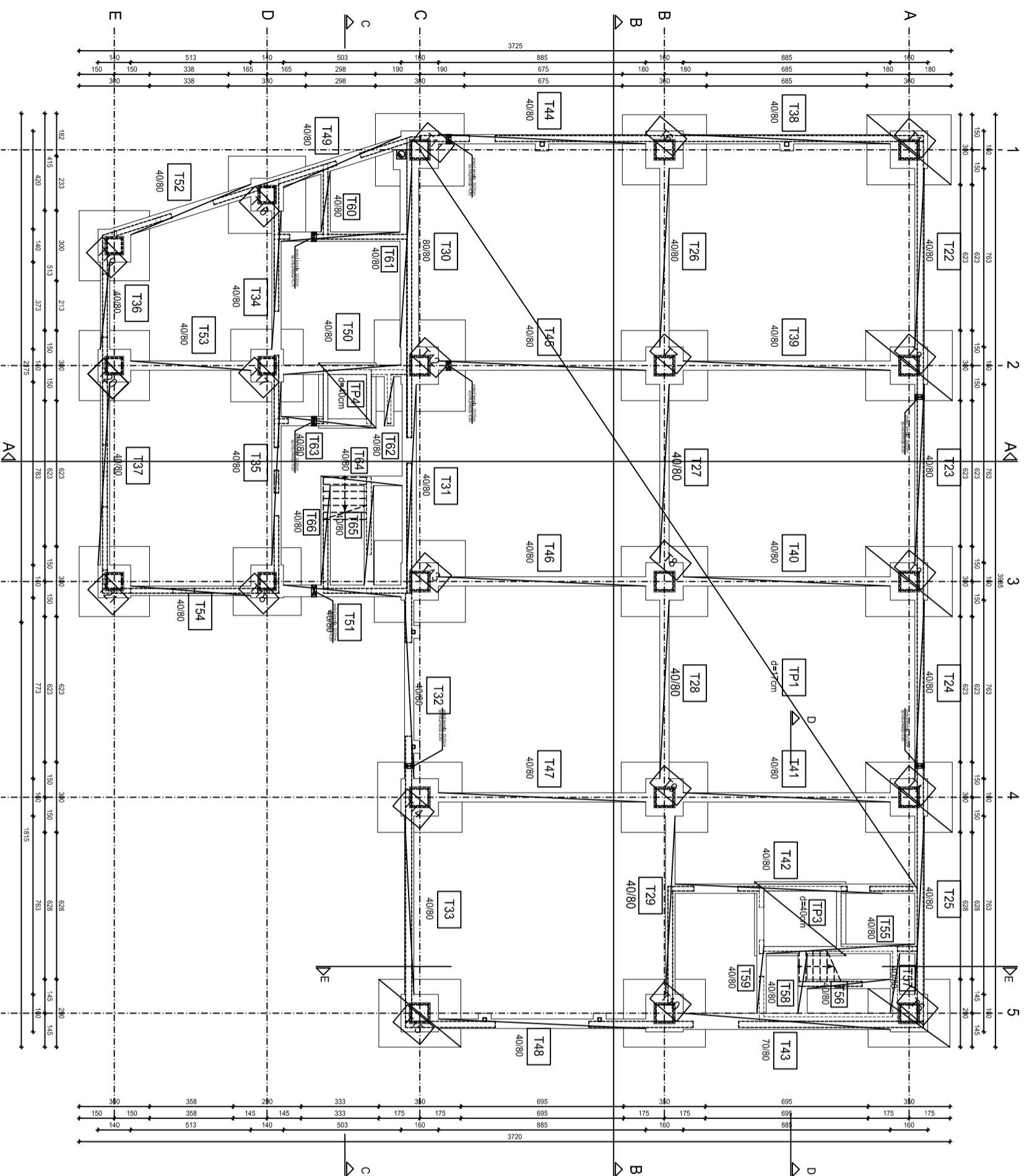
Wadell, J. J., Dobrowolski, J. A. 1993. Concrete construction handbook, McGraw-Hill, Inc.: str. 14.3 – 15.24.

## **PRILOGE**

<b>1.</b>	<b>Priloga A: Načrti objekta</b>
<b>2.</b>	<b>Priloga B: Načrti opaženja po sistemu DOKA</b>
<b>3.</b>	<b>Priloga C: Načrti opaženja po sistemu EPIC</b>

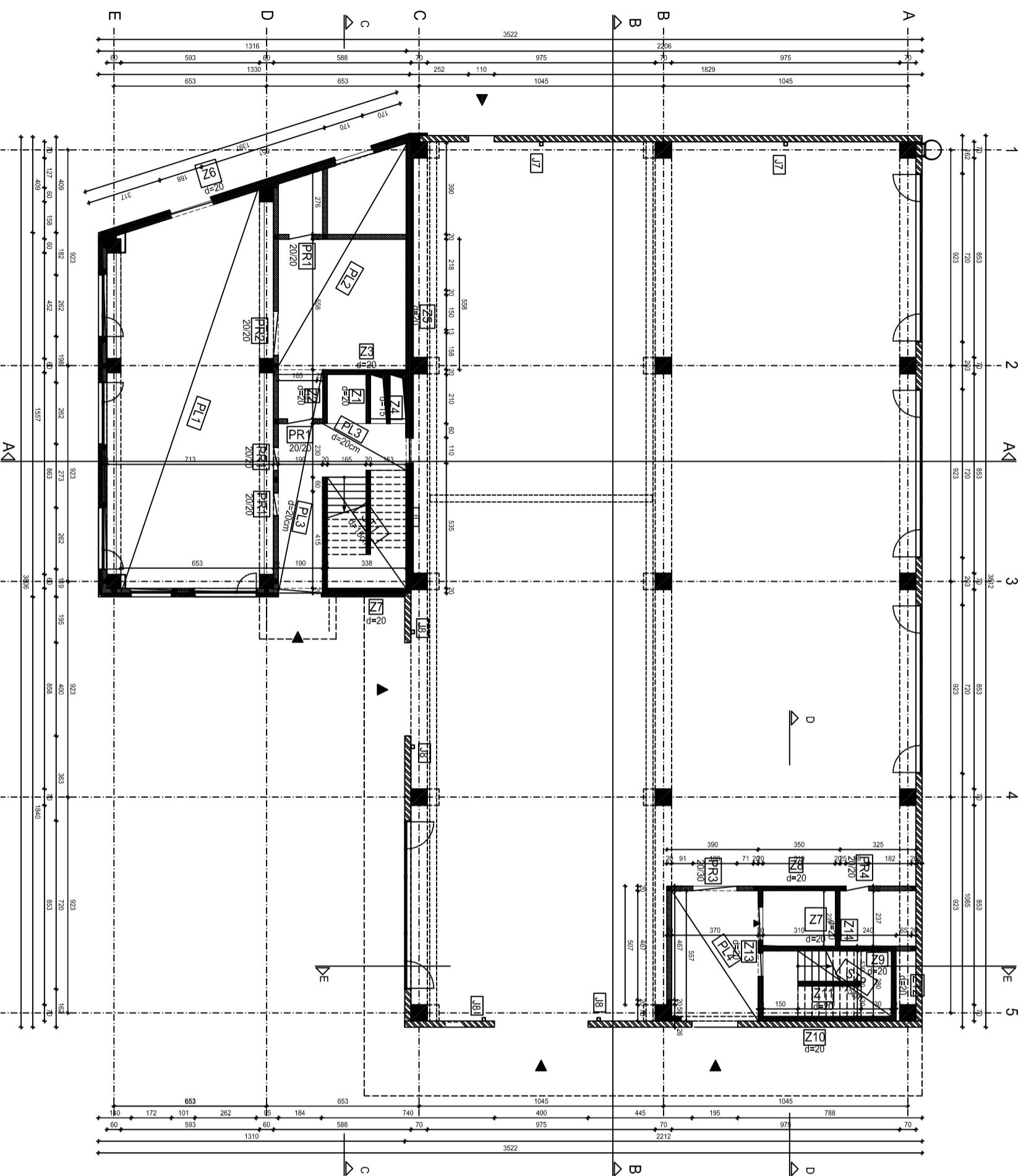
## Priloga A: Načrti objekta

	<b>Načrt</b>	<b>Merilo</b>	<b>Format</b>
1.	Tloris temeljev	1:200	A3
2.	Tloris pritličja	1:200	A3
3.	Tloris 1. nadstropja	1:200	A3
4.	Tloris 2. nadstropja	1:200	A3
5.	Prereza A-A in C-C	1:200	A3
6.	Prereza D-D in E-E	1:200	A4



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI  
POZICIJSKI NAČRT

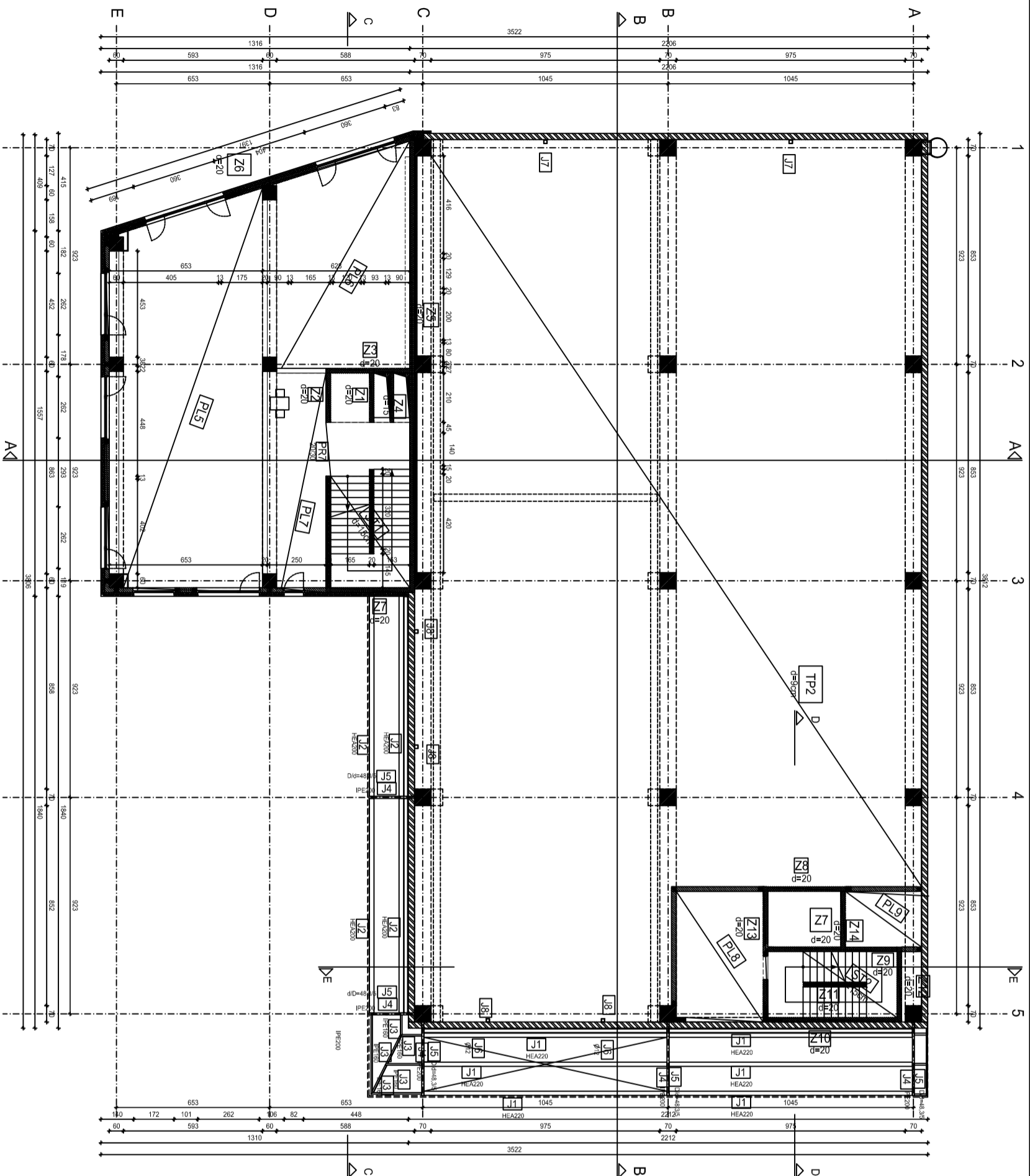
naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek: Aleš Pančur
naslov risbe: Toris temeljev	fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo: 1:200	univerza: Univerza v Ljubljani
št. risbe: 1	študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI  
 POZICIJSKI NAČRT

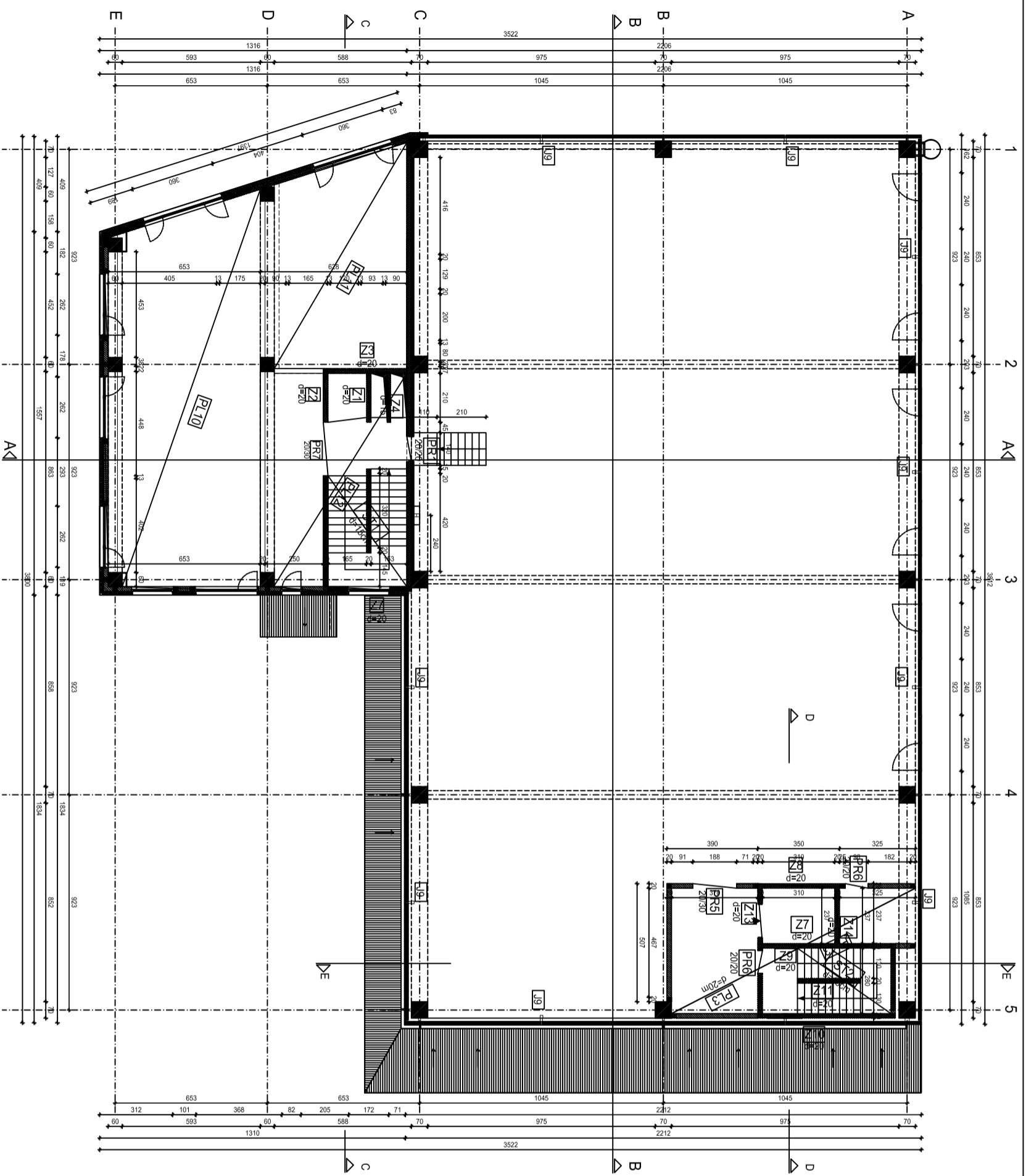
naziv objekta:	Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Toris pritličja	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:200	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	2	študij:	Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer





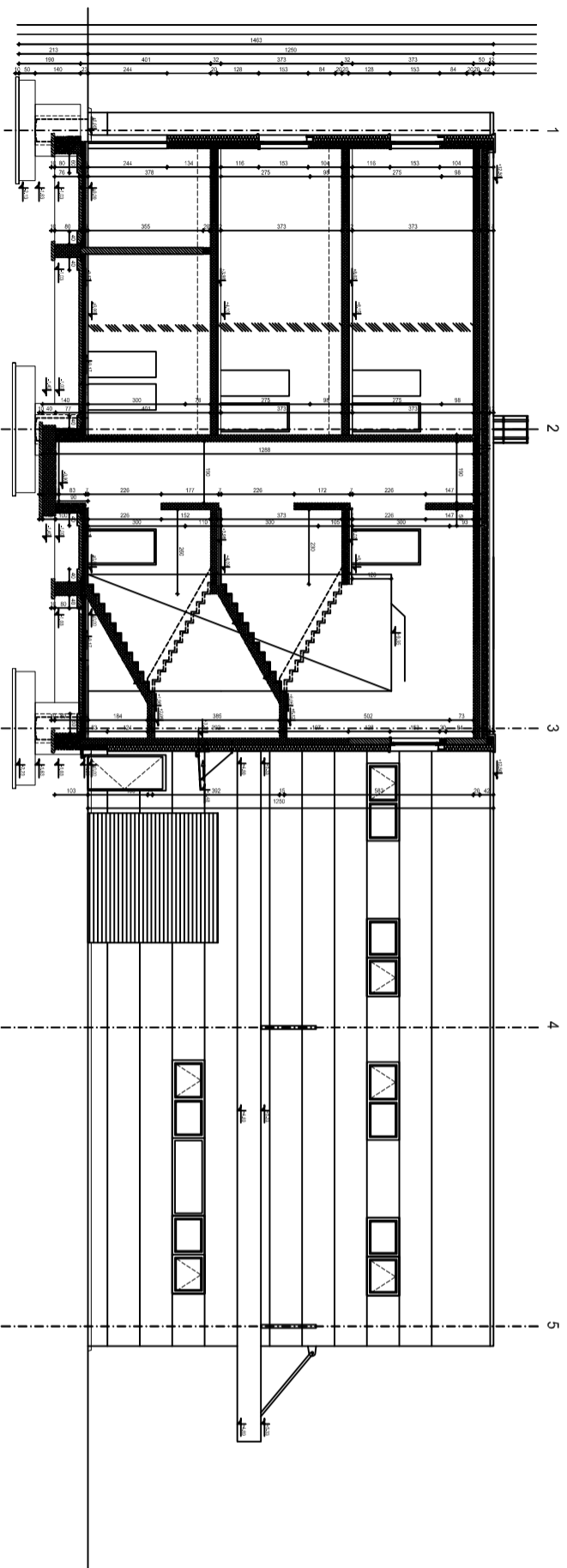
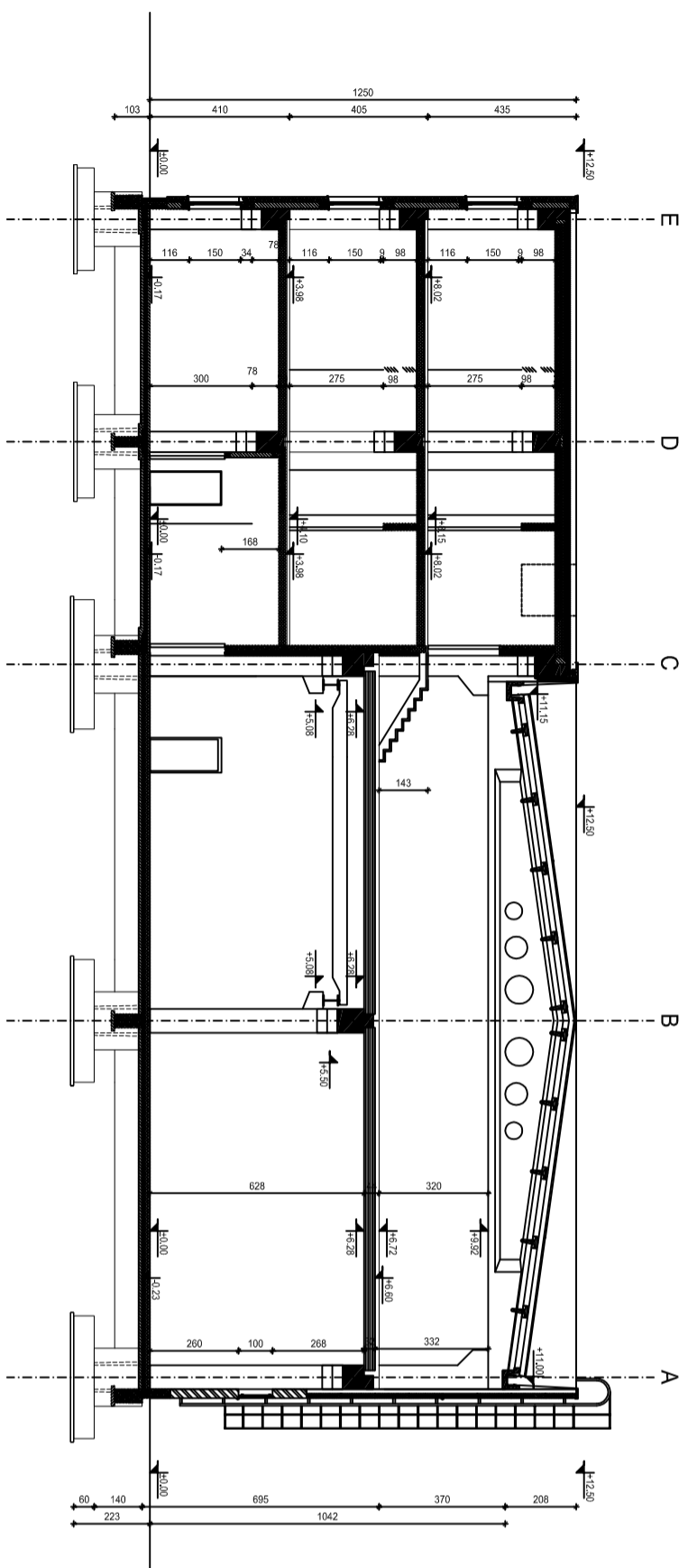
**NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI**  
**POZICIJSKI NAČRT**

naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6 naslov risbe: Toris 1.nadstropja merilo: 1:200 št. risbe: 3	ime in priimek: Aleš Pančur fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo univerza: Univerza v Ljubljani študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer
--	---



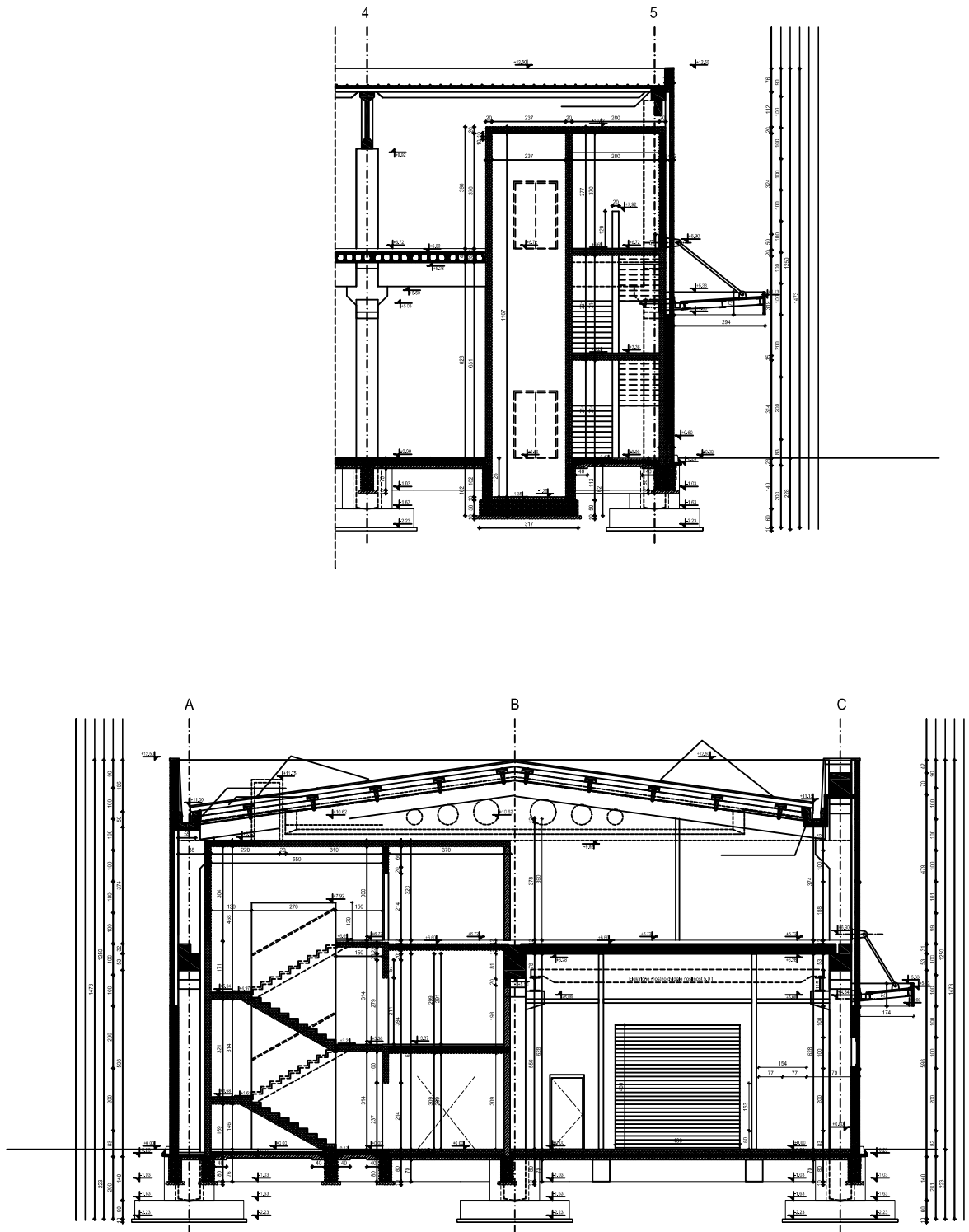
**NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI**  
**–POZICIJSKI NAČRT**

naziv objekta:	Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Tloris 2. nadstropja	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:200	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	4	študij:	Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI  
POZICIJSKI NAČRT

naziv objekta:	Poslovno skladiščni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Prerez A-A, Prerez C-C	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:200	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	5	študij:	Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer

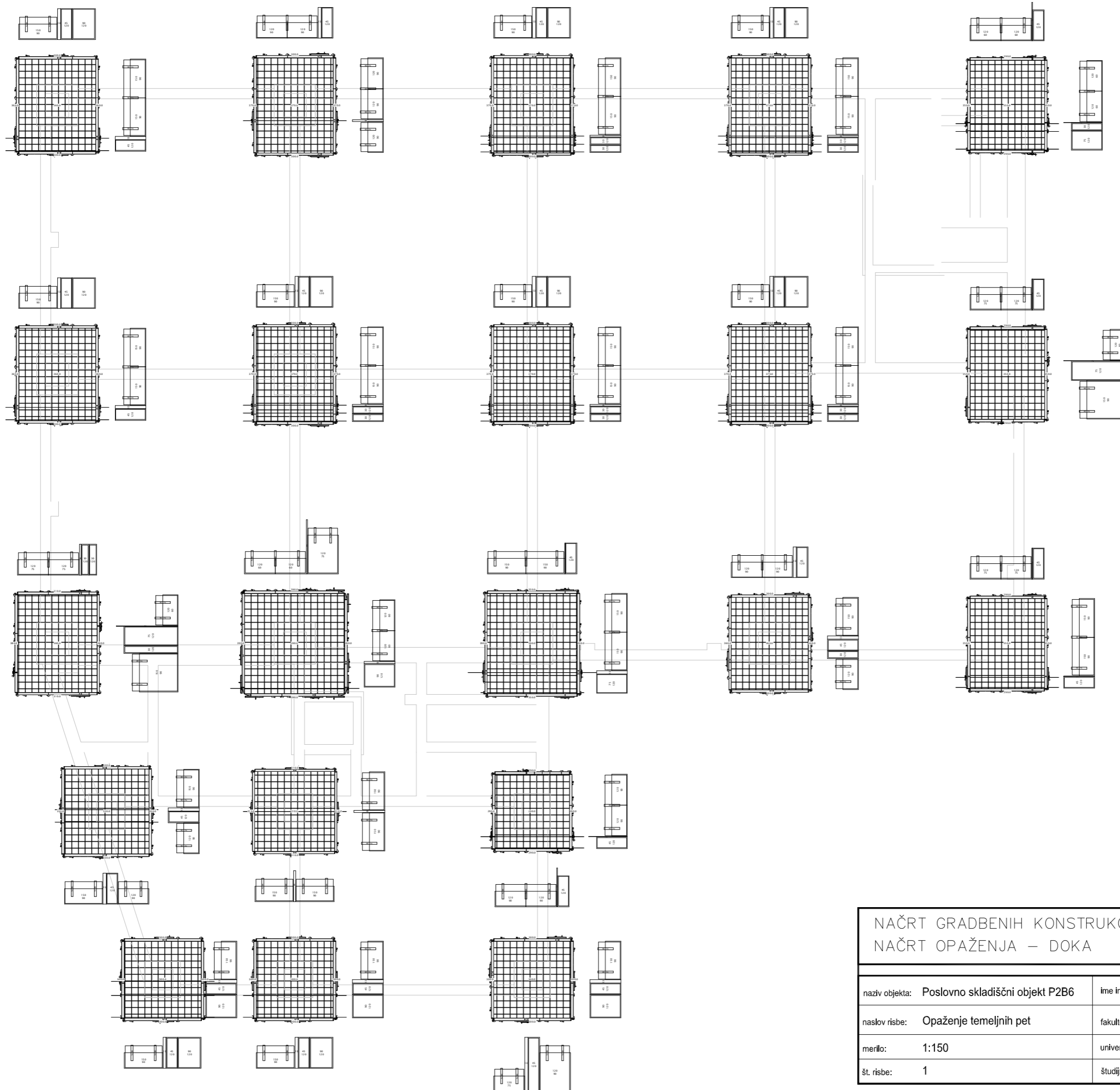


NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI  
POZICIJSKI NAČRT

naziv objekta: Poslovno skladiščni objekt P2B6	ime in priimek: Aleš Pančur
naslov risbe: Prez D-D, Prez E-E	fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo: 1:200	univerza: Univerza v Ljubljani
št. risbe: 6	študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer

## **Priloga B: Načrti opaženja po sistemu DOKA**

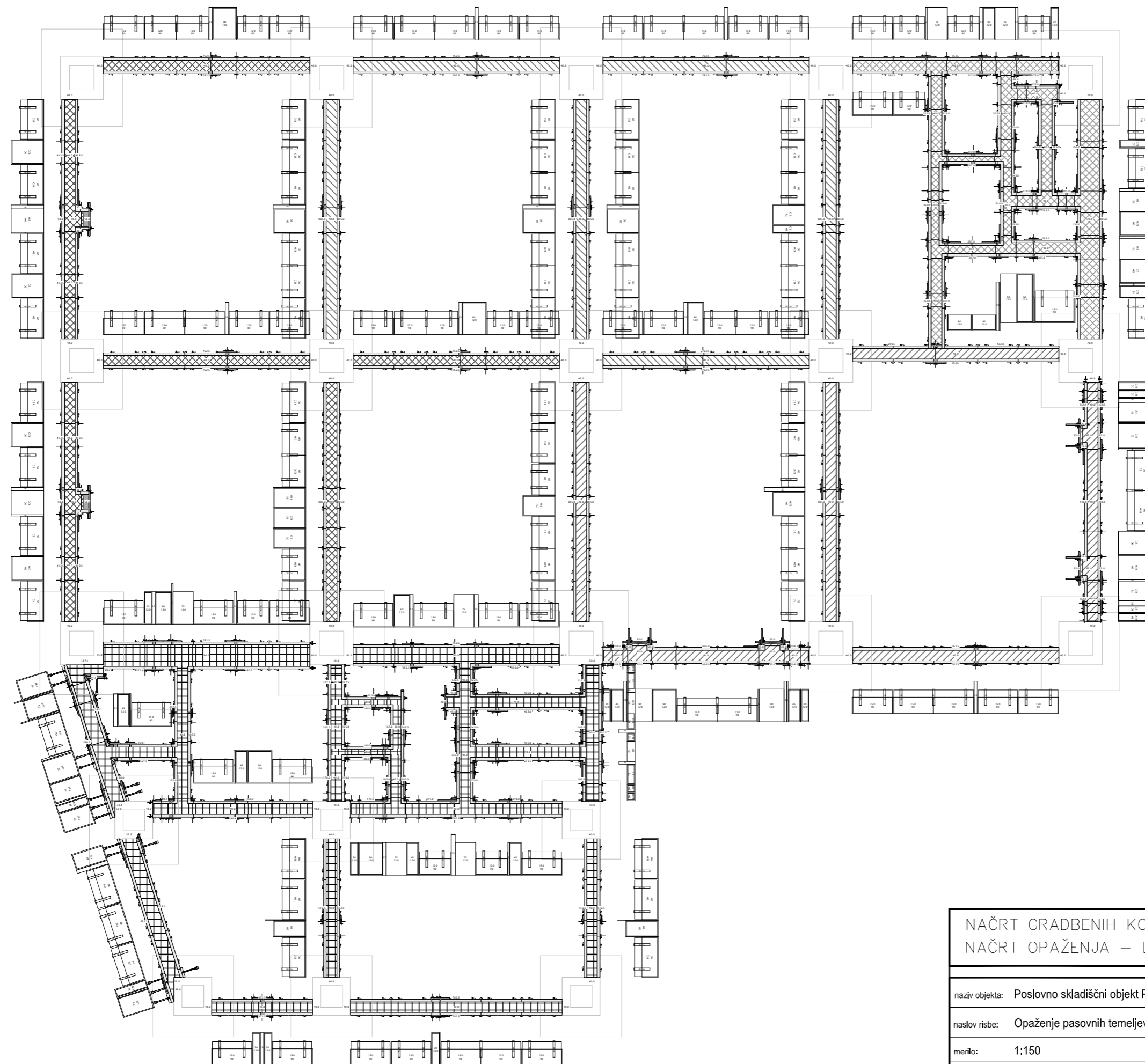
	<b>Načrt</b>	<b>Merilo</b>	<b>Format</b>
1.	Opaženje temeljnih pet - DOKA	1:150	A3
2.	Opaženje pasovnih temeljev - DOKA	1:150	A3
3.	Opaženje parapetne stene- DOKA	1:150	A3
4.	Opaženje sten v poslovnem delu - DOKA	1:75	A3
5.	Opaženje sten v skladiščnem delu - DOKA	1:75	A4
6.	Opaženje plošč prve etaže v poslovnem delu - DOKA	1:75	A3
7.	Opaženje plošč prve etaže v skladiščnem delu - DOKA	1:75	A4
8.	Opaženje plošč druge etaže v skladiščnem delu - DOKA	1:75	A4
9.	Opaženje krovnih plošč v poslovnem delu - DOKA	1:75	A3
10.	Opaženja krovnih plošč v skladiščnem delu - DOKA	1:75	A4



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ  
 NAČRT OPAŽENJA – DOKA



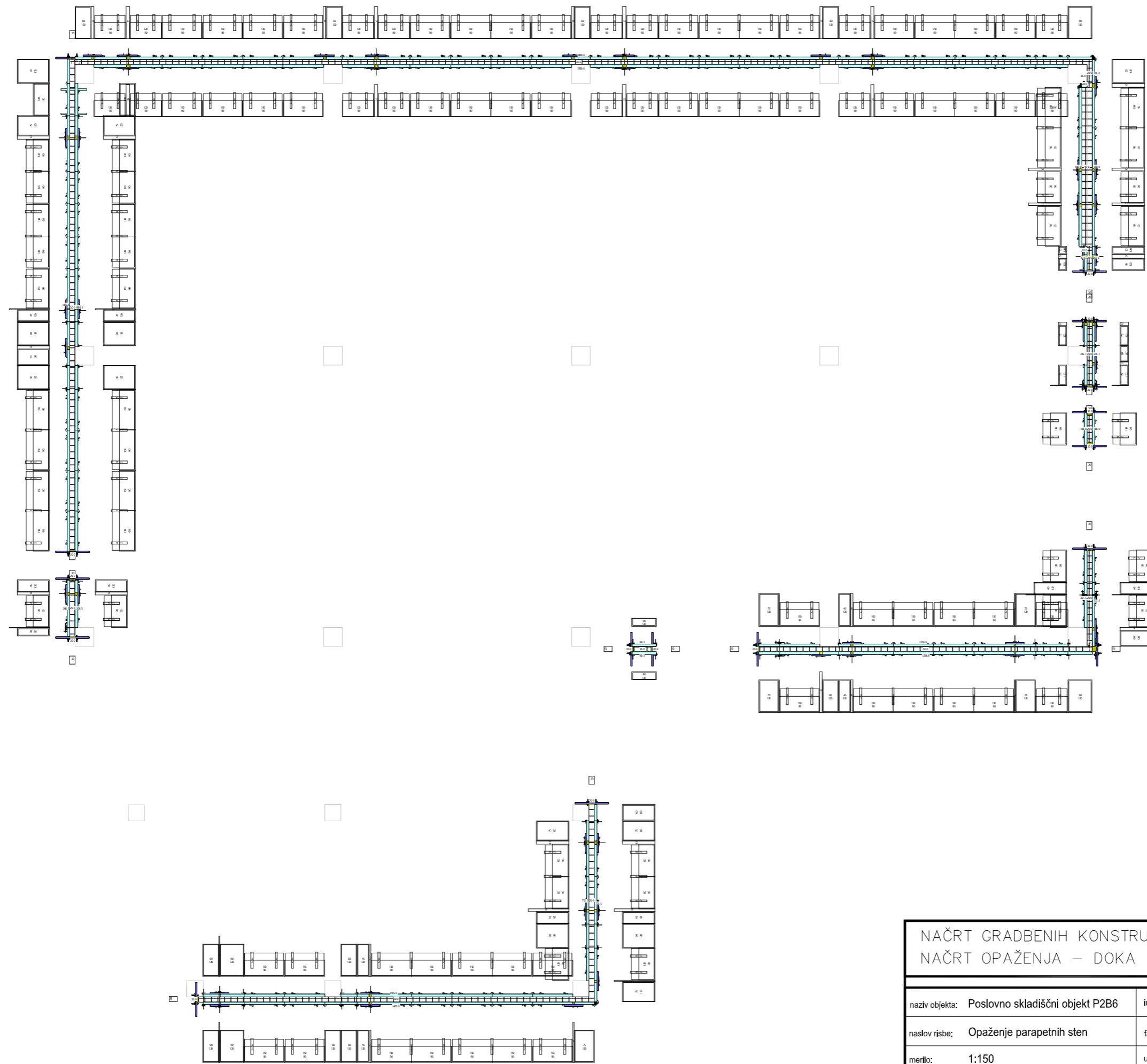
naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek: Aleš Pančur
naslov risbe: Opaženje temeljnih pet	fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo: 1:150	univerza: Univerza v Ljubljani
št. risbe: 1	študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ  
 NAČRT OPAŽENJA – DOKA



naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek: Aleš Pančur
naslov risbe: Opaženje pasovnih temeljev	fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo: 1:150	univerza: Univerza v Ljubljani
št. risbe: 2	študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer

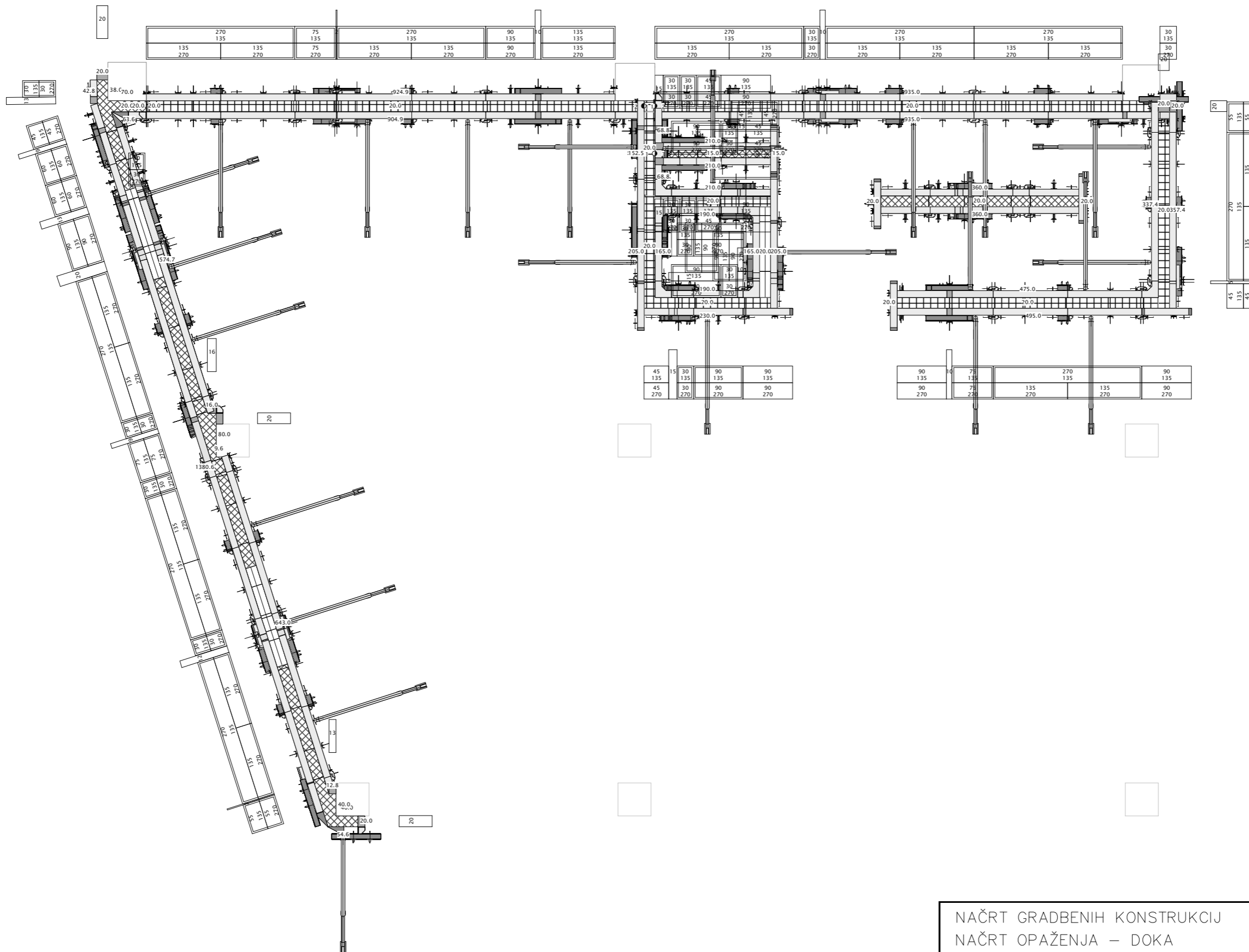


NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ  
 NAČRT OPAŽENJA – DOKA



naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek: Aleš Pančur
naslov risbe: Opaženje parapetnih sten	fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo: 1:150	univerza: Univerza v Ljubljani
št. risbe: 3	študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer

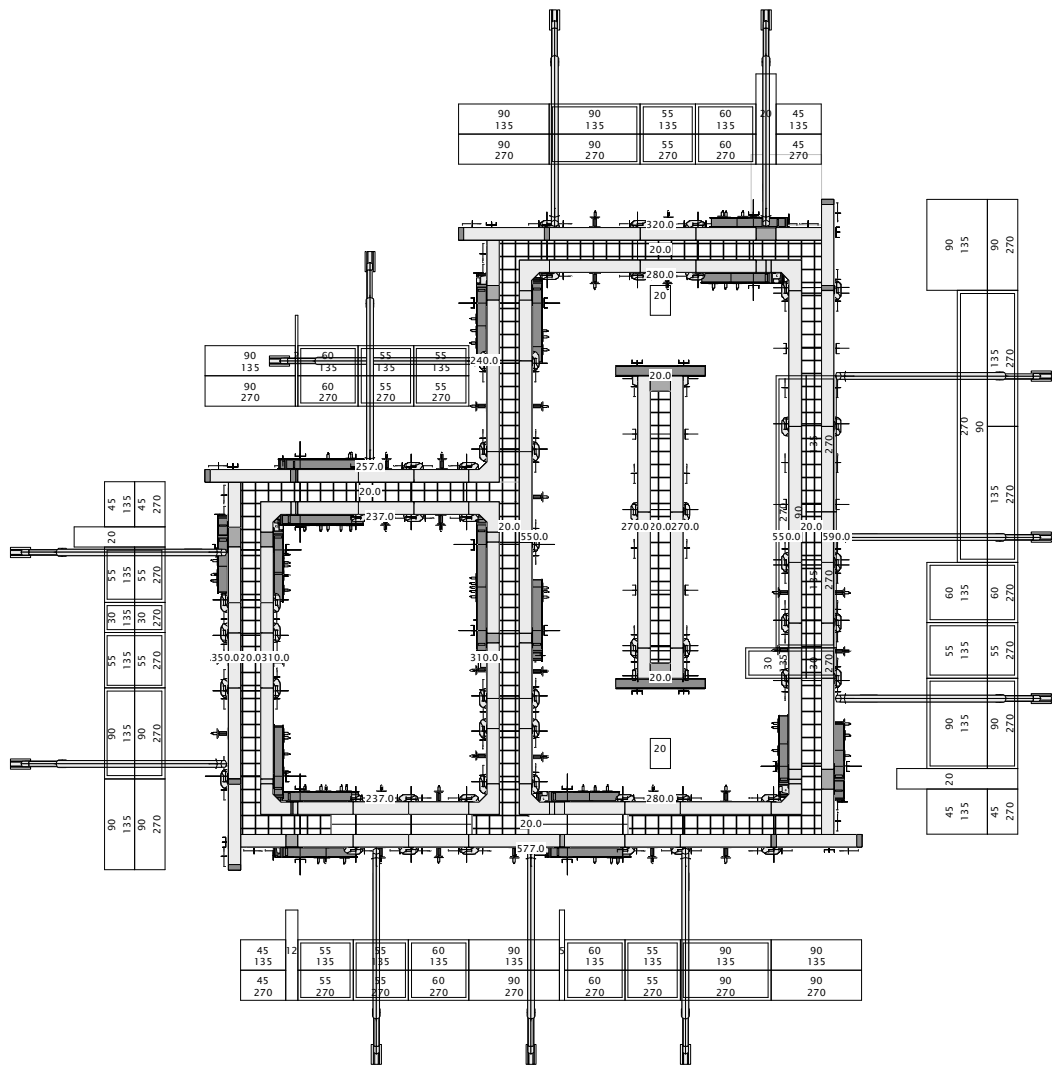




NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ  
NAČRT OPAŽENJA – DOKA



naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek: Aleš Pančur
naslov risbe: Opaženje sten v poslovnem delu	fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo: 1:75	univerza: Univerza v Ljubljani
št. risbe: 4	študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ  
 NAČRT OPAŽENJA – DOKA



naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6

ime in priimek: Aleš Pančur

naslov risbe: Opaženje sten v skladiščnem delu

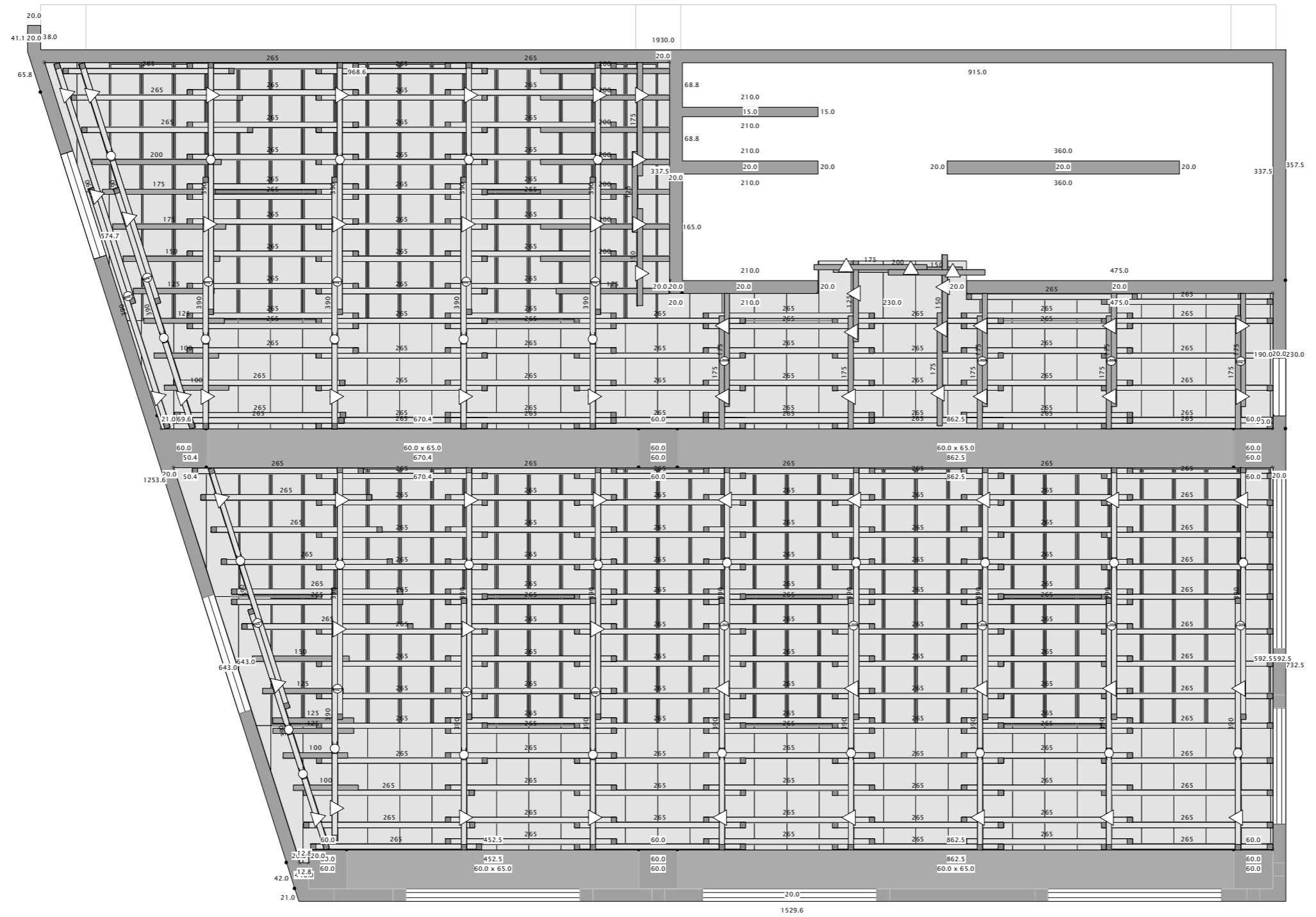
fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

merilo: 1:75

univerza: Univerza v Ljubljani

št. risbe: 5

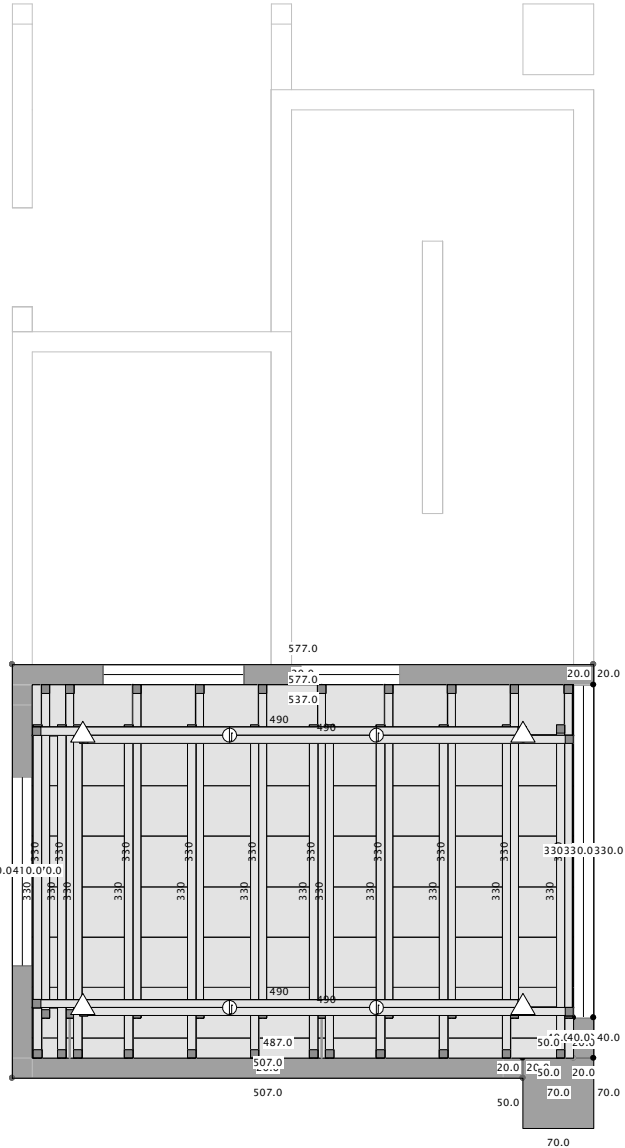
študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ  
 NAČRT OPAŽENJA – DOKA



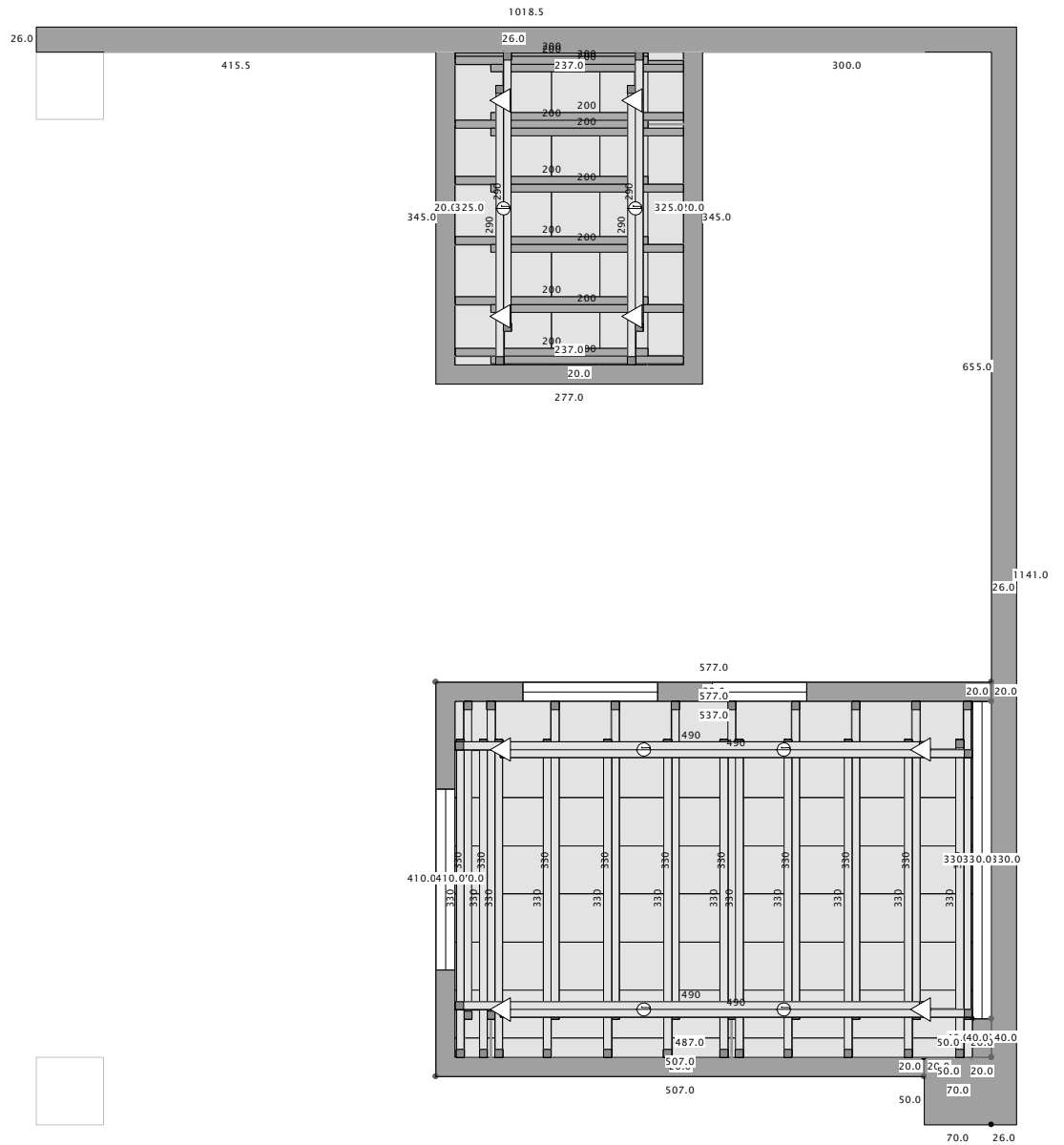
naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6 naslov risbe: Opaženje plošč prve etaže v poslovnem delu merilo: 1:75 št. risbe: 6	ime in priimek: Aleš Pančur fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo univerza: Univerza v Ljubljani študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer
---	---



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ  
NAČRT OPAŽENJA – DOKA



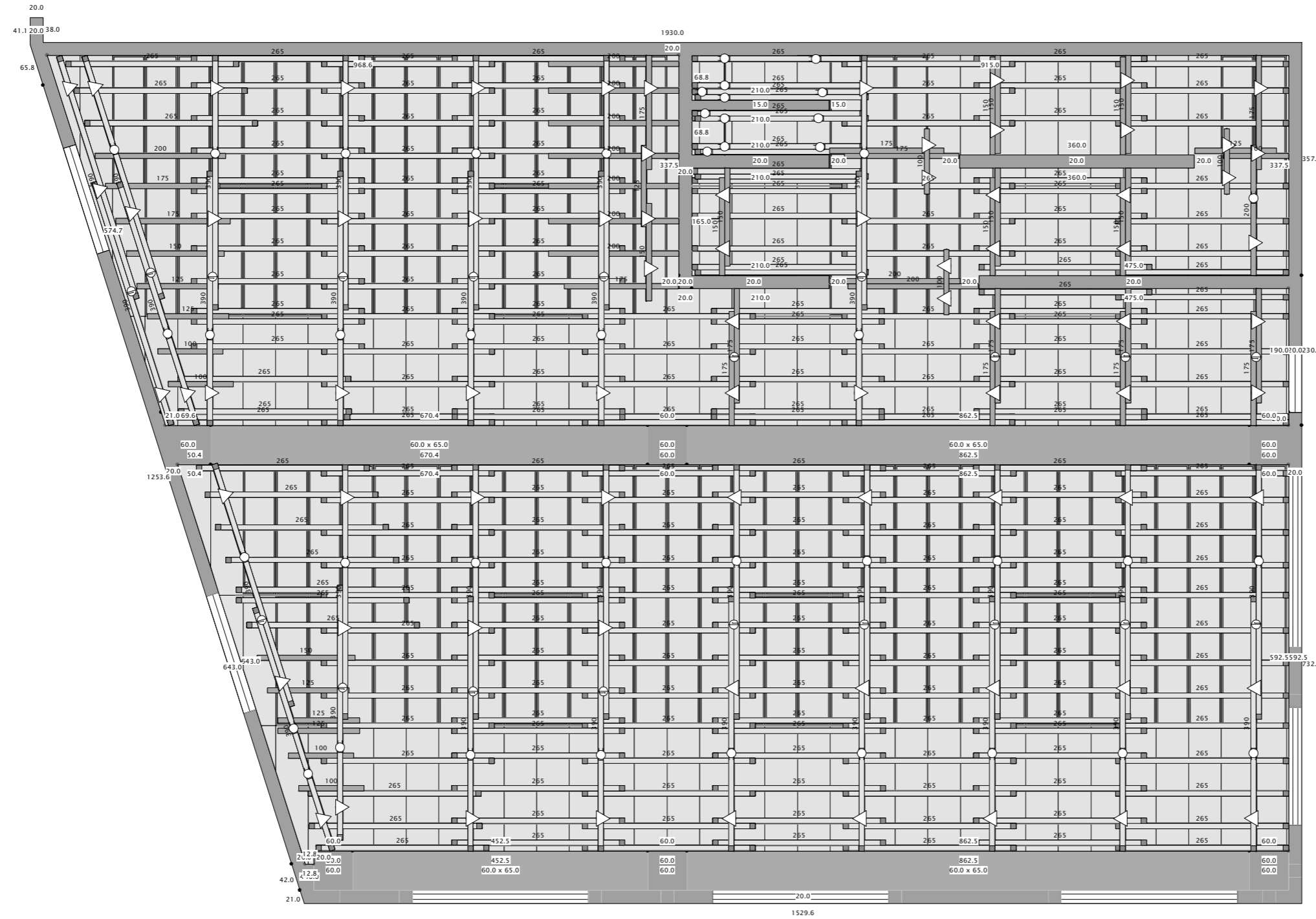
naziv objekta:	Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Opaženje plošč prve etaže v skladiščnem delu	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:75	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	7	študij:	Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ  
NAČRT OPAŽENJA – DOKA

**doka**

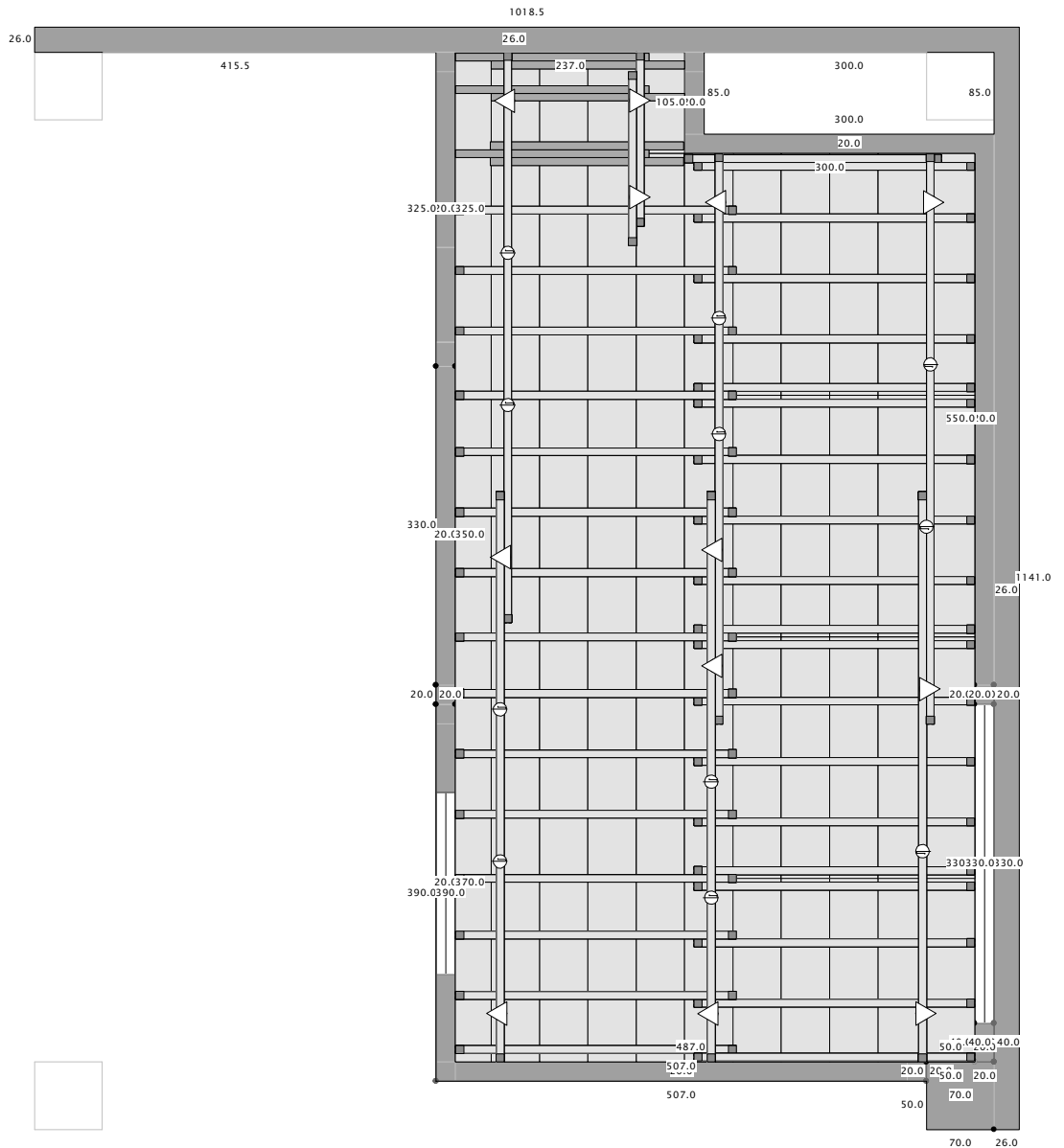
naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek: Aleš Pančur
naslov risbe: Opaženje plošč druge etaže v skladiščnem delu	fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo: 1:75	univerza: Univerza v Ljubljani
št. risbe: 8	študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ  
NAČRT OPAŽENJA – DOKA



naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek: Aleš Pančur
naslov risbe: Opaženje krovnih plošč v poslovnem delu	fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo: 1:75	univerza: Univerza v Ljubljani
št. risbe: 9	študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer



NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ  
NAČRT OPAŽENJA – DOKA

**doka**

naziv objekta: Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek: Aleš Pančur
naslov risbe: Opaženje krovnih plošč v skladiščnem delu	fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo: 1:75	univerza: Univerza v Ljubljani
št. risbe: 10	študij: Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer

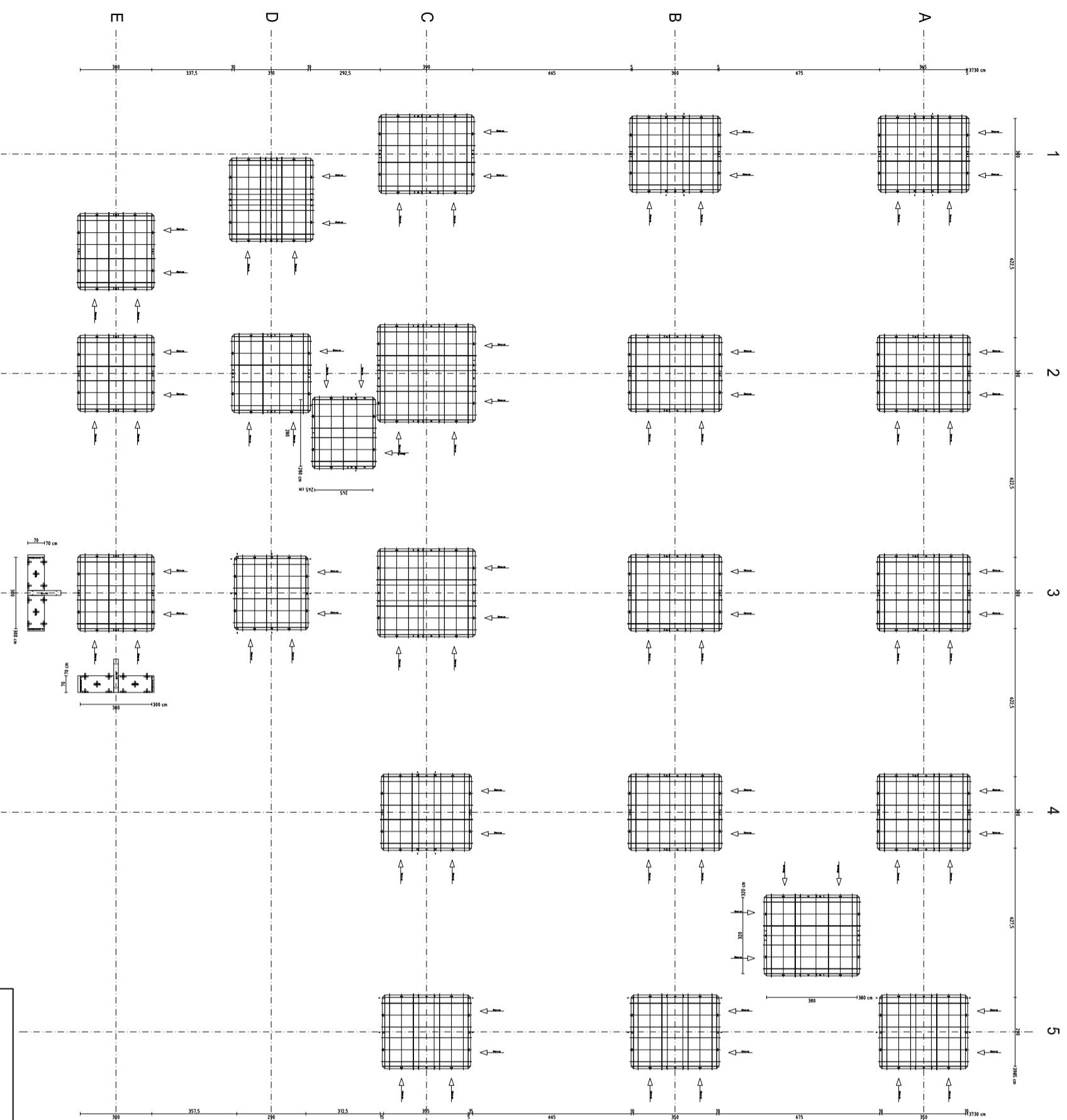
## Priloga C: Načrti opaženja po sistemu EPIC

	<b>Načrt</b>	<b>Merilo</b>	<b>Format</b>
1.	Opaženje temeljnih pet - EPIC	1:200	A3
2.	Opaženje pasovnih temeljev - EPIC	1:200	A3
3.	Opaženje parapetne stene - EPIC	1:200	A3
4.	Opaženje sten - EPIC	1:200	A3
5.	Opaženje plošč v prvi etaži - EPIC	1:200	A3
6.	Opaženje plošč v drugi etaži - EPIC	1:200	A3
7.	Opaženje krovnih plošč - EPIC	1:200	A3



# Popis materiala:

Code	Description	Number	Element surface	Total form surface
62001	Piece Eco 70 x 14,0	182	0,98	178,36
62003	Piece Eco 50 x 14,0	4	0,70	2,80
62005	Piece Eco 4,0 x 14,0	8	0,56	4,48
62009	Piece Eco 20 x 14,0	4,2	0,28	11,76
62013	Piece Eco 70 x 70	38	0,49	18,62
62017	Piece Eco 30 x 70	4	0,21	2,52
62055	Comp. Piece 5x70	34	0,035	1,19
62020	Angle 70	92	0,14	12,88
62030	Pivot	688	0	0
62031	2 Holes Pivot	68	0	0
62201	Nut Plate DIW D15 B6	648	0	0
62210	Nut Plate DIW D15 H5	364	0	0
62034	3 Flanges Crosspiece	648	0	0
62033	4 Flanges Crosspiece	648	0	0
62032	Wedge	756	0	0
71040	Washer For Angle 70	368	0	0
62200	Wedge Extractor	3	0	0
69000	Cover For Angle 70	92	0	0

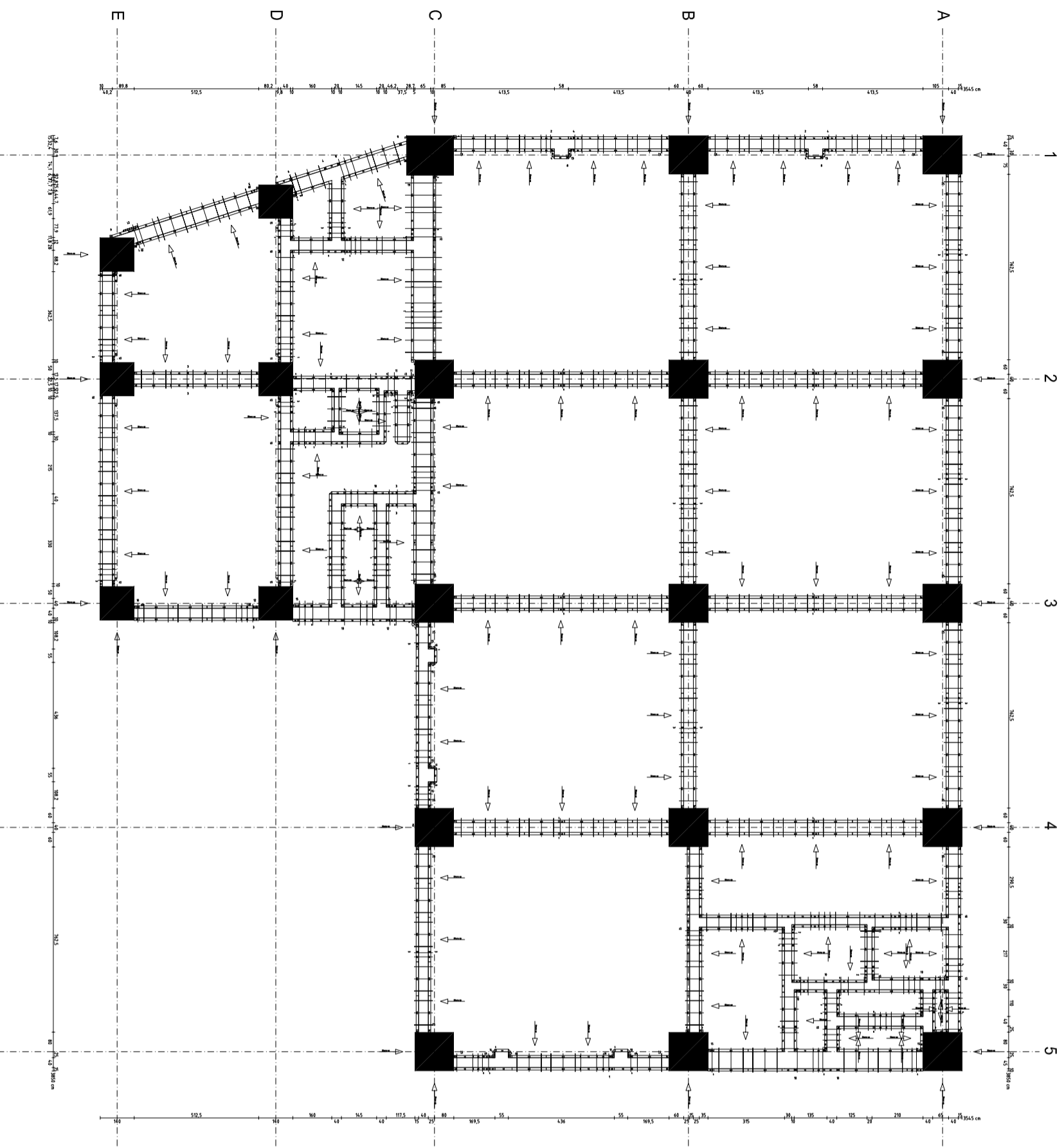


## NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI NAČRT OPAŽENJA – EPIC

naziv objekta:	Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Opaženje temeljnih pet	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:200	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	1	študij:	Gradbeništvo, univzitetni študij, konstrukcijska smer

# Popis materiala:

Code	Description	Number	Element surface	Total form surface
62001	Piece Eco 70 x 14,0	292	0,98	286,16
62003	Piece Eco 50 x 14,0	113	0,70	79,10
62005	Piece Eco 4,0 x 14,0	36	0,56	20,16
62009	Piece Eco 20 x 14,0	59	0,28	16,52
62013	Piece Eco 70 x 70	96	0,49	47,04
62017	Piece Eco 30 x 70	29	0,21	6,09
62055	Compensation Piece 5 x 70	98	0,035	3,43
62056	Fast Taking Down Element	33	0,035	1,16
62020	Angle 70	166	0,14	23,24
62030	Pivot	1658	0	0
62031	2 Holes Pivot	322	0	0
62201	Nut Plate DIW D15 B60	1491	0	0
62210	Nut Plate DIW D15 H50	639	0	0
62205	Dividag Screw D15 L=1000	122	0	0
62207	Dividag Screw D15 L=1500	25	0	0
62203	Dividag Screw D15 L=750	918	0	0
62034	3 Flanges Crosspiece	588	0	0
62033	4 Flanges Crosspiece	1443	0	0
62032	Wedge	1980	0	0
62021	Angle Joint	31	0	0
71040	Washer For Angle 70	664	0	0
62200	Wedge Extractor	2	0	0
69000	Cover For Angle 70	166	0	0

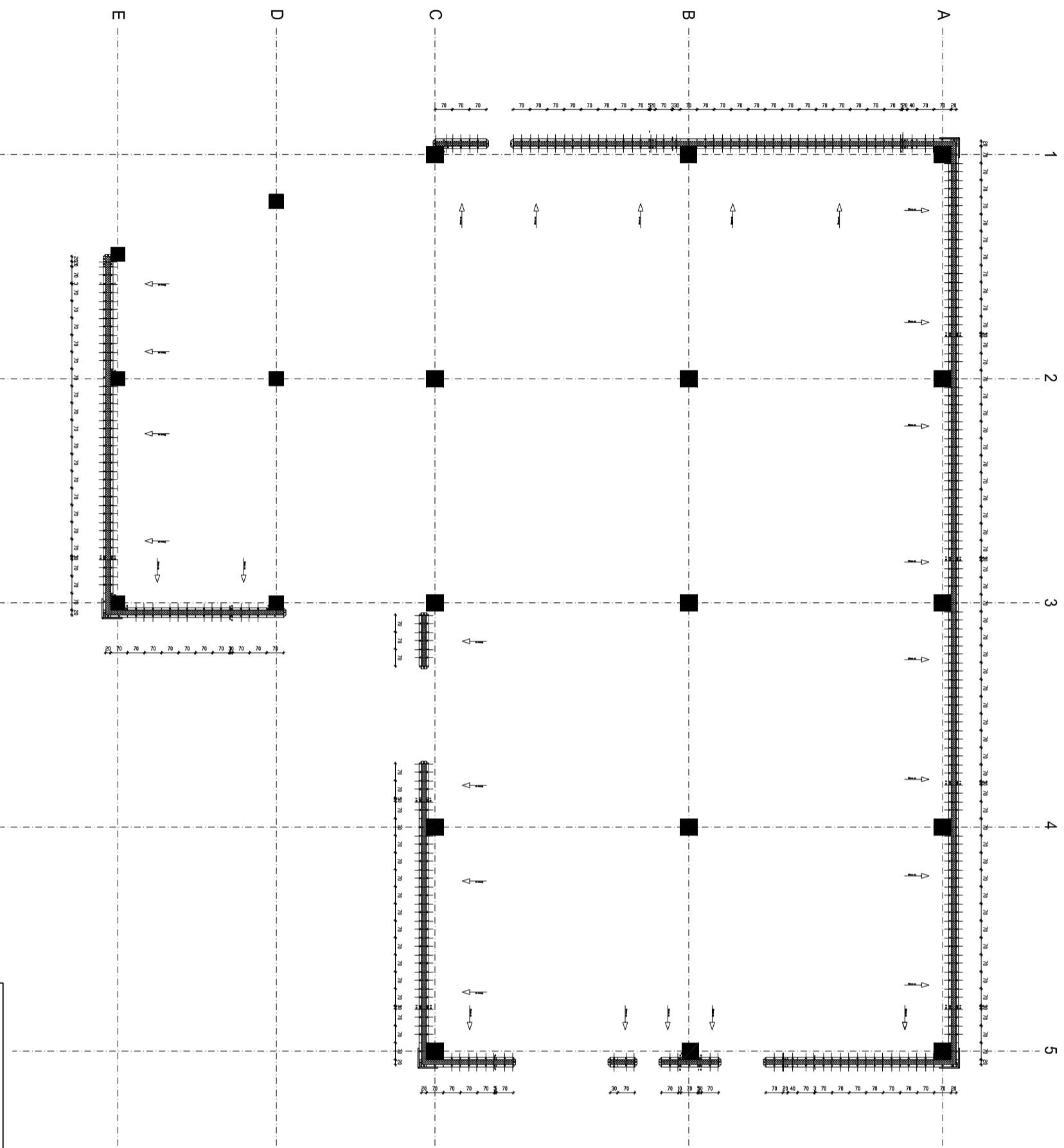


## NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI NAČRT OPAŽENJA – EPIC

naziv objekta:	Poslovno skladišni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Opaženje pasovnih temeljev	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:200	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	2	študij:	Gradbeništvo, univzitetni študij, konstrukcijska smer

# Popis materiala:

Code	Description	Number	Element surface	Total form surface
62001	Piece Eco 70 x 140	280	0,98	274,40
62005	Piece Eco 40 x 140	4	0,56	2,24
62007	Piece Eco 30 x 140	5	0,42	2,10
62009	Piece Eco 20 x 140	37	0,28	10,36
62055	Compensation Piece 5 x 70	114	0,04	3,99
62056	Fast Taking Down Element	4	0,04	0,14
62020	Angle 70	54	0,14	7,56
62030	Pivot	922	0	0
62031	2 Holes Pivot	307	0	0
62035	Angle Reinforcement Piece	8	0	0
62201	Nut Plate DIW D15 B60	2152	0	0
62210	Nut Plate DIW D15 H50	205	0	0
62203	Dividag Screw D15 L=750	1076	0	0
62033	4 Flanges Crosspiece	2152	0	0
62032	Wedge 1	229	0	0
62021	Angle Joint	27	0	0
71040	Washer For Angle 70	216	0	0
62200	Wedge Extractor	3	0	0
69000	Cover For Angle 70	54	0	0

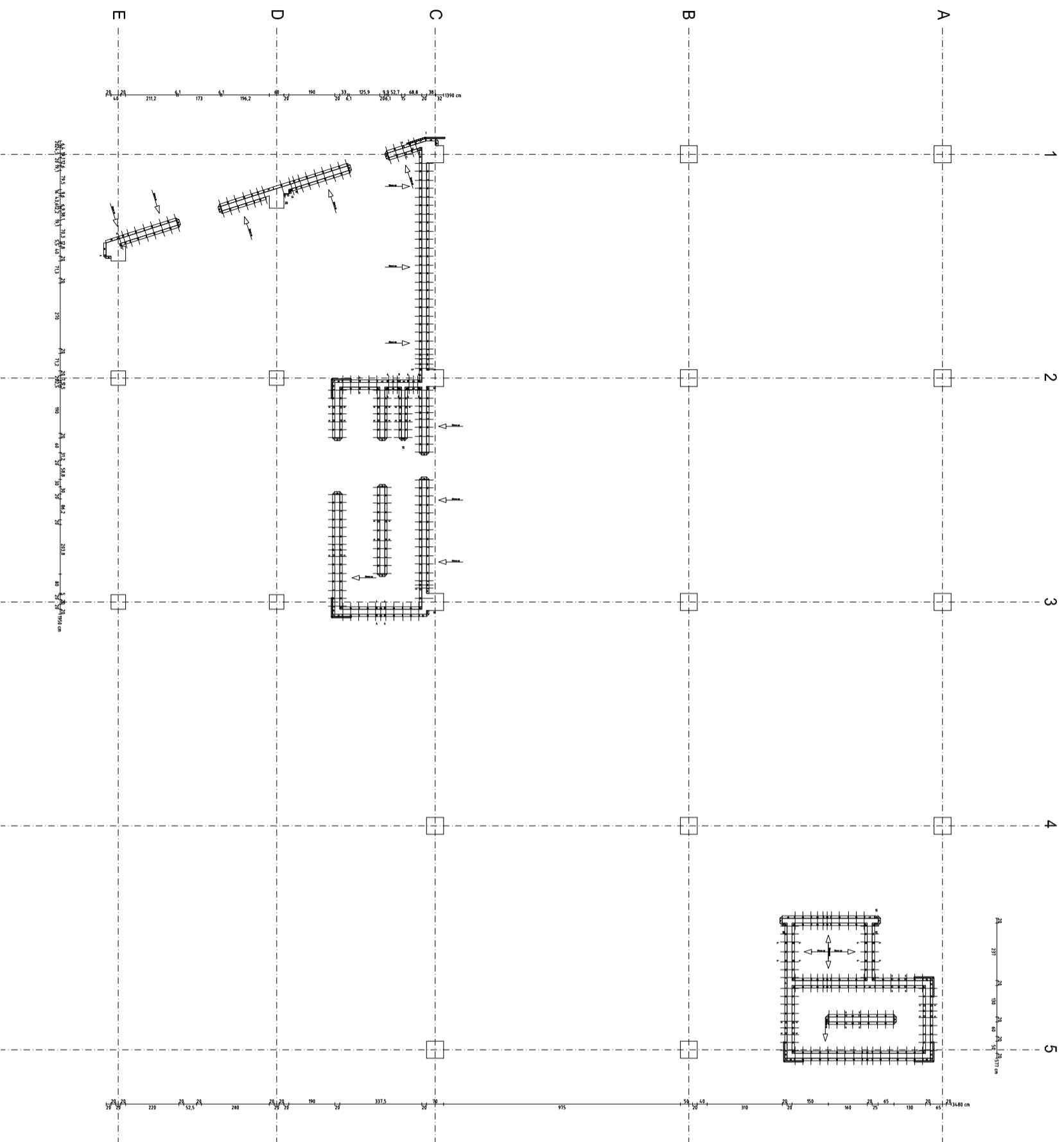


## NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI NAČRT OPAŽENJA – EPIC

naziv objekta:	Poslovno skladiščni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Opaženje parapetne stene	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:200	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	3	študij:	Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer

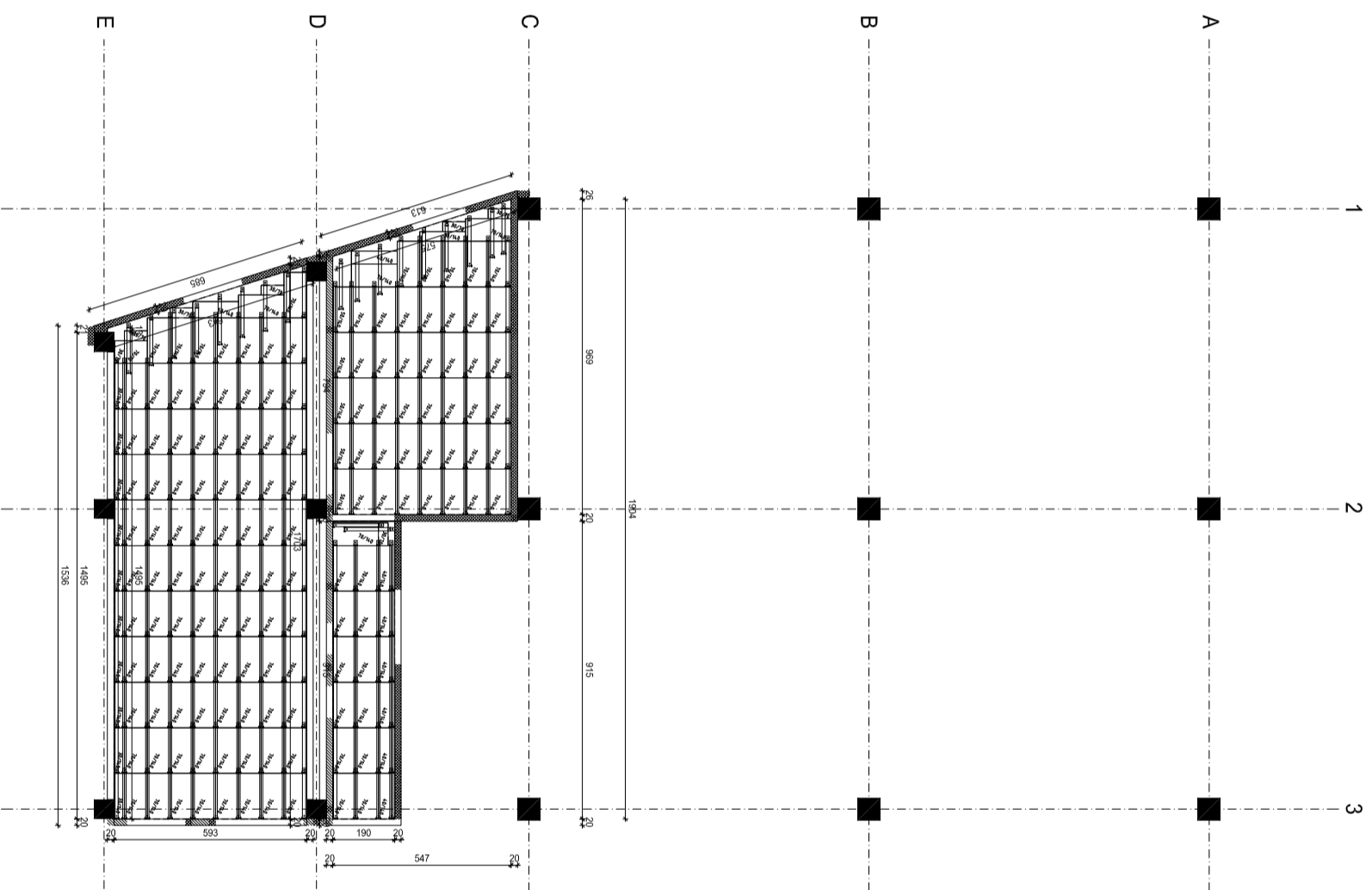
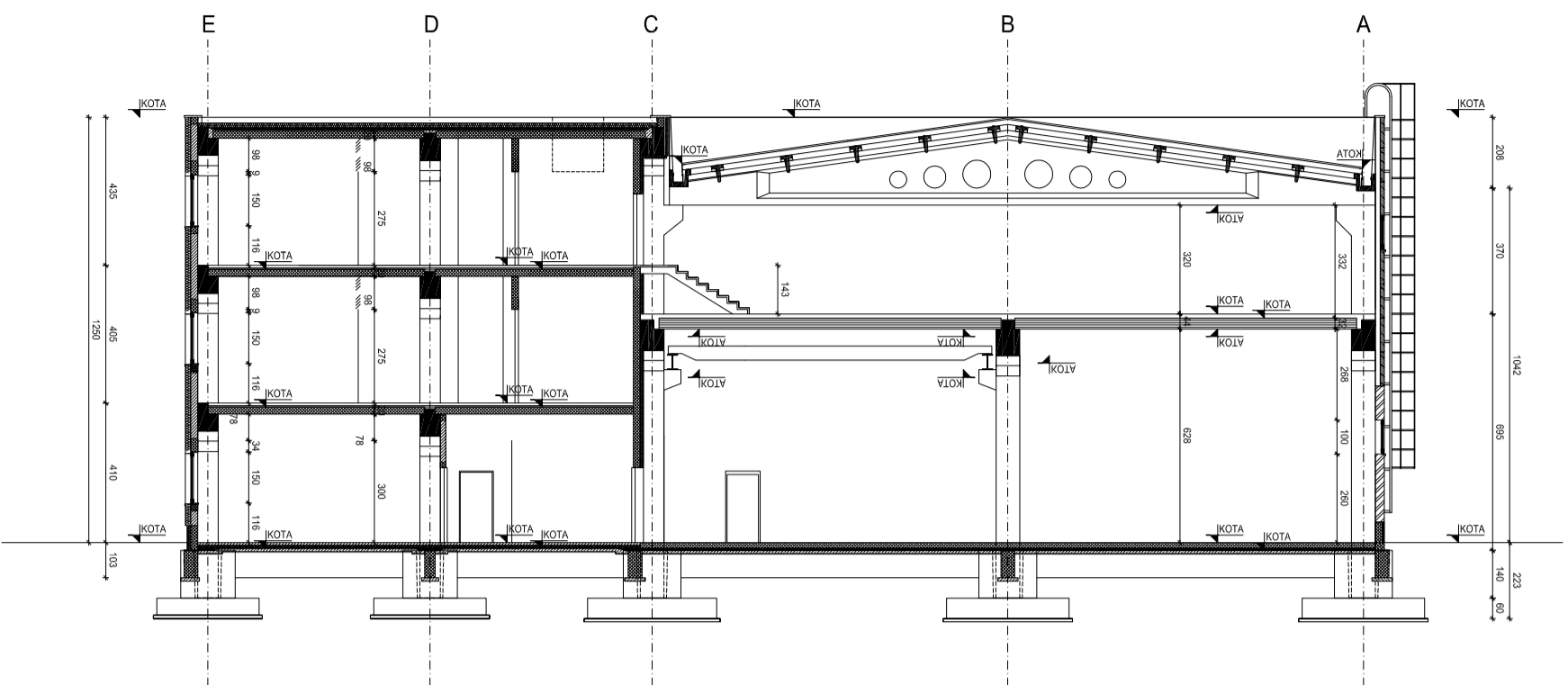
# Popis materiala:

Code	Description	Number	Element surface	Total form surface
62001	Piece Eco 70 x 140	4,70	0,98	460,60
62003	Piece Eco 50 x 140	76	0,70	53,20
62005	Piece Eco 40 x 140	88	0,56	49,28
62007	Piece Eco 30 x 140	54	0,42	22,68
62009	Piece Eco 20 x 140	207	0,28	57,96
62013	Piece Eco 70 x 70	18	0,49	8,82
62017	Piece Eco 30 x 70	12	0,21	2,52
62055	Compensation Piece 5 x 70	241	0,035	8,435
62056	Fast Taking Down Element	5	0,035	0,175
62020	Angle 70	662	0,14	92,68
62030	Pivot	5236	0	0
62031	2 Holes Pivot	662	0	0
62035	Angle Reinforcement Piece	39	0	0
62201	Nut Plate DIW D15 B60	2498	0	0
62210	Nut Plate DIW D15 H50	98	0	0
62203	Dividag Screw D15 L=750	1261	0	0
62033	4 Flanges Crosspiece	2409	0	0
62032	Wedge	5898	0	0
62021	Angle Joint	604	0	0
71040	Washer For Angle 70	2920	0	0
62200	Wedge Extractor	4	0	0
69000	Cover For Angle 70	126	0	0



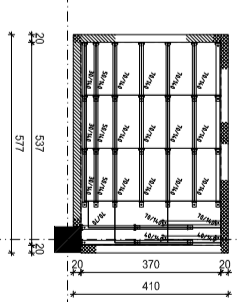
## NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI NAČRT OPAŽENJA – EPIC

naziv objekta:	Poslovno skladiščni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Opaženje sten	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:200	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	4	študij:	Gradbeništvo, univzitetni študij, konstrukcijska smer



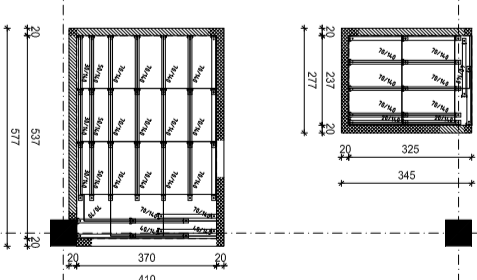
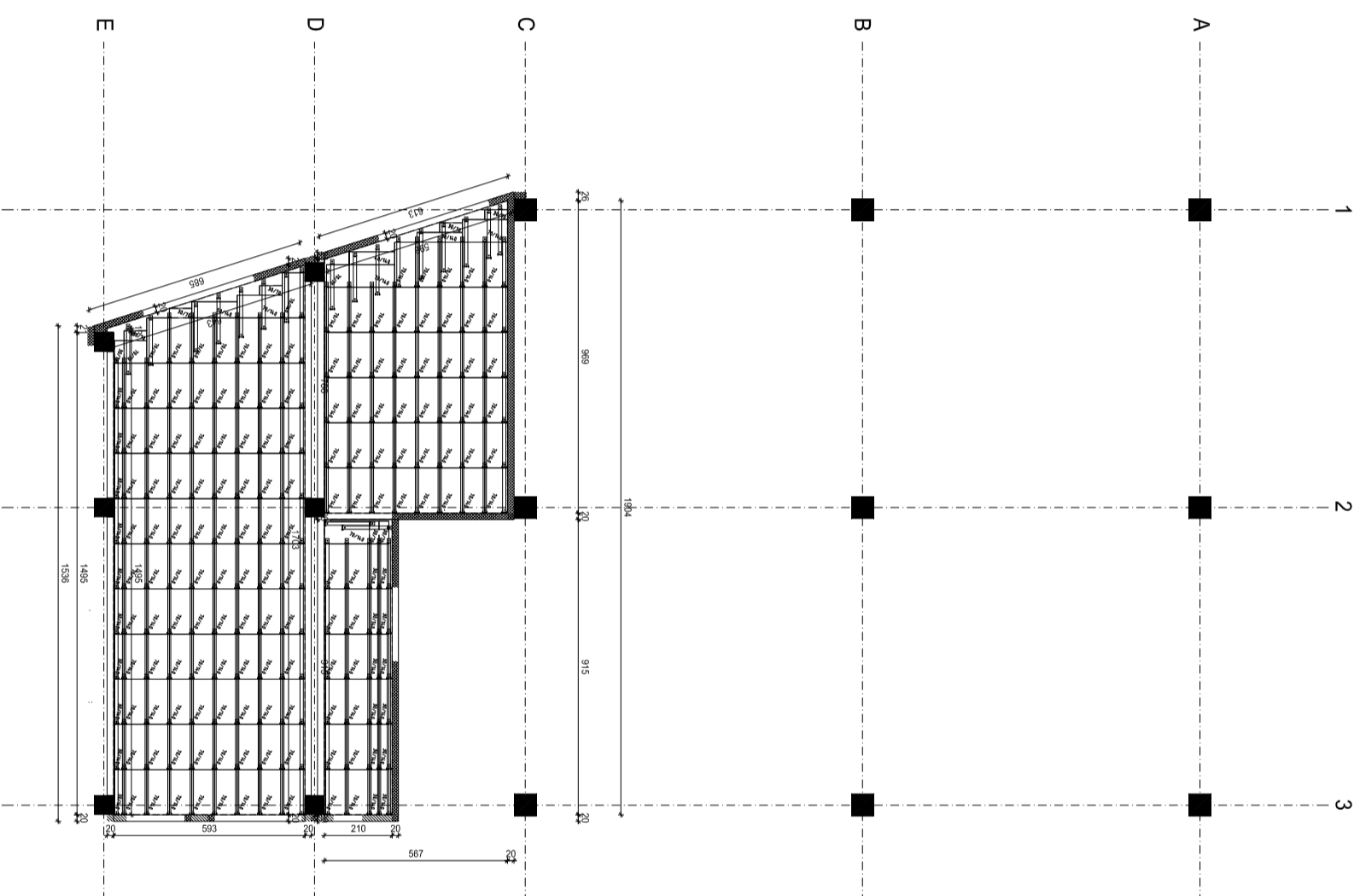
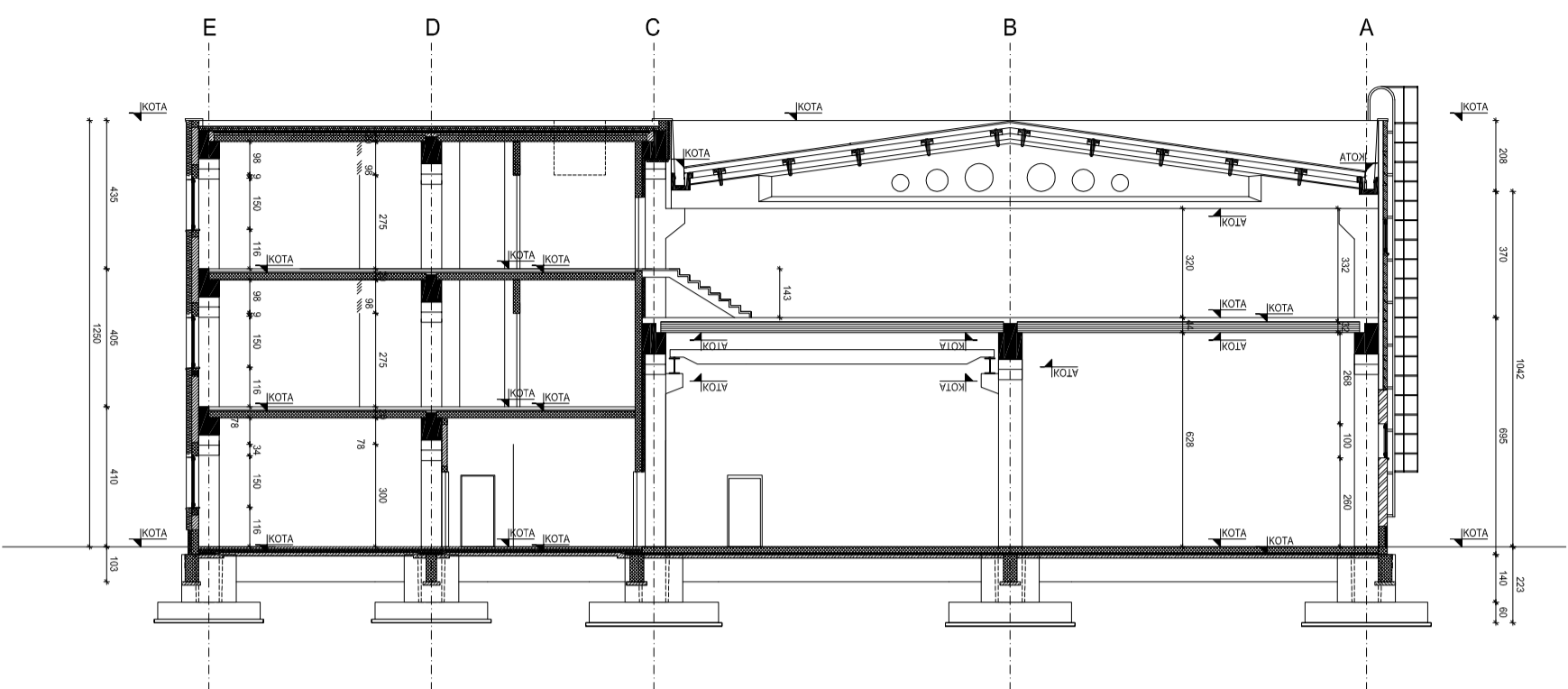
Code	Description	Number	Element surface	Total form surface
62001	Piece Eco 70 x 14,0	158	0,98	154,84
62003	Piece Eco 50 x 14,0	9	0,70	6,30
62005	Piece Eco 4,0 x 14,0	9	0,56	5,04
62004	Piece Eco 30 x 14,0	14	0,42	5,88
62009	Piece Eco 20 x 14,0	0	0,28	0
62013	Piece Eco 70 x 70	2	0,49	0,98
62017	Piece Eco 30 x 70	7	0,21	1,47
62030	Pivot	900	0	0
62032	Wedge	900	0	0
62200	Čep 20	1200	0	0
69000	Čep Speed	1400	0	0
62062	Sky speed nosilec	228	0	0
04,784	Podpornik 2,9-5m	300	0	0
00481	Tronožec	4,0	0	0

# Popis materiala:



## NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI NAČRT OPAŽENJA – EPIC

naziv objekta:	Poslovno skladiščni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Opaženje plošč v prvi etaži	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:200	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	5	študij:	Gradbeništvo, univerzitetni študij, konstrukcijska smer

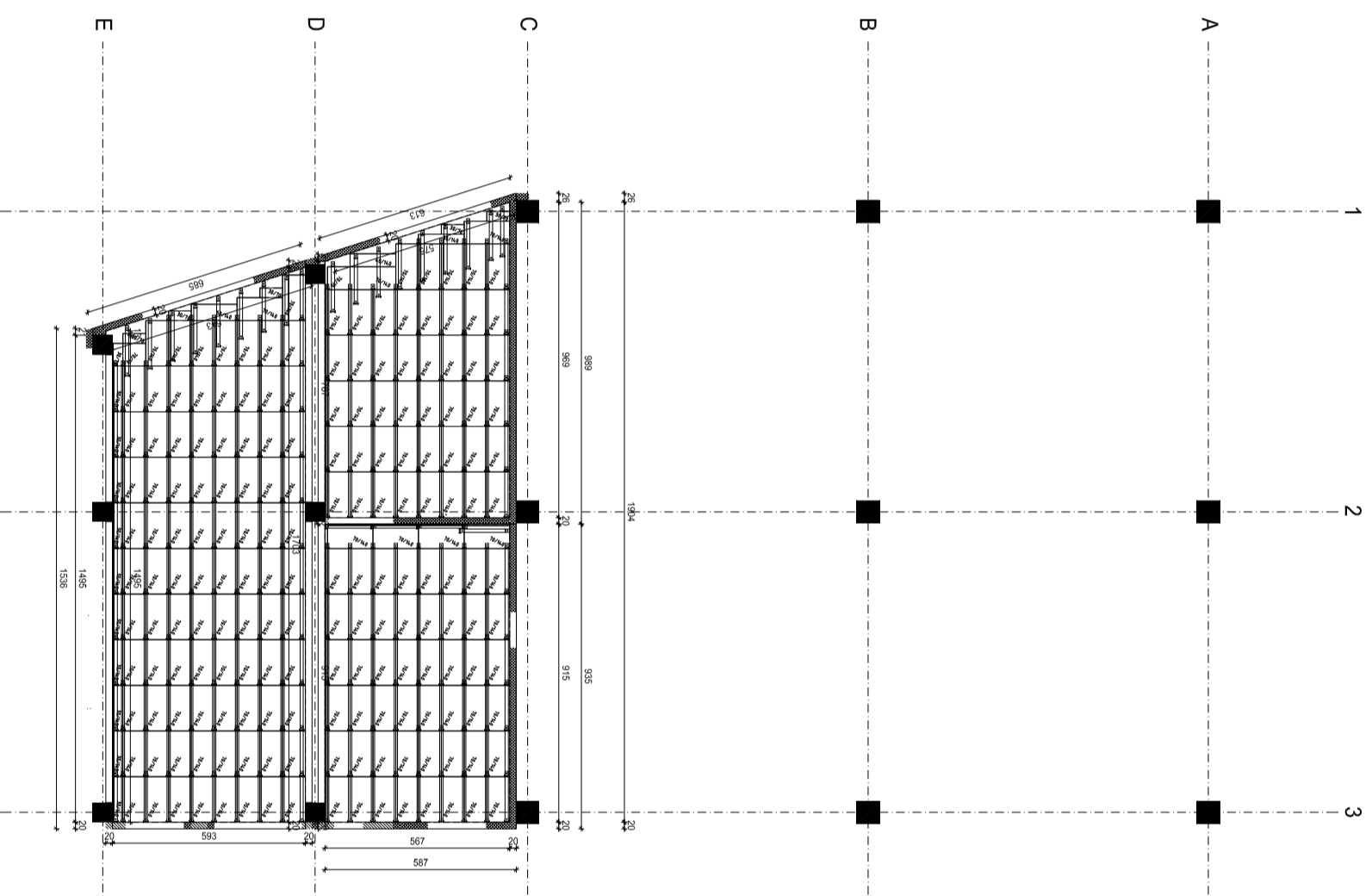
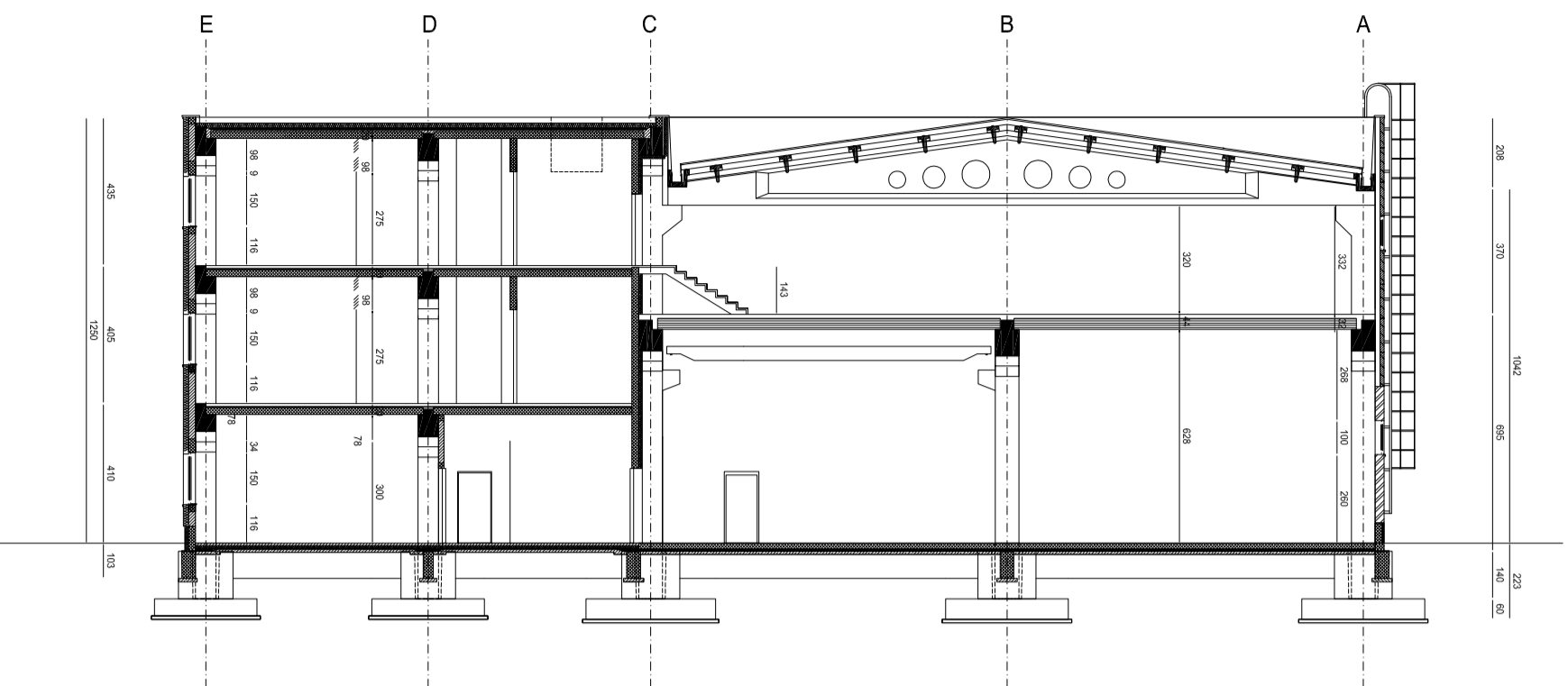


# Popis materiala:

Code	Description	Number	Element surface	Total form surface
62001	Piece Eco 70 x 14,0	169	0,98	165,62
62003	Piece Eco 50 x 14,0	4	0,70	2,80
62005	Piece Eco 4,0 x 14,0	4	0,56	2,24
62004	Piece Eco 30 x 14,0	26	0,42	10,92
62009	Piece Eco 20 x 14,0	2	0,28	0,56
62013	Piece Eco 70 x 70	3	0,49	1,47
62017	Piece Eco 30 x 70	8	0,21	1,68
62030	Pivot	950	0	0
62032	Wedge	950	0	0
62200	Čep 20	1200	0	0
69000	Čep Speed	1500	0	0
62062	Sky Speed nosilec	245	0	0
04.784	Podpornik 2,9-5m	320	0	0
00481	Tronožec	4,0	0	0

## NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI NAČRT OPAŽENJA – EPIC

naziv objekta:	Poslovno skladiščni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Opaženje plošč v drugi etaži	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:200	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	6	študij:	Gradbeništvo, univzitetni študij, konstrukcijska smer



# Popis materiala:

Code	Description	Number	Element surface	Total form surface
62001	Piece Eco 70 x 14,0	235	0,98	230,30
62003	Piece Eco 50 x 14,0	1	0,70	0,70
62005	Piece Eco 4,0 x 14,0	7	0,56	3,92
62004	Piece Eco 30 x 14,0	13	0,42	5,46
62009	Piece Eco 20 x 14,0	2	0,28	0,56
62013	Piece Eco 70 x 70	2	0,49	0,98
62017	Piece Eco 30 x 70	9	0,21	1,89
62030	Pivot	1000	0	0
62032	Wedge	1000	0	0
62200	Čep 20	1200	0	0
69000	Čep Speed	1800	0	0
62062	Sky speed nosilec	298	0	0
04784	Podpornik 2,9-5m	350	0	0
00481	Tronožec	50	0	0

## NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI NAČRT OPAŽENJA – EPIC

naziv objekta:	Poslovno skladiščni objekt P2B6	ime in priimek:	Aleš Pančur
naslov risbe:	Opaženje krovnih plošč	fakulteta:	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
merilo:	1:200	univerza:	Univerza v Ljubljani
št. risbe:	7	študij:	Gradbeništvo, univzitetni študij, konstrukcijska smer