

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Tratar, M., 2013. Uporaba informacijskih modelov stavb za izdelavo opažnih načrtov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Cerovšek, T.): 38 str.

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Tratar, M., 2013. Uporaba informacijskih modelov stavb za izdelavo opažnih načrtov. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Cerovšek, T.): 38 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

**PRVOSTOPENJSKI
ŠTUDIJSKI PROGRAM
GRADBENIŠTVO (UN)
MODUL KONSTRUKCIJE**

Kandidat:

MARKO TRATAR

**UPORABA INFORMACIJSKIH MODELOV STAVB ZA
IZDELAVO OPAŽNIH NAČRTOV**

Diplomska naloga št.: 89/B-GR

**USE OF BUILDING INFORMATION MODELS FOR
PRODUCING FORMWORK LAYOUTS**

Graduation thesis No.: 89/B-GR

Mentor:

doc. dr. Tomo Cerovšek

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Ljubljana, 27. 09. 2013

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisani Marko Tratar izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Uporaba informacijskih modelov stavb za izdelavo opažnih načrtov«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 19.9.2013

Marko Tratar

BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	004:624.137.4(043.2)
Avtor:	Marko Tratar
Mentor:	doc. dr. Tomo Cerovšek
Naslov:	Uporaba informacijskih modelov stavb za izdelavo opažnih načrtov
Tip dokumenta:	diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	38 str., 2 pregl., 35 sl.
Ključne besede:	programsko orodje, opaži, informacijski model stavbe, opažni načrti

Izvilleček

V diplomskem delu sem obravnaval temo s področja gradbene informatike, kjer sem povezal področja opažev, informacijskega modeliranja stavb in opažnih načrtov. Področje opažev je s podporo v literaturi malo zapostavljeno glede na druga področja gradbeništva, čeprav opaži predstavljajo precejšen strošek pri izdelavi armiranobetonske konstrukcije. Z diplomskim delom sem poskusil malo osvetliti to področje v povezavi z informacijskim modeliranjem stavb. Na začetku sem opisal cilje oziroma opredelil problem in prikazal strukturo diplome. V nadaljevanju sem naredil splošen pregled opažev in prikazal, kako jih klasificiramo. Podporo za izdelavo oziroma izbiro opažev najdemo v standardih in pravilnikih, ki pa niso zbrani na enem mestu, zato sem naredil kratek pregled regulative na področju opažev in opažnih načrtov. V teoretičnem delu sem kratko predstavil informacijsko modeliranje stavb, programska orodja in opisal pregledano literaturo, ki je na voljo za področje diplomskega dela.

V praktičnem delu naloge – študiji primera, sem opisal in prikazal zelen pristop izdelave opažnih načrtov s pomočjo informacijskega modela stavbe. Najprej sem opisal izdelavo informacijskega modela izbranega objekta v programskem orodju Archicad. V nadaljevanju sem prikazal postopek izvoza in uvoza modela v programsko orodje Tekla Structures, v katerem sem s pomočjo avtomatsko generiranih virtualnih opažnih komponent izdelal model opažene armiranobetonske konstrukcije. Opisana je tudi izdelava opažnih načrtov, ki jih program generira avtomatsko, potrebujejo pa nekatere ročne popravke. Vzorci opažnih načrtov so zbrani v prilogah.

Z diplomskim delom sem pokazal, da je izdelava opažnih načrtov s pomočjo informacijskega modela stavbe možna, vendar pa je za uporabno delo še precej omejena, potrebuje še precej več podpore, kar sem podrobneje opisal v zaključku, podal pa sem tudi nekaj predlogov za nadaljnje raziskave.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 004:624.137.4(043.2)
Author: Marko Tratar
Supervisor: assist. prof. Tomo Cerovšek, Ph.D.
Title: Use of building information models for producing formwork layouts
Document type: B. Sc. Thesis
Scope and tools: 38 p., 2 tab., 35 fig.
Keywords: Software tool, Building information modeling, formwork

Abstract

In graduation thesis I have analyzed a theme from the field of building informatics, where I have connected field of formwork, building information modelling, and formwork layouts. Formwork is slightly neglected in literature in comparison to other fields of building, although formwork presents considerable expense in building. In the thesis I tried to throw light upon this area with connection to building information modelling. In the beginning, I defined goals and outlined the structure of the thesis. Then I made a general overview of formwork and showed how to classify it. Support for formwork construction and choice of appropriate formwork is found in standards and regulations, but standards and regulations for formwork do not exist in one document, so I made a short overview of regulations in this field. In the theoretical part I have described building information modelling, software tools and examined literature.

In practical part – study example, I have described and showed principle of making formwork layouts with building information model. In the beginning I have described how I made building information model of chosen object in software tool Archicad. Further on I displayed and described the procedure of importing and exporting of model in software tool Tekla Structures. In Tekla I made a model of formwork for construction of the object with the help of automatically generated virtual formwork components. Then I produced formwork layouts with the help of tools in the software. Examples of formwork layouts are found in attachments.

With graduation thesis I showed, that making of formwork layouts with building information modelling is possible, but quite limited for applicable work, and it needs more support, which I have described in more detail in the conclusion along with few propositions for further research.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Tomu Cerovšku za strokovne nasvete in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Za podporo in pomoč tekom študija bi se posebej zahvalil svoji družini in seveda tudi vsem prijateljem.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE	I
IZJAVE.....	II
BIBLIOGRAFSKO -DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	III
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA.....	V
KAZALO VSEBINE.....	VI
KAZALO PREGLEDNIC.....	VIII
KAZALO SLIK.....	IX
1 UVOD.....	1
1.1 Opredelitev problema.....	1
1.2 Namen diplomske naloge.....	1
1.3 Opis uporabljenega pristopa za izdelavo opažnih načrtov:.....	2
1.4 Struktura diplomske naloge	3
2 SPLOŠNO O OPAŽIH IN REGULATIVI NA PODROČJU OPAŽEV.....	4
2.1 Opaži.....	4
2.2 Osnovne zahteve za opaže	4
2.3 Tipi opažev.....	4
2.3.1 Grafična ponazoritev različnih klasifikacij opažev:.....	4
2.3.2 Glede na področje uporabe	5
2.3.3 Glede na material, iz katerega so opaži izdelani	5
2.3.4 Glede na postopek izdelave.....	5
2.3.5 Glede na tehnologijo izdelave:.....	5
2.3.6 Glede na zahtevano obdelavo površine.....	5
2.4 Regulativa na področju opažev in opažnih načrtov	9
2.4.1 Opaži	9
2.4.2 Opažni načrti.....	10
3 INFORMACIJSKO MODELIRANJE ZGRADBE.....	12
3.1 Splošno.....	12
3.2 Programska orodja	12
3.2.1 Modeliranje objekta - arhitektura.....	13
3.2.2 Modeliranje gradbenih konstrukcij	14
3.2.3 Vizualizacija modelov.....	15
3.3 Specializirani programi za opaže	16
3.4 Pregled literature, ki obravnava povezavo informacijskega modeliranja stavb in opažev	16
3.4.1 Bim in repozitorij opažev (BIM and Concrete Formwork Repository).....	17

3.4.2	Uporaba BIM za pametnejše in varnejše odrne in opažne konstrukcije – preliminarna metoda (Using BIM for Smarter and Safer Scaffolding and Formwork Construction: A Preliminary Methodology)	17
3.4.3	Hitrejše modeliranje začasnih konstrukcij v BIM modelu s pomočjo preddefiniranih družin (<i>Speeding up the process of modeling temporary structures in a building information model using predefined families</i>).....	17
3.4.4	Tekla Structures v praksi: DPR Construction (Tekla structures in practice: DPR Construction - United States)	18
3.4.5	Namestitev opažev in določitev potrebnega materiala (<i>Formwork installation and quantity takeoff</i>).....	18
4	ŠTUDIJA PRIMERA – RAZISKAVA MOŽNOSTI IZDELAVE OPAŽNIH NAČRTOV V PROGRAMSKIH ORODJIH	18
4.1	Opis pristopa:	18
4.2	Objekt.....	18
4.3	Osnovni model	19
4.4	Interoperabilnost.....	20
4.5	Primernost programa Tipos v okviru pristopa BIM:	21
4.6	Uporaba programskega orodja Tekla Structures 19.0 za izdelavo opažnih načrtov	22
4.6.1	Postopek izdelave opažnih načrtov s pomočjo programa Tekla Structures	22
5	ZAKLJUČEK IN PREDLOGI ZA NADALJNJE RAZISKAVE.....	36
VIRI.....		38

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1 - Obdelava opažene površine glede na zahteve izgleda betona (Vir Preglednice 1: [8]) ...	6
Preglednica 2 - Preglednica standardov, ki obravnavajo opaže (Vir Preglednice 2: [8])	9

KAZALO SLIK

Slika 1: Grafični prikaz postopka izdelave opažnih načrtov	2
Slika 2: Klasifikacija opažev.....	4
Slika 3: Koncentracija zračnih por v skupini za VB 1. (Vir Slike 3: [8])	7
Slika 4: Koncentracija zračnih por v skupini za VB 2. (Vir Slike 4 [8])	7
Slika 5: Hierarhija regulative na področju opaževanja (Vir Slike 4: [8]).....	9
Slika 6: Pregled programskih orodij informacijskega modeliranja stavb	13
Slika 7: Primer zaslonskega posnetka modela v programu Archicad (Vir Slike: [2])	14
Slika 8: Možnosti uporabe Tekle Structures (Vir Slike 8: [15])	15
Slika 9: Primer izdelave vizualizacije v programu 3Ds Max Vir Slike 9: [18].....	16
Slika 10: Laboratorijska hala FGG.....	19
Slika 11: Osnovni model, izdelan v programu Archicad	19
Slika 12: Tipos 7.1, uvoz modela.....	20
Slika 13: Tipos, uvoženi načrti temeljev.....	22
Slika 14: Plasti (Layers) modela v Archicadu.....	22
Slika 15: Uvoz modela v Teklo Structures.....	22
Slika 16: Model IFC, uvožen v Teklo Structures.....	24
Slika 17: Pretvorba IFC objektov.....	23
Slika 18: Nastavitve pretvorbe IFC modela	25
Slika 19: Pretvorjen IFC model.....	25
Slika 20: Ustvarjanje mreže	25
Slika 21: Sprememba razreda zidu.....	26
Slika 22: Katalog komponent – stopnice.....	26
Slika 23: Urejene stopnice.....	26
Slika 24: Urejanje modela	28
Slika 25: Vse kategorije	27
Slika 26: Opaž stebra in betonski steber	29
Slika 27: Opaž nosilca, ki povezuje dva betonska stebra.....	28
Slika 28: Opaž betonske stene in betonska stena	29
Slika 29: Primer spremembe geometrije stebrov	29
Slika 30: Primer uporabe različnih orodij za opaževanje točkovnega temelja.....	31
Slika 31: Primer opaža plošče, podprte s stebri.....	30
Slika 32: Opažna komponenta zidu.....	32
Slika 33: Zavihek Panel, v katerem lahko modificiramo opažno komponento.....	32
Slika 34: Zavihek Parameters.....	33
Slika 35: Izgled končnega modela opažev	34

»Ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

Gradbeništvo je konzervativna veda, v kateri se novosti uveljavljajo razmeroma počasneje kot drugje, kar se je pokazalo kot precejšnja slabost v gospodarski krizi, ki smo ji priča v zadnjih letih.

Prihranek pri optimizaciji delovnih procesov je lahko kaj hitro tisti faktor, ki odloča, ali bo podjetje uspešno na tržišču ali pa se bo pridružilo mnogim, ki jim zaradi različnih vzrokov ni uspelo. Zmanjšanje stroškov lahko dosežemo na veliko načinov v različnih fazah gradbenega objekta.

Tehnologija informacijskih modelov poskuša počasi nadomestiti klasične CAD načrte (računalniško podprto projektiranje, angl. *Computer aided design*), ki so dejansko le digitalna oblika dvodimenzionalnih ročno narisanih načrtov. CAD okolje je precej olajšalo in naredilo delo vseh udeleženih v procesu projektiranja in gradnje hitreje, vendar imajo taki načrti bistveno slabost, saj nimajo medsebojne povezave.

S principom informacijskih modelov stavb (BIM) poskušamo zapolniti to vrzel, tako, da objekt modeliramo s specializirano programsko opremo skozi vse faze gradbenega procesa in vključimo tudi časovno komponento in finančni vidik celotnega projekta. Tako lahko že v fazi načrtovanja optimiramo veliko več kot pri klasičnih dvodimenzionalnih načrtih. Eno od področij gradnje, za katerega še ni na voljo veliko informacij v smislu informacijskega modeliranja stavb je opaževanje. Cena opaževanja lahko preseže 50% končne cene betonskih del, zato je smiselno, da se tudi to področje gradnje poskuša bolj optimirati.

V diplomskem delu sem se osredotočil na potencial uporabe informacijskih modelov za izdelavo opaznih načrtov. Preden sem se lotil modeliranja sem moral raziskati tudi regulativo na področju opaževanja in si ustvariti nekakšen splošen pregled opažev, kakšne zahteve morajo izpolnjevati in kako jih klasificiramo. Nato sem analiziral možnosti uporabe informacijskih modelov v specializiranih gradbeniških programih in tudi interoperabilnost med njimi. Želeni rezultat je, da v čim večji meri prikažemo bodoče opaže že na virtualni ravni, kakor tudi kritična mesta, ki se praviloma pojavijo v vsakem še tako enostavnem projektu in da te napake poskušamo odpraviti že v fazi načrtovanja.

1.1 Opredelitev problema

Diplomska naloga obravnava področje opaževanja v povezavi s specializirano gradbeniško programsko opremo, kot so programi Archicad, Tekla Structures in Tipos. Opaževanje, ki je slabo načrtovano lahko pripelje do velikih dodatnih stroškov zaradi prekomernega naročenega materiala in nepredvidenih kritičnih mest, ki podražijo in podaljšajo gradnjo. Raziskati je bilo potrebno možnosti za čim enostavnejšo izdelavo opaznih načrtov in pregled stanja informacij v povezavi s temo diplomske naloge.

1.2 Namen diplomske naloge

Namen diplomske naloge je preučiti možnosti uporabe informacijskih modelov stavb za izdelavo opaznih načrtov in odgovoriti na naslednja vprašanja:

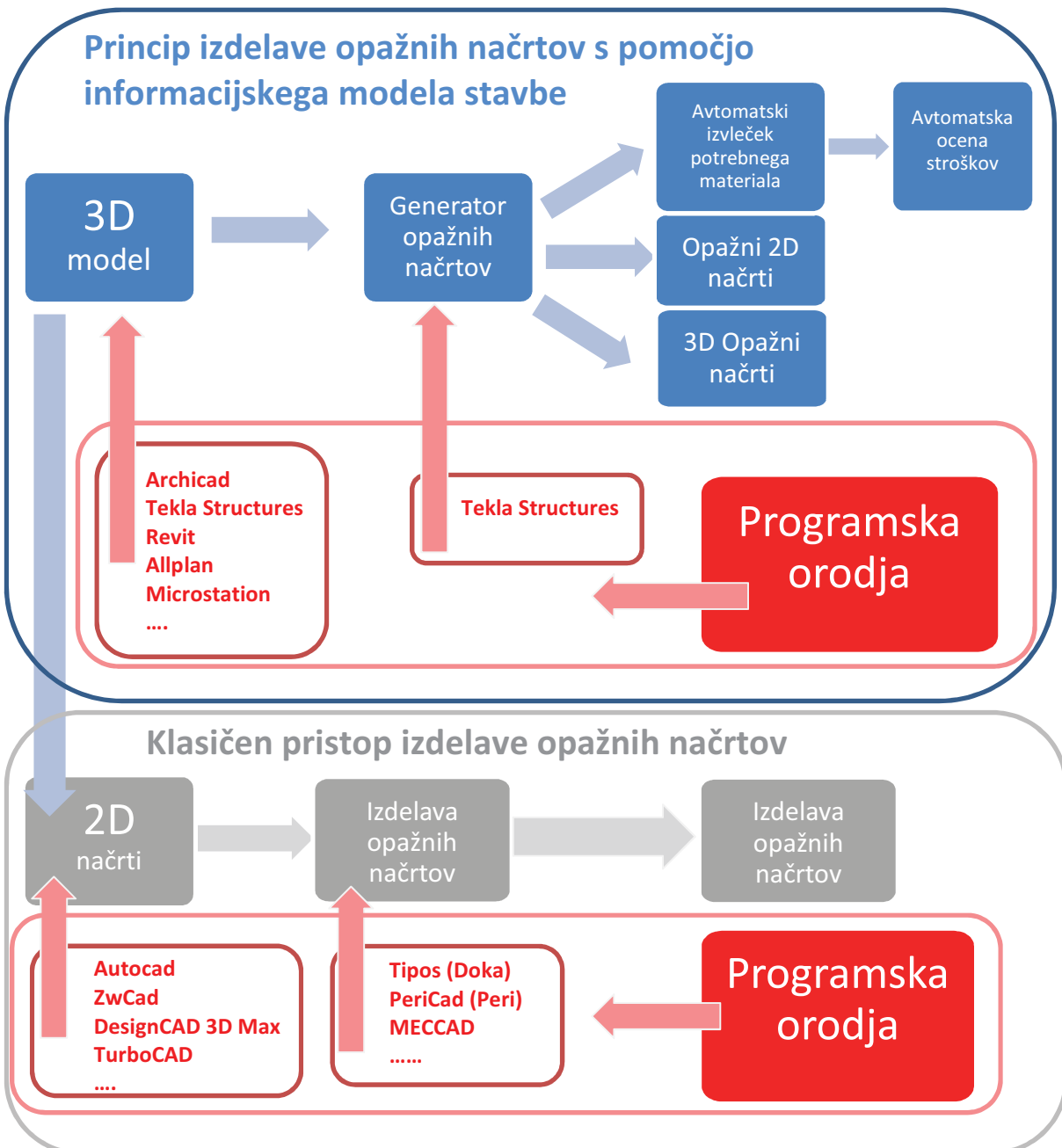
- Kakšne so zahteve za opaže in kakšne vrste opažev poznamo?
- Kakšna je podlaga za izdelavo opaznih načrtov v standardih in pravilnikih?
- Kako so opaži zastopani v programskih orodjih BIM?
- Kakšna je interoperabilnost med temi orodji za potrebe opaznih načrtov?
- Kakšen je najenostavnejši postopek za izdelavo opaznih načrtov?
- Katero programsko orodje je za to najbolj primerno?

Kako lahko pridobljeno znanje uporabimo na enostavnem primeru?
Kaj bi bilo še potrebno narediti na tem področju?

1.3 Opis uporabljenega pristopa za izdelavo opažnih načrtov:

V osnovnem BIM modelirniku želim izdelati model konstrukcije enostavnejšega objekta, ki ga bom uporabil za kasnejšo analizo. Ker sem se osredotočil na fazo opaževanja, modela nisem nadgrajeval do kasnejših faz. Izdelal sem osnovni model armiranobetonskih delov izbranega objekta, ki bi jih bilo potrebno opažiti. Ta model pa sem nato uvozil preko uveljavljenih protokolov za izmenjavo informacij v druga specializirana programska orodja, v katerih sem raziskal možnosti za enostavno in kratkotrajno izdelavo opažnih načrtov.

Na sledeči shemi je prikazan proces izdelave opažnih načrtov, če izberemo klasičen pristop ali pristop informacijskega modeliranja stavb. Prikazana je tudi interakcija med elementi v procesu.



Slika 1: Grafični prikaz postopka izdelave opažnih načrtov

1.4 Struktura diplomske naloge

Najprej so opaži splošno predstavljeni, kakšne vrste opažev poznamo, kakšna je podpora za opaže in opažne načrte v standardih in pravilnikih, nato je na kratko predstavljena filozofija informacijskega modeliranja stavb (BIM, angl. *Building information modeling*), kako se je ta pristop razvil in kako bi ga povezal z opaži. V tem delu so opisana tudi programska orodja, ki jih lahko uporabljamo pri informacijskem modeliranju stavb. Sledi pregled obstoječih informacij o obravnavani temi, ki so na voljo večinoma na svetovnem spletu, manj pa v tiskani obliki in raznih publikacijah.

Praktični del – študija primera, je namenjen predstavitvi nekaterih programskih orodij, ki jih lahko uporabimo za obravnavano področje, kako je poskrbljeno za izmenjavo informacij med njimi, postopku izdelave modela opažev in opažnih načrtov.

Sledi še zaključek, kjer sem na kratko opisal svoje videnje naloge, težave s katerimi sem se srečal, podal pa sem tudi nekaj predlogov za nadaljnje raziskave na tem širokem področju gradbeništva.

2 SPLOŠNO O OPAŽIH IN REGULATIVI NA PODROČJU OPAŽEV

2.1 Opaži

Opaž je pomožna začasna konstrukcija, ki omogoča sveži betonski mešanici pridobivanje oblike in določa njen položaj. Njegova naloga je določanje oblike, prevzem lastne teže betona, dokler ta ne pridobi svoje trdnosti, in prevzem vseh obremenitev, ki se pojavljajo med postopkom vgradnje betona. [13]

2.2 Osnovne zahteve za opaže

Opaže je treba načrtovati tako, da so:

- v skladu z zahtevami o mejnem stanju nosilnosti,
- v skladu z zahtevami o mejnem stanju uporabnosti,
- ekonomični,
- varni za uporabo

[13]

2.3 Tipi opažev

Opaže različni avtorji delijo na različne načine, večinoma glede na področje uporabe opaža, materiala iz katerega je opaž, glede na postopek izdelave, tehnologijo izvedbe in obdelanost površine.

2.3.1 Grafična ponazoritev različnih klasifikacij opažev:



Slika 2: Klasifikacija opažev

Opaže delimo:

2.3.2 Glede na področje uporabe

Ločimo:

- stenski opaž,
- opaž plošče,
- plezajoči opaž,
- podporne konstrukcije,
- delovni in zaščitni odri.

S kombinacijo vseh vrst opažev dobimo opažne sisteme za betonske konstrukcije, kot so mostovi, viadukti, predori, pregrade, silosi in stolpnice. [11]

2.3.3 Glede na material, iz katerega so opaži izdelani

Glede na material opažev, delimo opaže na:

- lesene opaže,
- plastične opaže,
- kovinske opaže,
- betonske opaže,
- pnevmatske opaže ter
- kartonske opaže, [11]
- za opaže lahko uporabimo tudi druge posebne materiale, če želimo doseči posebne učinke (na primer guma, reliefno oblikovani opaži).

2.3.4 Glede na postopek izdelave

Glede na postopek, kako jih izdelamo, 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. [10]

2.3.5 Glede na tehnologijo izdelave:

- tradicionalne opaže,
- poboljšane tradicionalne opaže ali polmontažne opaže,
- velikoploščne opaže za vertikalne konstrukcije (stene, stebri ipd.),
- velikoploščne opaže za horizontalne konstrukcije (stropovi ipd.),
- prostorske – tunnelske opaže,
- prenosne ali plezajoče opaže,
- drsne opaže,
- opaže za proizvodnjo prefabriciranih elementov (kalupi). [10]

2.3.6 Glede na zahtevano obdelavo površine

Glede na zahtevano obdelavo površine opaža, ločimo več kategorij obdelanosti za doseganje različnih vizualnih in ostalih zahtevanih učinkov. Če je zahtevana enostavna ali posebna obdelava je to povezano z veliko večjimi stroški od osnovne in navadne obdelave, vendar le tako lahko dobimo zelene estetske lastnosti. Pri izbiri opaža moramo zato posebno pozornost posvetiti zahtevanemu izgledu površine betona.

Preglednica 1- Obdelava opažene površine glede na zahteve izgleda betona (Vir Preglednice 1: [8])

Opazene površine glede na vrsto obdelave	Običajna uporaba	Primeri
Osnovna obdelava	kadar ni treba izpolniti nobene posebne zahteve	temelji
Navadna obdelava	kadar videz ni pomemben ali je predviden nanos ometa	ometane ploskve ali nevidne površine, kot so notranjost vodov (kanalov) ali jaškov za dvigala
Enostavna obdelava	kadar je vizualni učinek do neke mere pomemben	ploskve, ki se vidijo le priložnostno in obdelane ali neposredno pobarvane ploskve, za katere veljajo nekatere posebne zahteve
Posebna obdelava	kadar je treba postaviti posebne zahteve	ploskve, za katere sta pomembni regularnost površine in barva

SIST EN 13670:2010/A101: 2010 (v preglednici N.7: Splošne zahteve za obdelave pri opaženi površini in razredi vidne površine betona) pri običajni uporabi definira naslednje razrede obdelav vidnih površin betona:

- **Osnovna obdelava- VB 0**
Se uporablja v primerih, kadar ni potrebnih nobenih posebnih zahtev za površinsko obdelavo:
 - npr. pri temeljih.
- **Navadna obdelava- VB 1**
Se uporablja v primerih, kadar videz ni pomemben in v primerih, kadar je predvidena obdelava z nanosom:
 - npr. ometane ploskve ali nevidne površine;
 - notranjost vodov,
 - notranjost jaškov za dvigala.
- **Enostavna obdelava- VB 2**
Se uporablja v primerih, kadar je vizualni učinek pomemben:
 - npr. ploskve, ki se priložnostno vidijo,
 - neposredno barvane arhitektonsko obdelane površine.

SPLOŠNE ZAHTEVE RAZREDOV VIDNIH POVRŠIN BETONA ZA OBIČAJNO UPORABO (VB)

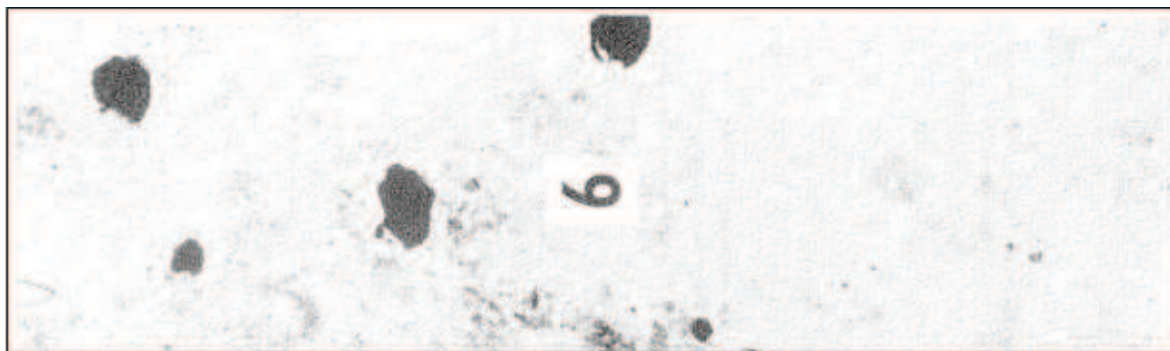
- Razred vidne površine betona- VB 0
 1. beton brez zahtev za vidno površino,
 2. vidna površina betona mora biti brez segregacije (napak v strukturi, bodisi na površini ali globini, zaradi pomanjkanja fine malte med zrni kamenega agregata),
 3. vidna površina betona se ne sme krušiti,
 4. vidna površina betona mora biti brez izcedkov (izcedek je mešanica vode in finih delcev iz betona),
 5. izvedena mora biti poravnava z letvijo, zaribana oziroma zaglajena mora biti zgornja - odprta ploskev.
- Razred vidne površine betona - VB 1

1. Veljajo enake zahteve kot za VB 0,
2. vidna površina betona mora biti brez večjih zračnih luknjic (s premerom nad 7 mm in globino 3 mm), vendar največ 3 % na celotno površino,
3. koncentracija por v skupinah vidne površine betona mora biti na 10 % od celotne površine,
4. opazovalec vidne površine betona mora stati najmanj 10 m od površine betona.
5. vidna površina razreda VB 1 je idealizirana na Sliki 3.



Slika 3: Koncentracija zračnih por v skupini za VB 1. (Vir Slike 3: [8])

- Razred vidne površine betona- VB 2
 1. Veljajo enake zahteve kot za VB 1,
 2. vidna površina betona mora biti brez večjih zračnih luknjic (s premerom nad 3 mm in globino 2 mm), največ 2 % na celotno površino,
 3. koncentracija por v skupinah vidne površine betona mora biti na 5 % od celotne površine,
 4. površine se lahko se lahko kot dodaten zahtevek pri barvanju arhitektonsko obdelanih površin fino brusijo,
 5. opazovalec vidne površine betona mora stati najmanj 5 m od površine betona,
 6. vidna površina razreda VB 2 je idealizirana na Sliki 4.



Slika 4: Koncentracija zračnih por v skupini za VB 2. (Vir Slike 4 [8])

SIST EN 13670:2010/A101: 2010 v preglednici N.8: »Posebna obdelava - zahteve za arhitektonsko obdelane vidne ploskve z gladkim opažem« navaja zahteve v primerih, za posebno obdelavo vidnih površin betona in definira naslednja razreda posebnih obdelav vidnih površin betona:

- Posebna obdelava- VB 3
 - npr. arhitektonsko obdelane vidne ploskve:
 - fasade v visokogradnji- vidna površina ni pobarvana.
- Posebna obdelava VB 4
 - npr. arhitektonsko obdelane vidne ploskve.
 - reprezentančni elementi objekta
 - visoka gradnja,
 - nizka gradnja.

ZAHTEVE RAZREDOV VIDNIH POVRŠIN BETONA PRI POSEBNI UPORABI

Razred vidne površine betona- VB 3

1. vidna površina betona mora biti brez segregacije,
2. vidna površina betona se ne sme krušiti,
3. vidna površina betona mora biti brez izcedkov,
4. vidna površina betona mora biti brez eflorescence (to je fin, v splošnem belkast kristaliničen izloček, ki se nalaga na površino betona)
5. vidna površina betona ne sme vsebovati mikro razpok na površinskem sloju,
6. barvno odstopanje je dovoljeno po predpisanem kriteriju,
7. zračne luknjice in tekstura morajo biti v skladu s predpisi,
8. ravnost mora biti po kriteriju SIST-TP CEN/TR15739 oziroma največ 6 mm pod ravnilom 200 mm oziroma 12 mm pod 2-metrsko letvijo,
9. opazovalec mora stati najmanj 5 m od površine betona,
10. opažena napaka na površini ne sme biti večja od 15 cm², pri oddaljenosti opazovalca 5 m.

Razred vidne površine betona- VB 4

1. veljajo enake zahteve kot za VB 3,
2. barvno odstopanje je dovoljeno po predpisanem kriteriju,
3. zračne luknjice in tekstura morajo biti v skladu s predpisi,
4. ravnost mora ustrezati kriteriju iz SIST- TP CEN/TR 15739 oziroma največ 3 mm pod ravnilom 200 mm oz. 8 mm pod 2-metrsko letvijo,
5. površine vidnega površine betona je mogoče dodatno tudi stokati, fino oprati, fino ali grobo brusiti, peskati z abrazivom ali kemično zavleci,
6. opazovalec mora stati najmanj 2 m stran od površine betona,
7. opažena napaka na površini ne sme biti večja od 6 cm, pri oddaljenosti opazovalca 2 m,
8. naročnik in graditelj se dogovorita se o nadaljnjih zahtevah v pogodbi.

DOPUSTNA Odstopanja na oblogi gladkega opaža

Dopustna odstopanja na oblogi gladkega opaža so podana v SIST EN 13670:2010/A101: 2010, preglednica N.9, kjer je glede na razred obdelave, definirano dopustno odstopanje na oblogah gladkega opaža.

VB 2 in VB 3

- Odstopanje je dovoljeno v primerih:
 - prebojev v opažu (zatesnjeni opaži - popravila),
 - lukenj v opažu zaradi žičnikov, vendar brez cepitve lesa, manjših prask in manjših ostankov cementne koprene.
- Odstopanje ni dovoljeno v primerih:
 - poškodb zaradi vibratorja,
 - ali ostankov betona v utorih.

VB4

- Odstopanje je (po uskladitvi) dovoljeno pri:
 - praskah in popravljenih mest z žičniki ter pri cementni kopreni.
- Odstopanje ni dovoljeno v primerih:
 - prebojev,
 - poškodb zaradi vibratorja, ostankov betona v utorih,
 - izboklin na območjih žičnikov.[8]

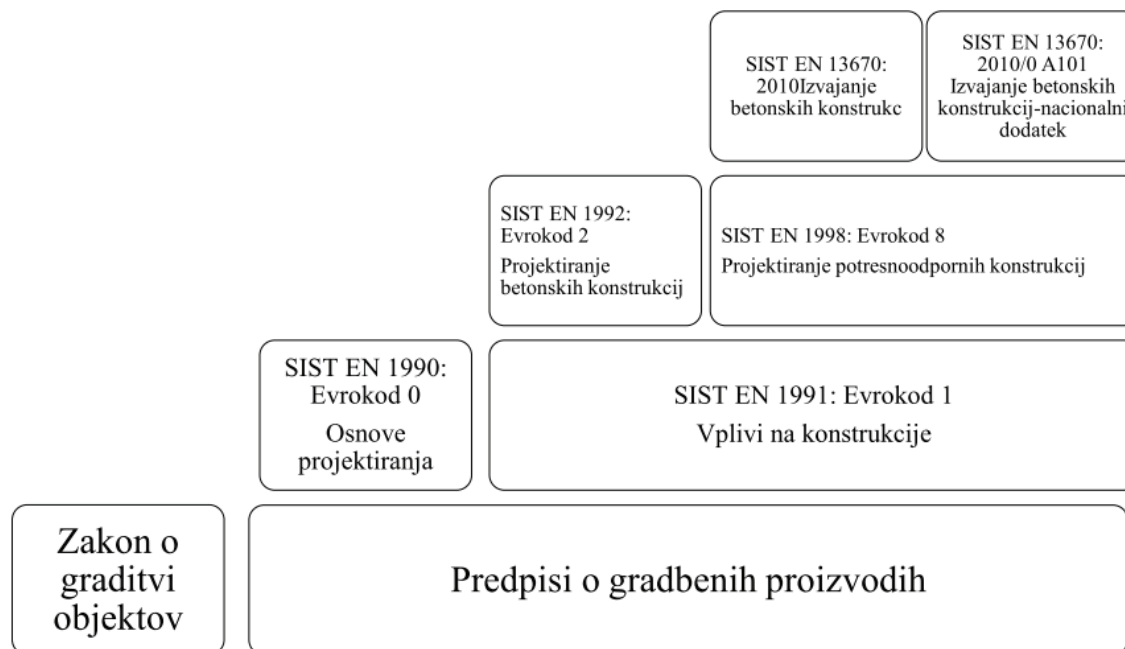
Vsem zahtevam glede izgleda betona lahko zagotovimo le s pravilnim izborom opaža in primerno obdelanostjo njegove površine.

2.4 Regulativa na področju opažev in opažnih načrtov

Regulativo na področju opaževanja je podrobno preučila v svojem diplomskem delu (Regulativa na področju opaževanja) Doroteja Hren [8]. V nadaljevanju povzemam ključne ugotovitve in malo podrobneje obravnavam področje opažnih načrtov. Zahteve standardov za vidne betone sem prikazal že v prejšnjem poglavju.

2.4.1 Opaži

Področje opaževanja je v standardih zastopano razpršeno, saj s strani Evropskega komiteja za standardizacijo (CEN) ni zaslediti enotnega standarda, ki bi pokrival celotno področje opaževanja. Hierarhijo regulative za področje opažev lahko ponazorimo z naslednjim grafom:



Slika 5: Hierarhija regulative na področju opaževanja (Vir Slike 4: [8])

Vsi standardi, ki zadevajo opaže so zajeti v spodnji preglednici:

Preglednica 2 - Preglednica standardov, ki obravnavajo opaže (Vir Preglednice 2: [8])

STANDARDI NA EVROPSKI RAVNI		STANDARDI NA NACIONALNI RAVNI	
Številka standarda	Naslov standarda	Številka standarda	Naslov standarda
SIST EN 13670: 2010	Izvajanje betonskih konstrukcij	SIST EN 13670:2010/A101:2010	Nacionalni dodatek
SIST EN 1990:2004 – Evrokod 0:	Osnove projektiranja	SIST EN 1990:2004/A101:2005-Evrokod 0 SIST EN 1990:2004/A1:2006/A101:2009-- Evrokod 0	Osnove projektiranja- Nacionalni dodatek Osnove projektiranja- Dopolnilo A1 - Nacionalni dodatek
SIST EN 1991:2005 – Evrokod 1:	Vplivi na konstrukcije	SIST EN 1991/A101:2009 - Evrokod 1	Vplivi na konstrukcije - Nacionalni dodatek
SIST EN 1993:2005 – Evrokod 3:	Projektiranje jeklenih konstrukcij	SIST EN 1993:2005/A101:2006- Evrokod 3	Nacionalni dodatek
SIST EN 1995:2005 – Evrokod 5:	Projektiranje lesenih konstrukcij		Nacionalni dodatek
SIST EN 12811-1:2004	Oprema za začasne gradnje – 1. del: Zahtevane lastnosti in projektiranje		
SIST EN 12811-2:2004	Oprema za začasne gradnje – 2. del: Informacija o materialih		

SIST EN 12811-3:2004	Začasne konstrukcije za gradnjo – 3. del: Preskusi nosilnosti
SIST EN 12812:2008	Nosilni odri – Zahtevane lastnosti in projektiranje
SIST EN 13377:2002	Predizdelani leseni opažni nosilci – Zahteve, razvrščanje in dokazovanje
SIST EN 12813:2004	Oprema začasne gradnje – Nosilni stolpi iz predizdelanih elementov – Posebne metode dimenzioniranja
SIST EN 1065:2000	Jekleni teleskopski gradbeni podporniki – Specifikacije proizvoda, dimenzioniranje in dokazovanje nosilnosti s preračunom in s preskusi
SIST EN 74-1:2006	Spojke, vezne centične spojke in podnožne plošče za delovne in nosilne odre – 1. del: Cevne spojke – Zahteve in postopki preskušanja
SIST EN 74-2:2008	Spojke, vezne centične spojke in podnožne plošče za delovne in nosilne odre – 2. del: Specialne spojke – Zahteve in preskusni postopki
SIST EN 636:2004	Vezane plošče - Specifikacije

2.4.2 Opažni načrti

Opažni načrti so navadno del Projekta za izvedbo (PZI), ki ga sestavljajo načrti podrobnejših tehničnih rešitev in detajlov, ki nadgrajujejo posamezne načrte projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja. Zahteve in pogoji za načrte, ki so vsebovani v PZI:

(1) V načrtih lahko odgovorni projektant uporabi posamezne sestavine (npr. risbe, bistvene izračune, analize) načrtov projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja ali se nanje samo sklicuje, pri čemer mora jasno in natančno označiti, v katerem delu projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja se te sestavine nahajajo.

(2) Sestavni del načrtov so lahko tudi delavniški in drugi tovarniški načrti, če je to potrebno za izvedbo gradnje, vendar jih mora v tem primeru podpisati in žigosati odgovorni projektant posameznega načrta, pri čemer mora biti jasno in natančno označeno, kateremu načrtu pripadajo.

(3) Tehnično poročilo načrtov mora vsebovati zahteve za lastnosti gradbenih materialov, kot so opredeljeni v predpisih o dajanju gradbenih proizvodov v promet ter opis mesta in načina njihove vgradnje. Tehnično poročilo vsebuje tudi popis količin materiala in opreme.

(4) Risbe načrtov, odvisno od vrste objekta, zahtevnosti, velikosti in drugih značilnosti nameravane gradnje, vsebujejo zlasti:

- risbe, sheme in detajle gradbenih, obrtniških in inštalacijskih del,
- zbirne risbe vseh inštalacij ter opreme,
- sheme tehnoloških sistemov,
- risbe (de)montaže gradbenih elementov in sklopov,
- risbe in detajle tehnologije gradnje,
- risbe izkopov in temeljev,
- risbe dilatacij in ležišč,

- risbe izolacij,
- **opažne risbe**,
- armaturne risbe,
- risbe in navodila za vgradnjo konstrukcij in opreme,
- sheme in prikazi faznosti gradnje,
- risbe prebojev in prehodov v konstrukcijah,
- risbe notranje in zunanje ureditve objekta,
- detajlne risbe vodov in napeljav s križanji in priključevanji,
risbe in opis ureditve gradbišča, ki vsebuje vse podatke o potrebni infrastrukturi gradbišča (npr. komunikacijske poti, komunalni priključki, skladišča, deponije, delavnice, prostori za delavce) ter druge podatke, pomembne za opis vpliva gradbišča na okolico
- druge potrebne risbe in prikaze.

Risbe so torej sestavni deli načrta, ki morajo izpolnjevati pogoje:

- (1) Natančnost merila, v katerem morajo biti izdelane risbe v posameznem projektu, mora omogočiti uresničitev namena, zaradi katerega se posamezna vrsta projekta izdeluje.
- (2) Istovrstne risbe in vse risbe v posamezni vrsti projekta morajo biti izdelane praviloma v istem merilu.
- (3) Vsaka risba mora imeti v spodnjem desnem kotu glavo, v kateri mora biti navedeno, kaj risba prikazuje in mora vsebovati najmanj naslednje podatke:
 - vrsta projekta (IDZ, IDP, PGD, PZI, PID),
 - identifikacijsko označbo projekta,
 - vsebino risbe,
 - merilo,
 - ime, priimek in identifikacijsko številko odgovornega projektanta, ki je izdelal risbo,
 - označbo risbe,
 - datum izdelave risbe.
- (4) Vsaka tlorisna risba, ki prikazuje lego nameravane gradnje v prostoru, mora imeti označene smeri neba.
- (5) V primeru rekonstrukcije, dozidave ali nadzidave obstoječega objekta ali v primeru spremembe namembnosti je treba pred izdelavo risb izdelati posnetek obstoječega stanja. Za izdelavo posnetka obstoječega objekta se lahko uporabijo tudi obstoječe risbe projekta izvedenih del.
- (6) Če se objekt, varovan na podlagi predpisov o kulturni dediščini, prizidava, nadzidava ali rekonstruira, morajo biti zavarovani deli objekta v posnetku obstoječega stanja posebej označeni.[12]

Te pogoje morajo izpolniti tudi opažne risbe.

Tehnično poročilo vključimo v projekt in nam dodatno pojasnjuje določene tehnične specifikacije:

- (1) Tehnično poročilo načrtov projektne dokumentacije obsega tehnične opise, lahko tudi rezultate analiz in izračunov, sheme in druge prikaze, iz katerih so razvidni bistveni podatki v zvezi z izpolnjevanjem bistvenih zahtev, izsledke predhodnih raziskav, empirične podatke, ter oceno vrednosti materiala in del.
- (2) Rezultati izračunov in analiz morajo vsebovati opis računskih metod in predpostavk, na podlagi katerih je odgovorni projektant prišel do takšnih rezultatov. [13]

3 INFORMACIJSKO MODELIRANJE ZGRADBE

3.1 Splošno

Za informacijsko modeliranje zgradb se v splošnem uporablja kratica BIM (angl. Building information modeling), katero bom uporabljal v nadaljevanju. BIM ni več popolna novost v svetu gradbeništva, saj se je pojavil s programom Archicad že leta 1987, v zahodnem svetu je že zelo razširjen in počasi prevzema glavno mesto pred običajnim dvodimenzionalnim projektiranjem. V Sloveniji je ta prehod počasnejši. Definicijo informacijskega modela, ki je produkt procesa BIM podaja Cerovšek:

Informacijski model zgradbe je digitalni zapis in predstavitev informacij o konkretni stavbi za komunikacijo med udeleženi v gradbenem projektu. Model BIM vsebuje geometrijske in negeometrijske informacije, ki jih potrebujejo in izdelajo arhitekti ter inženirji za načrtovanje, analizo, simulacije, vizualizacije in dokumentacijo tako v fazah pred gradnjo, med njo in po njej [5]

Geometrijske informacije določajo 3D digitalni model stavbe, sestavljen iz elementov, ki so digitalni ekvivalent »pravih« elementov stavb (od temeljev do strehe). Ne-geometrijski del določa dodatne informacije o stavbi in njenih elementih ter lastnosti, ki se nanašajo na funkcijo, obliko in materiale. [5]

BIM torej poskuša idealno pokriti vsako podrobnost, ki nastopi v življenjskem procesu objekta že v procesu načrtovanja. Zgradbo torej poskušamo virtualno izdelati s pomočjo programskih orodij ter tako minimaliziramo stroške, optimiziramo delovne procese in tudi skrajšamo čas gradnje. S tem je seveda povezano povečanje obsega dela za arhitekta, projektanta in ostale snovalce projektne dokumentacije v fazah načrtovanja. Prednosti pa se pokažejo ko se gradnja začne, saj je potrebnega veliko manj dodatnega dela v kolikor smo kritična mesta predvideli pri snovanju modela. Dobro je tudi, da lahko končni uporabniki objekta svoje ideje posredujejo preden se gradnja sploh začne in dobijo kar dobro predstavilo o končni zgradbi. Želimo, da so vse informacije o objektu zbrane v enem modelu, ki ga lahko vseskozi dopolnjujemo in prilagajamo situaciji.

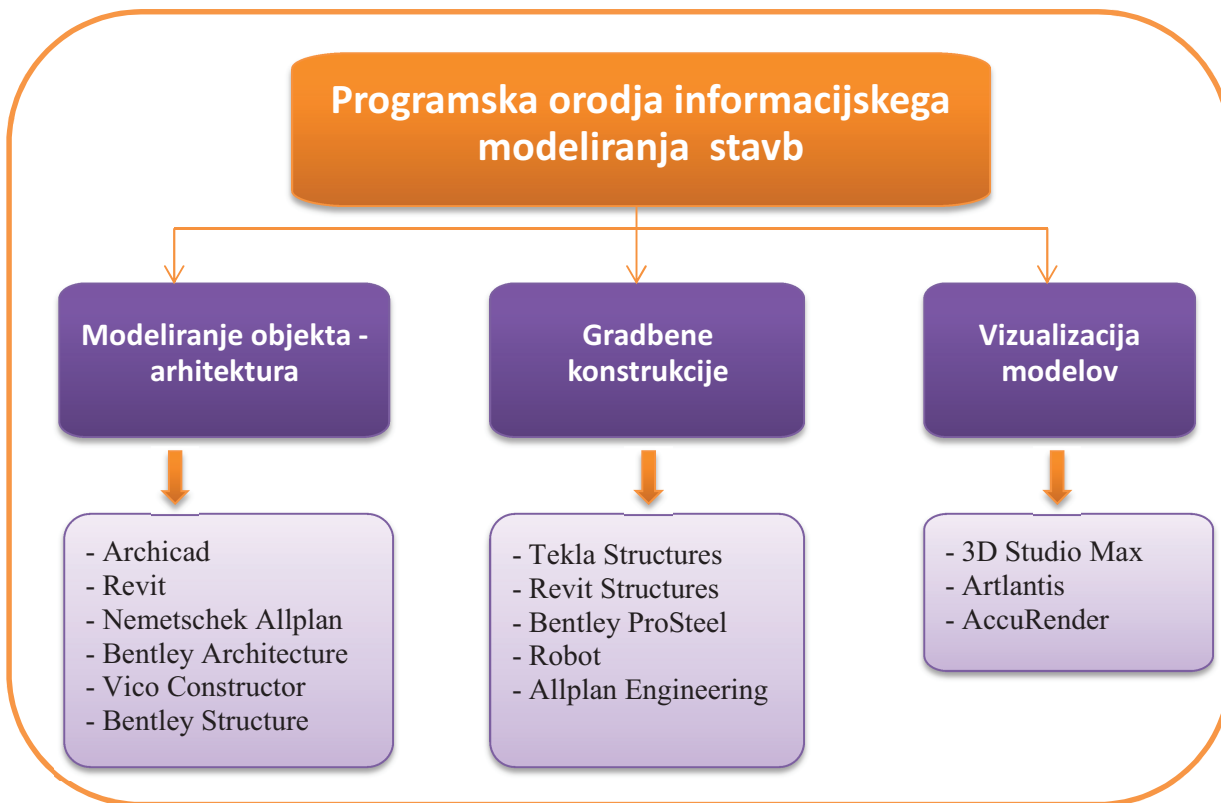
3.2 Programska orodja

Programska orodja uporabljamo za izdelavo BIM modela, to so torej računalniški programi oziroma BIM modelirniki. Moč BIM modelirnikov se pokaže v lastnostih modela:

- *modeliranje poteka z digitalnimi elementi stavb 3D, ki so »inteligentni« in parametrizirani tako, da odražajo bistvene lastnosti elementov dejanskih, fizičnih stavb (element »okno« BIM na primer »ve«, da ne more stati v zraku, temveč mora biti vključeno v steno. Oknu lahko določimo parametre, kot so višina parapeta, zasteklitev, tip in barva okovja in podobno).*
- *Vsaka informacija je zapisana le enkrat: projektna dokumentacija, izdelana na osnovi modela BIM, je bolj kakovostna in vedno usklajena (tlorisi, prerezi, fasade, izvlečki količin in tudi matematični modeli za analize se na primer avtomatično generirajo iz skupnega zapisa informacijskega modela stavbe in so zato vedno usklajeni. Če torej spremenimo steno v tlorisu, je ta debelina avtomatično popravljena v vseh odvisnih tlorisih, prerezih, pogledih in popisih). [5]*

V procesu razvoja BIM se je na tržišču pojavilo kar precejšnje število BIM modelirnikov, ki delujejo na konceptu parametričnih gradnikov, komponent. Velikokrat uporabljenih delov objektov ne modeliramo vsakič znova, saj lahko ustvarimo komponento, ki ima neke splošne lastnosti dela objekta, nekatere lastnosti pa ji lahko spreminjamo v odvisnosti od geometrije celotnega objekta. Najenostavnejši primer takih komponent je zid (komponenta se obnaša kot zid in ima osnovno geometrijo zidu, določimo ji le lego, dimenzije in sestavo). V primeru opažev lahko ustvarimo komponente, ki se avtomatsko prilagajajo prej definirani betonski komponenti in se tudi avtomatsko prilagodijo ob morebitnih spremembah modela.

Modelirnike informacijskega modeliranja – komercialna programska orodja lahko razdelimo glede na področje modeliranja: [6]



Slika 6: Pregled programskih orodij informacijskega modeliranja stavb

3.2.1 Modeliranje objekta - arhitektura

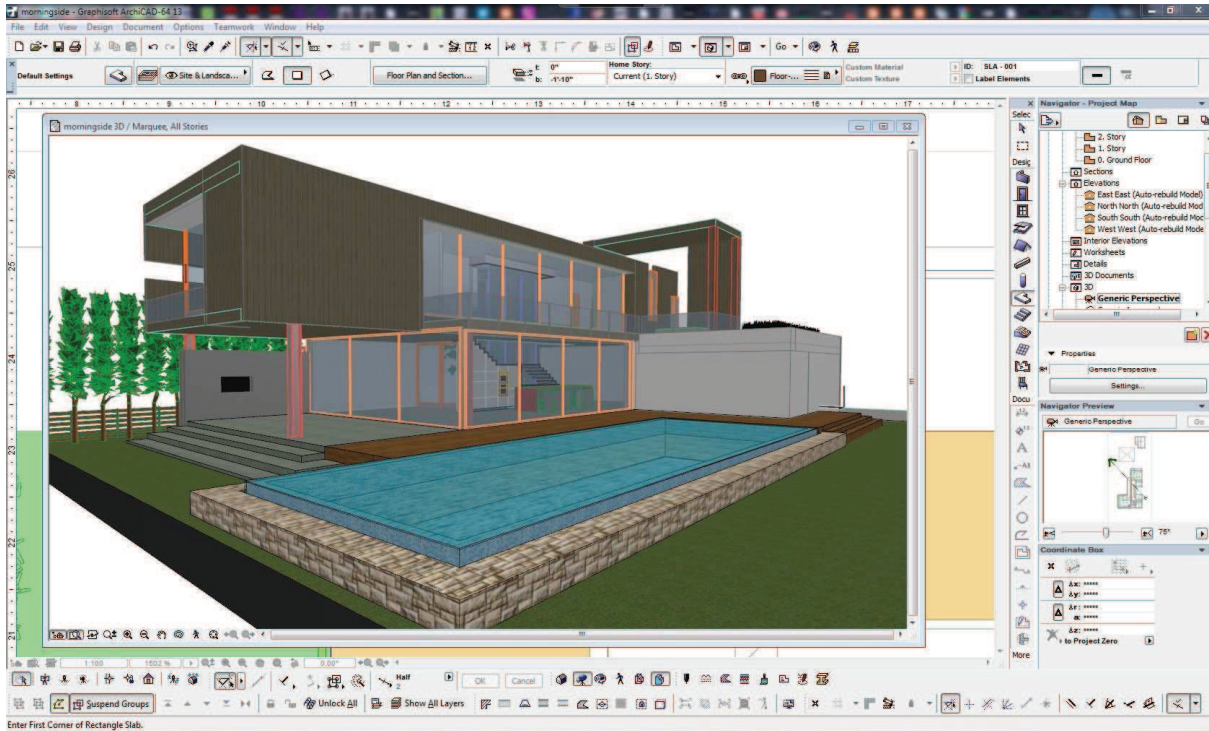
V procesu BIM lahko model izdelamo v osnovnih modelirnikih, ki so prvenstveno namenjeni izdelavi arhitekturnega modela. Primeri takih programskih orodij in njihovi proizvajalci so : Archicad (Graphisoft), Revit (Autodesk), Allplan (Nemetschek), Bentley Architecture (Bentley) in Vico Constructor. Obstajajo tudi drugi modelirniki, vendar je njihov delež uporabnikov manjši. V zgoraj naštetih programih lahko izdelamo osnovni model, vsi pa nimajo izdelanih vseh orodij in funkcij za dodatne analize kot so: statična analiza, terminski potek gradnje, stroškovna analiza, energetska analiza, analiza vplivov vetra, študija senc, strojne in električne inštalacije, analiza nekladij, vizualizacije,časne konstrukcije. Za take namene moramo osnovni model izvoziti iz osnovnega modelirnika in ga uvoziti v specializiran program za določeno področje oziroma pridobiti dodatek za osnovno programsko opremo, v kolikor je na voljo.

Za potrebe opažnih načrtov sem se ukvarjal predvsem s programom Archicad, v katerem sem izdelal osnovni model izbranega objekta.

Archicad:

Archicad madžarskega podjetja Graphisoft je bil prvi BIM modelirnik, ki je bil v osnovi razvit za arhitekta, vendar ga s pridom lahko uporabljajo tudi druge stroke, saj je precej fleksibilen in daje velik poudarek na interoperabilnosti. Lahko ga uporabljamo za dvodimenzionalne načrte, tridimenzionalne modele, arhitekturno renderiranje, vizualizacije objekta, pripravo dokumentacije in seveda za BIM modeliranje. Uporabnik lahko v Archicadu uporablja prej omenjene parametrične »pametne« objekte, ki jih ima program že vgrajene, lahko pa uvozi posebne objekte iz zunanjih virov ali pa si sam izdelava zelen parametričen objekt, če pozna programski jezik GDL (Geometric Description Language). Za

izvoz modela imamo veliko možnosti, na primer IFC, DWG, DXF datoteke, ki jih nato lahko uporabimo v specializiranih programih. Obstaja tudi precej dodatkov, ki jih lahko namestimo in malo razširimo osnovne zmogljivosti programa. Archicad nam ne nudi kakšnih posebnih možnosti za hitro izdelavo opažnih načrtov, je pa zelo primeren za izdelavo osnovnega modela. [8]



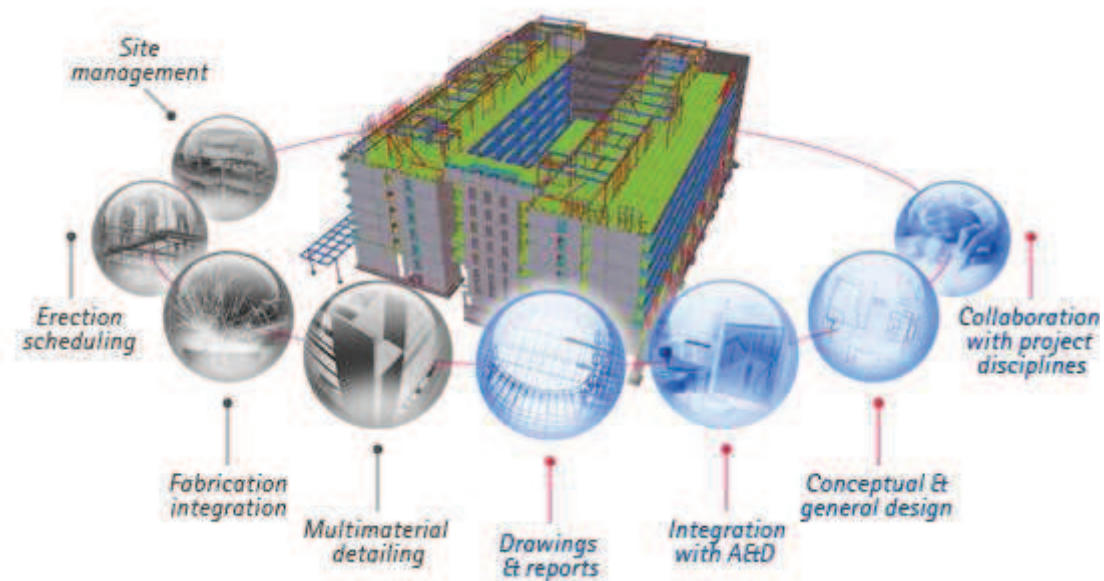
Slika 7: Primer zaslonskega posnetka modela v programu Archicad (Vir Slike: [2])

3.2.2 Modeliranje gradbenih konstrukcij

Ko je osnovni model arhitekture izdelan, lahko svoje delo začne načrtovalec modela gradbenih konstrukcij. To področje lahko zajema statično analizo, reševanje in modeliranje detajlov, energetsko analizo, analizo vplivov vetra, strojne in električne inštalacije, analizo nekladij, začasne konstrukcije, terminski potek gradnje, stroškovno analizo in tudi ostale procese v postopku načrtovanja stavbe. Meje med posameznimi področji pri informacijskem modeliranju niso povsod jasne in strogo ločene, saj se lahko različne analize odvijajo simultano v enem modelu. Programi in njihovi proizvajalci, ki so bolj namenjeni modeliranju gradbenih konstrukcij in rešitvi detajlov: Tekla Structures (Tekla), Revit Structure (Autodesk), Bentley ProSteel (Bentley), Robot (Autodesk), Allplan Engineering (Nemetscheck),.. Ker ostali proizvajalci še ne nudijo podpore za izdelavo virtualnih opažnih komponent in izdelavo načrtov opažev, sem se osredotočil na Teklo Structures.

Tekla Structures:

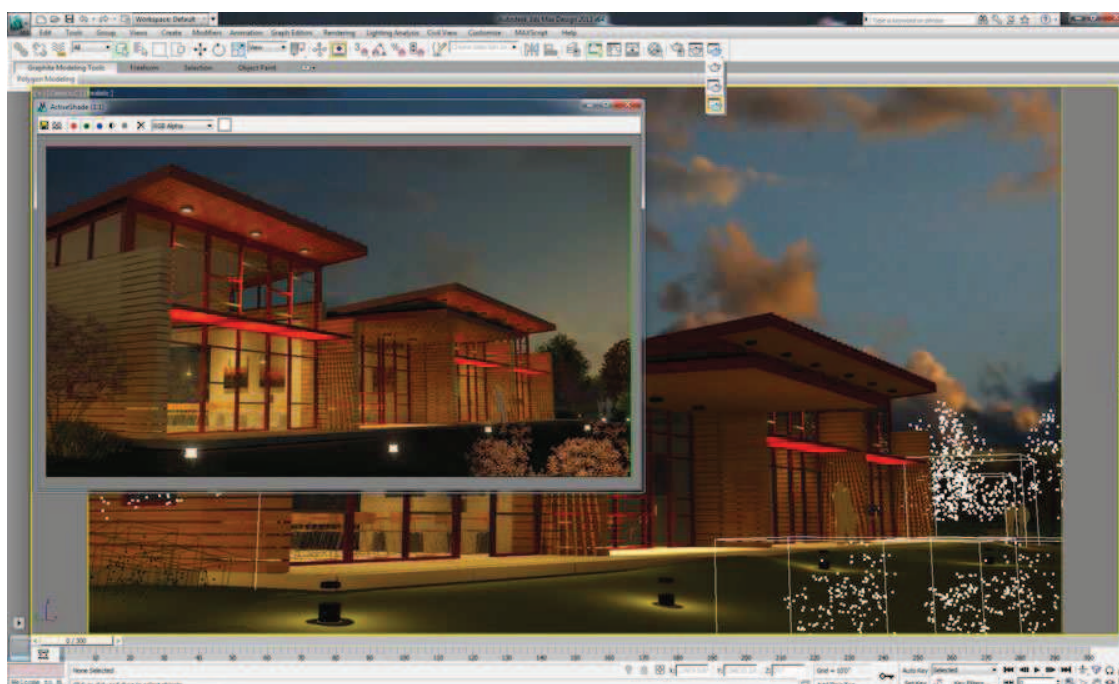
Tekla Structures je BIM modelirnik, ki omogoča izdelavo in upravljanje natančnih, detajlnih 3D modelov ne glede na material in strukturno kompleksnost. S Teklo Structures lahko pokrijemo celoten proces od koncepta do izdelave, ter tudi upravljanja konstrukcije. Program je sestavljen kot en sam produkt, ki je na voljo v različnih konfiguracijah in lokaliziranih verzijah, da ustreza segmentu in lastnostim določene industrije. Tudi Tekla daje velik poudarek na interoperabilnosti med različnimi programskimi orodji in podpira večino najbolj pogosto uporabljenih formatov za izmenjavo informacij. [16]



Slika 8: Možnosti uporabe Tekle Structures (Vir Slike 8: [15])

3.2.3 Vizualizacija modelov

Za predstavitev dela načrtovalcev v različnih fazah lahko izdelamo vizualizacije v večini programskih orodjih informacijskega modeliranja, vendar je njihova kvaliteta precej različna. Vizualizacije lahko izdelamo v osnovnih modelirnikih arhitekture, ali pa za to uporabimo program ali vtičnik, posebej namenjen izdelavi vizualizacij, kot so 3D Studio Max (Autodesk), Artlantis (Abvent), AccuRender,...



Slika 9: Primer izdelave vizualizacije v programu 3Ds Max Vir Slike 9: [18]

3.3 Specializirani programi za opaže

Specializiranih programov za izdelavo opažnih načrtov ni prav veliko, ta orodja so večinoma podana s strani proizvajalca opažev, ki jih izdelajo, da imajo stranke natančne podatke o tem kakšno količino in vrsto opažev potrebujejo in tako lažje ocenijo kakšni bodo stroški opaževanja. Ti programi večinoma delujejo v dvodimenzionalnem okolju in ne podpirajo informacijskega modeliranja stavb. Primeri takih programov so Tipos (Doka), PERI CAD (Peri), MEC CAD (MECCAD). Za slovensko tržišče je najbolj aktualen program Tipos, saj ima Doka v Sloveniji zastopnika in sicer podjetje Doka Slovenija opažna tehnologija d.o.o. iz Jesenic.

Tipos:

Je program za načrtovanje opažev in optimiranje porabe elementov avstrijskega podjetja Doka, ki je eden od glavnih svetovnih proizvajalcev prefabriciranih opažnih elementov. Tipos je enostaven za uporabo, vendar se nekoliko razlikuje od običajnih CAD programov, saj objekt rišemo s pomočjo virtualnega pomočnika, črt ne vlečemo ampak samo določimo smer in dimenzije elementov. Tako dobimo dvodimenzionalno zasnovo nosilnih elementov. Da dobimo tretjo dimenzijo moramo vnesti višino etaže. Ko imamo izrisano geometrijo betonskih delov objekta, lahko uporabimo kar orodje avtomatskega opaževanja in nam program sam razporedi opažne elemente iz knjižnic elementov. [19]

Tipos je precej podrobno v svojem diplomskem delu analiziral že Pančur [10], zato sem se pri svojem delu osredotočil na interoperabilnost programa in njegovo primernost v BIM načrtovanju objekta.

3.4. Pregled literature, ki obravnava povezavo informacijskega modeliranja stavb in opažev

V slovenskem jeziku nisem našel nobene literature, ki bi obravnavala povezavo med opaži in informacijskim modeliranjem stavb, zato sem moral seči po tujih virih, ki pa jih tudi ni bilo ravno veliko. Ker sem obravnaval temo s področja gradbene informatike, sem večino virov našel v virtualni obliki na svetovnem spletu. Različni avtorji so obravnavali teme, ki se vsaj malo dotikajo mojega obravnavanega področja. Najbolj relevantne vire sem kratko opisal.

3.4.1 Bim in repozitorij opažev (BIM and Concrete Formwork Repository)

Avtorji so se v študiji osredotočili na izvedljivost izdelave interaktivnega repozitorija opažnih elementov v okoljih BIM, v smislu lažjega izobraževanja študentov, ki tako predstavljeno gradivo lažje in hitreje dojemajo. Avtorji so tudi opisali temeljno filozofijo izdelave takih elementov. Ponazorili so jo s tako formulo: razvoj 3D modela + povezava dodatnih informacij s 3D modelom = BIM repozitorij za opaže. Poleg izobraževalnih prednosti so opisali še druge: predstavitev projektnih obtežb skozi 3D model, začetna ocena potrebnega materiala, alternativne metode analiziranja, analiza konstruiranja, avtomatizacija kupnih načrtov. Različne faze cikla opažev vključujejo oblikovanje (design), izdelavo kupnih načrtov, predpostavke količine materiala in analizo konstruiranja.

V fazi oblikovanja konstruktorji predvidijo projektne obtežbe zaradi različnih vplivov. Te obtežbe se nato uporabijo, da se lahko izbere ustrezen sistem opaževanja in njegovi deli. Detajli opažev pa so nato prikazani v kupnih načrtih (shop drawings). Izdelava teh načrtov vključuje načrtovanje, preglede in korekcije. Tradicionalno poteka izmenjava informacij med obema vrstama načrtov skozi 2D načrte, kar pa je seveda odvisno od sposobnosti interpretacije vseh vključenih v proces. Tako pride do raznih napak. Avtorji predlagajo, da se za zmanjšanje napak uporabi izmenjava na podlagi 3D modela. To se doseže z avtomatiziranjem izmenjave med oblikovnimi (design) in BIM programi. V programu Revit se to lahko doseže z uporabo protokola API (Application Program Interface). Avtomatsko generirani kupni načrti tako vsebujejo 3D model ter tudi različne poglede. Ti načrti so nato uporabljeni za oceno količine potrebnega materiala in analizo konstruiranja. [3]

3.4.2 Uporaba BIM za pametnejše in varnejše odrne in opažne konstrukcije – preliminarna metoda (Using BIM for Smarter and Safer Scaffolding and Formwork Construction: A Preliminary Methodology)

Avtorji so se osredotočili na možnost izboljšave varnosti na avstralskih gradbiščih s pomočjo BIM. Ugotovili so, da ni na voljo veliko BIM objektov začasne konstrukcije (opaži, odri, drugo), kar zmanjšuje učinkovitost gradbenih podjetij in tudi posledično zmanjšuje varnost na gradbiščih. Predlagali so, da morajo BIM objekti enakomerno zajemati tri komponente: oblikovanje, učinkovitost konstruiranja in varnostne parametre. Za cilj projekta so si zastavili izdelavo modularnih odrnih in opaznih objektov, ki bi omogočili načrtovalcem enostavno uporabo v modelih BIM in s tem pametnejšo in varnejšo gradnjo. 4D BIM modeli in informacije o varnosti bi se lahko nato uporabljale na gradbišču s pomočjo delovnih postaj, kioskov ali 3D dokumentov. [20]

3.4.3 Hitrejšje modeliranje začasnih konstrukcij v BIM modelu s pomočjo preddefiniranih družin (Speeding up the process of modeling temporary structures in a building information model using predefined families)

V magistrskem delu se je avtor osredotočil na izboljšanje hitrosti modeliranja začasnih konstrukcij s pomočjo preddefiniranih družin v okolju BIM. Orodja BIM so prilagojena za arhitekta (oblikovanje) in vodje del (koordinacija na gradbišču), težave pa povročajo podizvajalcem pri detajlnem modeliranju njihovih izdelkov, storitev in opreme. Posebno se to pokaže pri modeliranju začasnih konstrukcij kot so opaži in odrne konstrukcije, kljub temu, da te konstrukcije igrajo veliko vlogo pri logistiki celotnega gradbenega procesa. Zaradi zahtevnosti modeliranja začasnih konstrukcij je ta korak ponavadi izpuščen v fazah načrtovanja, kar pa ponavadi na gradbišču posledično poveča negotovost in logistične probleme. Avtor je v študiji uporabil dve metodi za modeliranje začasnih konstrukcij: 1. uporaba običajnih orodij v BIM aplikaciji (Revit) in 2. Uporaba parametričnih družin objektov, ki jih je razvil za ta projekt. Med modeliranjem je opisal različne ovire, prednosti in slabosti obeh pristopov in tudi porabljen čas. Glavna ugotovitev je, da modeliranje po drugem pristopu zmanjša čas modeliranja takih konstrukcij, ima pa tudi nekaj slabosti (potrebna boljša strojna oprema, potrebnega več znanja). Predlagal je, da naj izdellovalci programske opreme poskušajo vključiti več funkcij za potrebo modeliranja začasnih konstrukcij, saj bi to znatno olajšalo delo. [14]

3.4.4 Tekla Structures v praksi: DPR Construction (Tekla structures in practice: DPR Construction - United States)

Članek opisuje, kako je podjetje DPR Construction postopalo, ko so bili primorani hitro generirati opazne načrte, prilagojene zahtevam gradnje za stavbo Digitalnega umetnostnega središča Univerze Santa Cruz v Kaliforniji. Pomagali so si s programom Tekla structures, ki jim je omogočilo potrebno tehnologijo za ustvarjanje prilagodljivih opaznih komponent, ki lahko generirajo opazne načrte za različne oblike in velikosti zidov z različnimi detajli v različnih pogojih okolja. V podjetju DPR so ustvarili inteligentne predloge v Tekla Structures, ki so se prilagodili velikosti in obliki zidu in nato avtomatično generirali opazne načrte. Zajeti so bili tudi vsi problematični detajli, ki so jih lahko rešili že na nivoju načrtovanja in niso povzročali težav v prihodnjih fazah gradnje. V veliko pomoč pri gradnji so bili 3D modeli, ki so jih posredovali delavcem na gradbišču, kar je velik korak naprej glede na tradicionalno branje 2D opaznih načrtov. Izdelane inteligentne objekte pa so lahko nato uporabili pri naslednjih projektih. [17]

3.4.5 Namestitev opažev in določitev potrebnega materiala (Formwork installation and quantity takeoff)

Avtor se je v študiji osredotočil na dve področji v okviru BIM, najprej možnosti za pomoč opaznim delavcem na gradbišču in ocena cene potrebnega materiala in ostalih stroškov s pomočjo orodij BIM. Predstavil je koncept "lift drawing", ki predstavlja list, na katerem so zastopane vse bistvene informacije o nekem delu objekta, na primer o steni. Tak načrt vsebuje 3D model stene za lažjo predstavo, 2D strukturne načrte z vsemi kotami, 2D opazne načrte, električne in ostale inštalacije, možna konfliktna mesta. Namen je, da potrebnih informacij o gradnji nekega dela objekta ni potrebno iskati nikjer drugje kot na enem listu papirja. Uporaba takih načrtov naj bi povečala produktivnost pri izdelavi betonskih delov objekta za 20%, saj delavcem ni bilo potrebno iskati informacij iz različnih virov. [4]

4 ŠTUDIJA PRIMERA – RAZISKAVA MOŽNOSTI IZDELAVE OPAŽNIH NAČRTOV V PROGRAMSKIH ORODJIH

4.1 Opis pristopa:

Za izdelavo opažnih načrtov sem uporabil pristop, ki je opisan v uvodu. S pomočjo tridimenzionalnega informacijskega modela stavbe, ki sem ga ustvaril v programskem orodju, sem izdelal dvodimenzionalne načrte opažev, kar je podrobno prikazano v nadaljevanju.

4.2 Objekt

Ker je poudarek diplomskega dela na raziskavi možnosti uporabe različnih programskih orodij za potrebe opažnih načrtov, sem si za analizo izbral enostavnejši objekt, laboratorijsko halo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani, ki se nahaja neposredno poleg matične stavbe fakultete.



Slika 10: Laboratorijska hala FGG

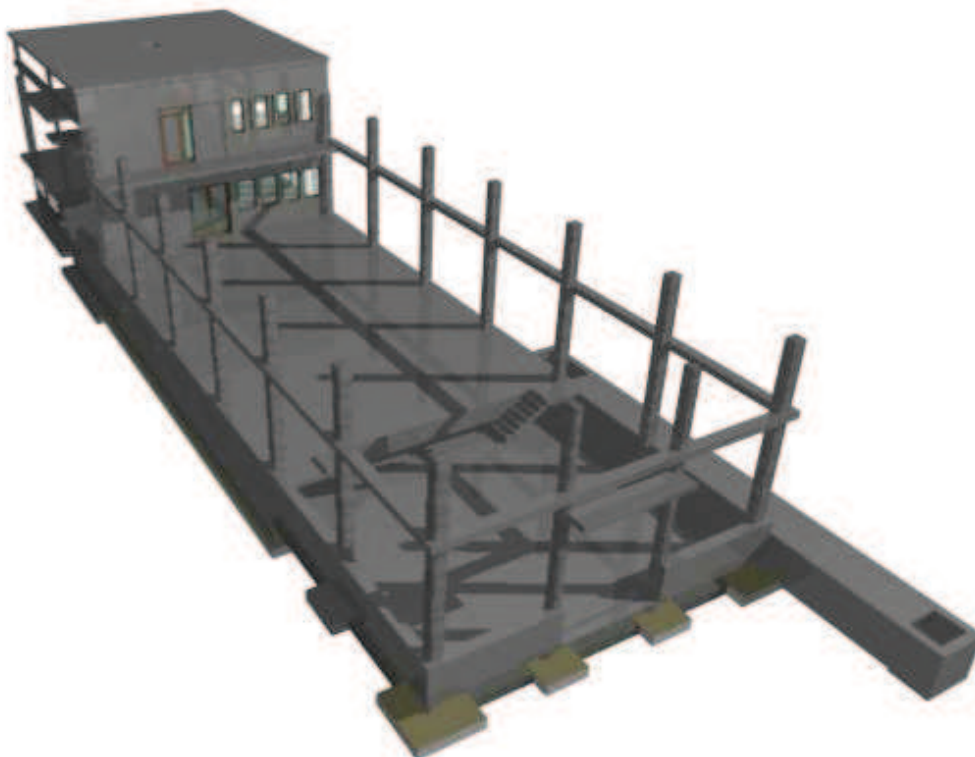
4.3 Osnovni model

Za izdelavo osnovnega modela sem izbral program Archicad, saj je v Sloveniji široko uporabljen in ima razvito dobro podporo. Ta program je bolj namenjen arhitektom, zato z njegovo pomočjo praviloma ne rešujemo detajlov, z malo truda pa lahko modeliramo tudi geometrijsko zahtevnejše dele konstrukcije. Ko arhitekt ustvari model, ga posreduje inženirju, ki naredi statično analizo in razreši različne detajle. Rezultati inženirskega dela v obratni smeri običajno potujejo v obliki dvodimenzijskih načrtov in tabelarnih ali slikovnih izsledkov različnih analiz. Arhitekt mora znati razbrati problematična mesta in na podlagi inženirjevih pripomb spremeni geometrijo objekta, če je to potrebno. Nato posreduje inženirju popravljen model in postopek se tako ponavlja dokler niso zadoščeni vsi pogoji. Zaradi napak v komunikaciji in različne stopnje znanja oziroma prostorske predstave udeležencev v procesu izdelave gradbene dokumentacije in gradnje pa hitro pride do težav, saj se vsi podatki ne nahajajo v enem modelu oziroma eni datoteki (glej Sliko 1).

Pristop informacijskega modeliranja pa stremi k čimvečjemu prenosu informacij. Model, ki ga je arhitekt ustvaril v BIM modelirniku bi se idealno posredoval inženirjem, ki bi ga enostavno uporabili v programih, specializiranih za svoje področje, na primer za statično analizo, določitev armature, inštalacije, požarno varnost, opaževanje in ostala področja konstruiranja. Po končani analizi bi datoteko posredovali arhitektu, ki bi v istem modelu naredil popravke. Na ta način lahko postane cel postopek hitrejši in bolj pregleden.

Osnovni model je v mojem primeru model armiranobetonskih delov konstrukcije, saj sem se osredotočil na opaže, lahko pa v osnovnem modelirniku ustvarimo celoten model do zadnjih podrobnosti in kljub temu izberemo pristop, ki ga bom opisal v diplomskem delu. V Archicadu

uporabimo možnost prikaza le nosilnih armiranobetonskih elementov stavbe, na katerih lahko izvedemo analizo opaževanja.



Slika 11: Osnovni model, izdelan v programu Archicad

4.4 Interoperabilnost

Vsak BIM modelirnik uporablja svojo vrsto datotek in sloni na različnih programskih jezikih oziroma filozofijah modeliranja. Če hočemo model, ustvarjen v določenem programu uvoziti v program drugega proizvajalca, lahko kaj hitro naletimo na problem slabe interoperabilnosti.

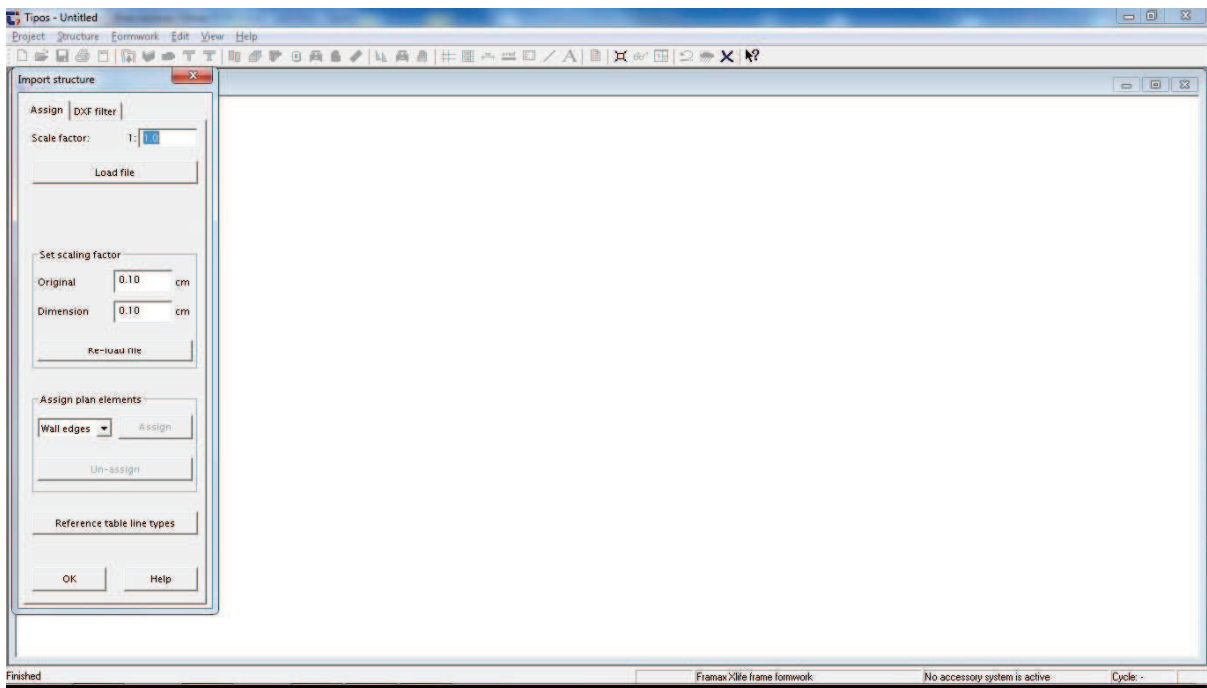
Interoperabilnost je lastnost oziroma sposobnost raznolikih sistemov in organizacij, da delujejo skupaj. Izraz je bil sprva oblikovan za informacijsko tehnologijo in storitve systemskega inženiringa, širša definicija pa zajema tudi področja sociale, politike in organizacijskih faktorjev, ki vplivajo na delovanje različnih sistemov [9]

Interoperabilnost v gradbeništvo se zagotavlja s pomočjo različnih formatov datotek, v katerih so zapisani podatki o modelu in jih lahko izmenjujemo med različnimi programskimi orodji brez občutne izgube informacij. Na področju BIM se je najbolj uveljavil protokol ICF, ki ga prepozna večina najbolj uporabljenih BIM modelirnikov.

Izmenjava podatkov med programi, ki ne vsebujejo inteligentnih objektov (CAD), temelji na množici različnih protokolov, najbolj uporabljena pa sta DWG in DXF.

4.5 Primernost programa Tipos v okviru pristopa BIM:

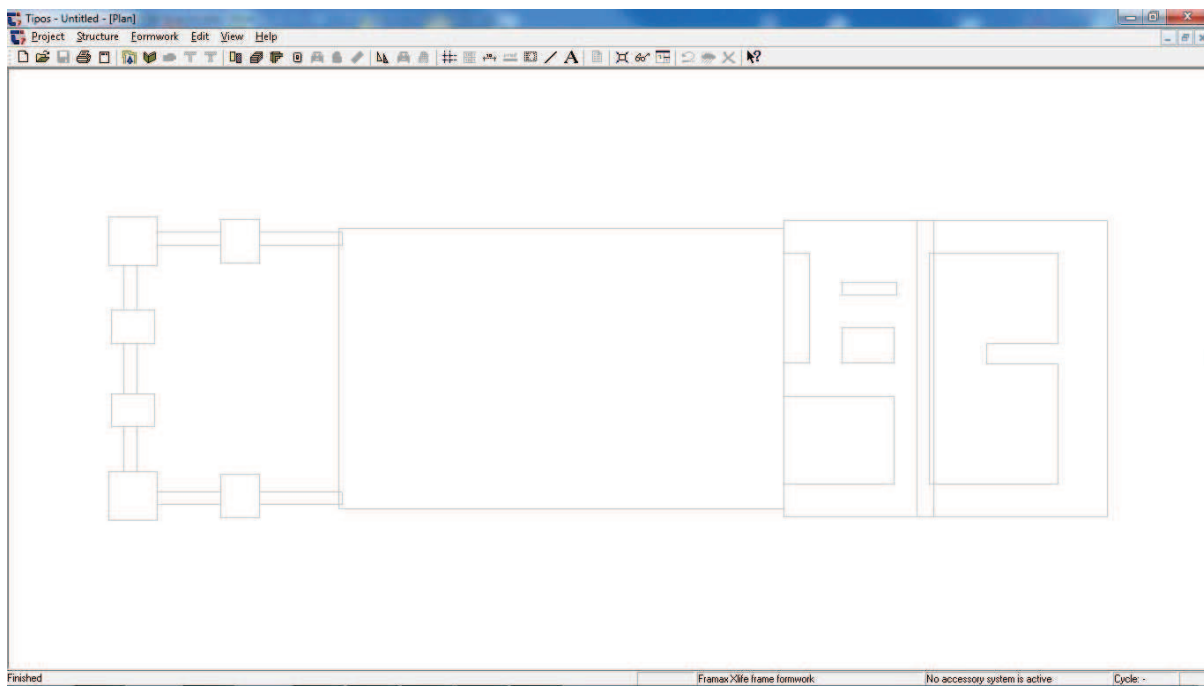
Ko odpremo program, lahko izbiramo med več možnostmi, lahko ustvarimo popolnoma nov projekt, lahko pa odpremo že obstoječega, vendar smo tu omejeni z vrsto datoteke. Tipos uporablja posebne lastne vrste datotek tp5, tp6, tp7, vsaka se nanaša na vrsto verzije programa Tipos. Celotnega že obstoječega projekta, ki smo ga ustvarili v drugih programih ne moremo odpreti. Ob že izdelanem modelu lahko uporabimo drug pristop. Pod zavihkom Struktura (Structure) imamo možnost uvoza strukture (Import Structure) . Program nam da možnost uvoza datoteke oblike dxf (Load File).



Slika 12: Tipos 7.1, uvoz modela

Program Archicad nam omogoča izvoz dxf datotek, najprej moramo nastaviti želene parametre v Nastavitvah pretvornika (File Special => Translation Setup), nato pa datoteko shranimo v obliki dxf (Save As => DXF File). Model lahko shranimo v 3D ali 2D obliki, s tem pa izgubimo inteligentnost modela in obdržimo le linije oziroma plasti (Layers).

Ko smo model shranili v obliki dxf, ga lahko uvozimo v program Tipos prek možnosti uvoza strukture (Import Structure => Load Structure). Opazim, da datotek, ki vsebujejo tridimenzijske modele ne morem uvoziti. Uvozim lahko le datoteke, ki vsebujejo le dvodimenzijske linijske modele – načrte.



Slika 13: Tipos, uvoženi načrti temeljev

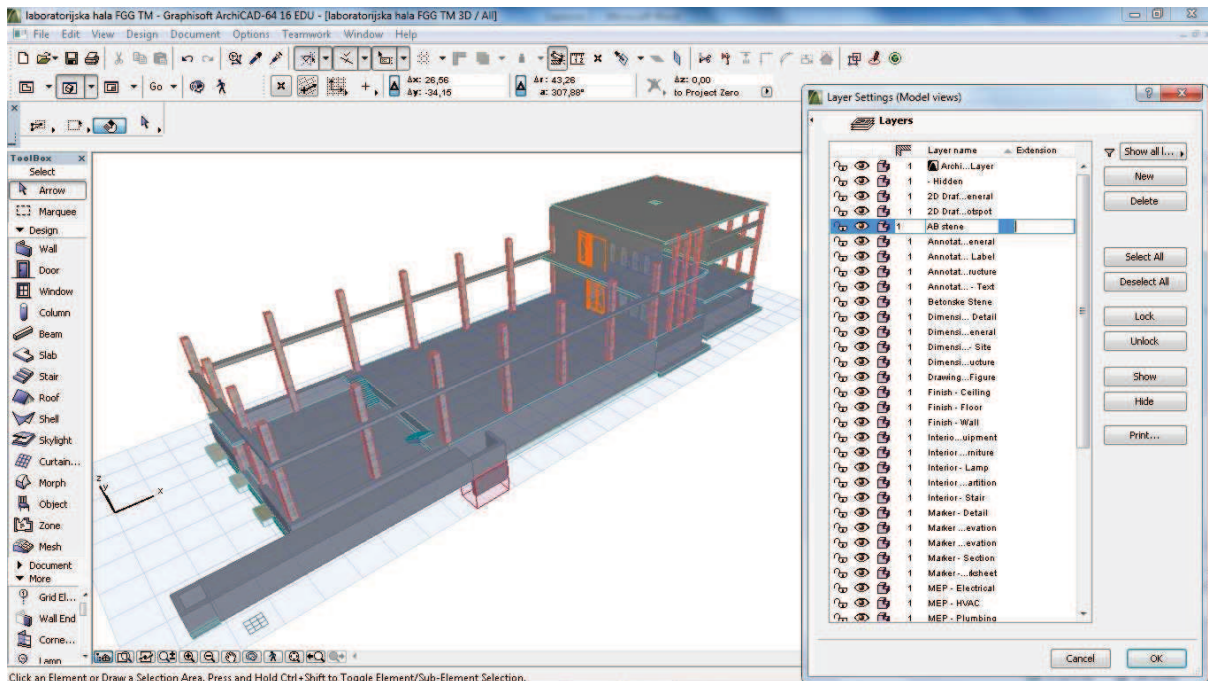
Pomagamo si lahko torej z neinteligentnimi linijskimi dvodimenzijskimi načrti, ki so oropani vseh dodatnih podatkov in vsebujejo le linije ter plasti. Če hočemo uporabiti orodja programa za opaževanje, moramo prej še enkrat izrisati vse strukturne elemente objekta in določiti višine elementov. Za zelen pristop v smislu BIM projektiranja je torej Tipos precej neustrezen, za klasičen pristop preko dvodimenzijskih načrtov pa je delo v programu hitro in preprosto, vendar to ni bil namen diplomskega dela, zato sem se usmeril na druga programska orodja.

4.6 Uporaba programskega orodja Tekla Structures 19.0 za izdelavo opažnih načrtov

Program Tekla Structures je trenutno še edini BIM modelirnik s precej dobro podporo za izdelavo opažev v virtualnem okolju. V katalogu komponent modelirnika se nahajajo tri že izdelana orodja za avtomatsko opaževanje in sicer orodje za opaževanje stebrov (column), zidov (wall) in nosilcev (beam). V nadaljevanju sem podrobno opisal, kako sem izdelal opažne načrte po pristopu, ki je opisan v prejšnjih poglavjih.

4.6.1 Postopek izdelave opažnih načrtov s pomočjo programa Tekla Structures

Za model enostavnega objekta sem izbral laboratorijsko halo, ki se nahaja poleg glavne stavbe Fakultete za gradbeništvo in geodezijo. Najprej sem moral vse betonske elemente modelirati v osnovnem BIM modelirniku, izbral sem Archicad. Betonske elemente sem razdelil podobno, kot je to že do neke mere predlagano v programu Archicad, na temelje, armirano betonske stene, plošče, stebre, nosilce in stopnice.



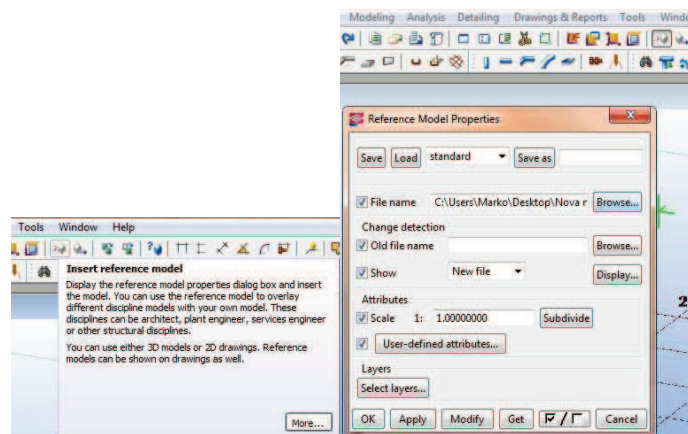
Slika 14: Plasti (Layers) modela v Archicadu

Ko sem izdelal vse armiranobetonske elemente laboratorijske hale, sem lahko model izvozil v obliki IFC, ki jo podpira tudi Tekla Structures. Lastnosti IFC modela v Archicadu nastavimo po postopku: File => File Special => IFC 2x3 => IFC Translation Setup, nato pa datoteko shranimo: Save as => vrste datoteke => izberem ifc2x3 file in jo shranim pod poljubnim imenom.

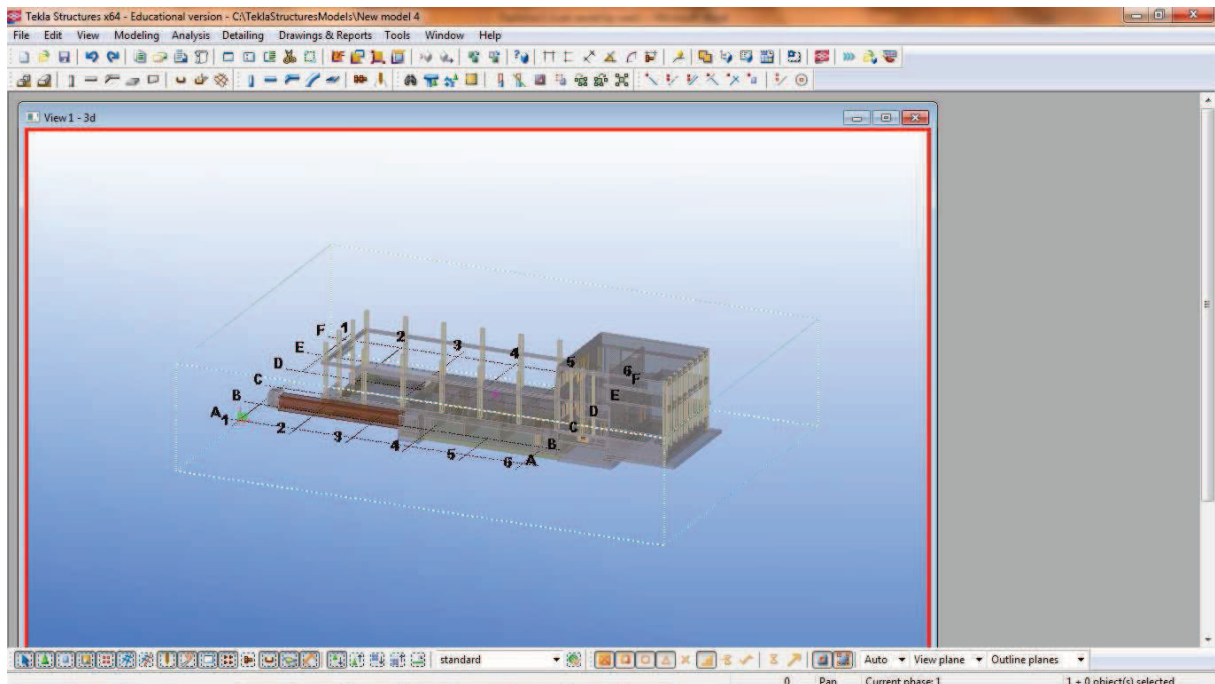
Uvoz IFC modela v Teklo Structures:

Da lahko opravi analizo opažev v Tekli Structures, moram uvoziti model IFC, ki sem ga ustvaril z Archicadom. Odprem Teklo Structures in se ravnam po postopku:

Insert reference model => Browse => apply => kliknemo na referenčno točko na 3D mreži => Če je model prevelik, nas program vpraša, ali naj razširi območje modeliranja (Expand)



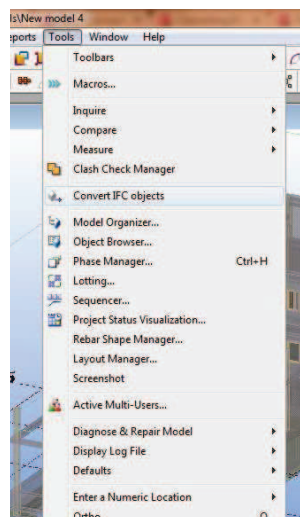
Slika 15: Uvoz modela v Teklo Structures



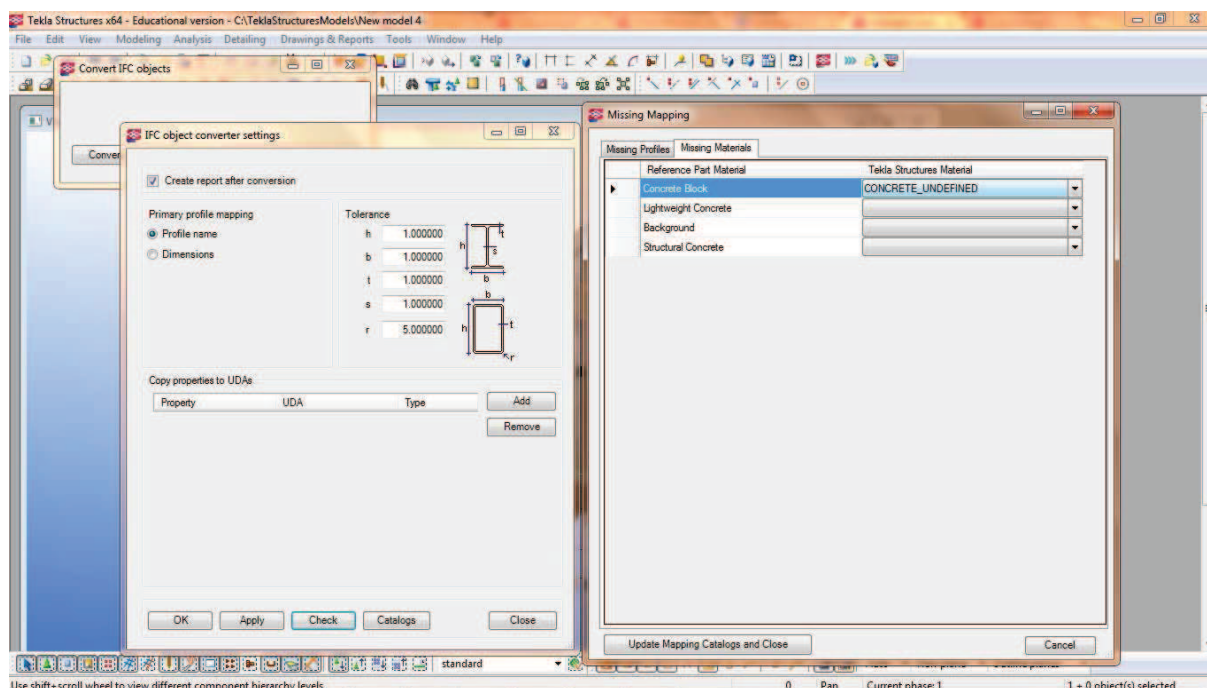
Slika 16: Model IFC, uvožen v Teklo Structures

Pretvorba objektov IFC modela v objekte Tekle Structures:

Ko IFC model uvozimo v Teklo Structures ta model ne vsebuje Teklinih elementov, zato moramo IFC model pretvoriti v model, ki ga lahko uporablja Tekla. To storimo s pomočjo ukaza Convert IFC objects.



Slika 17: Pretvorba IFC objektov

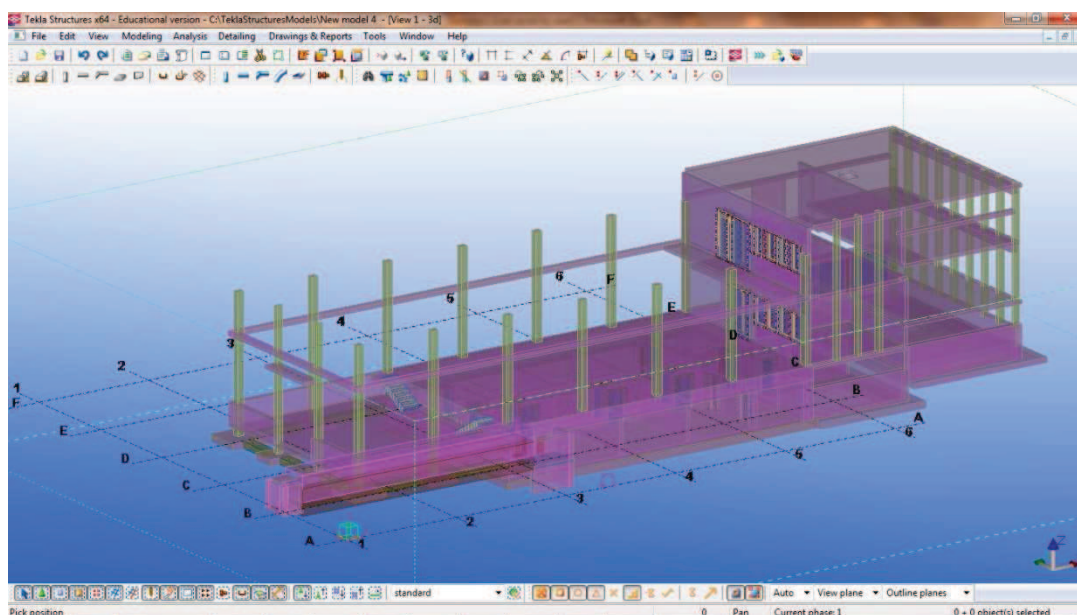


Slika 18: Nastavitve pretvorbe IFC modela

Pred pretvarjanjem moramo nastaviti material za betonske dele IFC modela, to storimo tako, da v oknu za pretvorbo kliknemo Settings => Check => Concrete Block => nastavimo CONCRETE_UNDEFINED, ker še ne poznamo karakteristik materiala. Nato izberemo možnost Convert.

Po končani prevorbi nam program prikaže poročilo pretvorjenih elementov, kjer lahko vidimo, koliko komponent posamezne vrste je v novem modelu, če pa izberemo posamezno pa nam jo označi v 3D oknu.

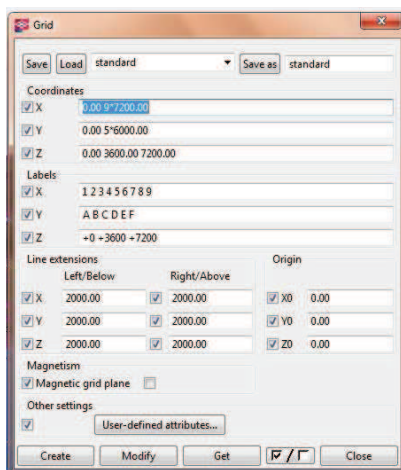
Na prvi pogled se pretvorjen model ne razlikuje od modela v Archicadu. Proces je učinkovit in natančen, zaznamo le nekaj napak, na primer pri stopnicah. Geometrija objekta je sicer precej enostavna, saj imamo večinoma ravne površine brez lukenj in zaokrožitev ter malo konfliktnih mest, kjer se prekrivata dva različna elementa. Uvozili smo tudi le elemente iz armiranega betona, ki so geometrijsko enostavnejši glede na druge elemente, ki se pojavljajo v stavbah.



Slika 19: Pretvorjen IFC model

Ureditev modela:

Vidimo, da je model malo večji od preddefinirane mreže, zato modificiramo mrežo (Modeling => Create Grid).

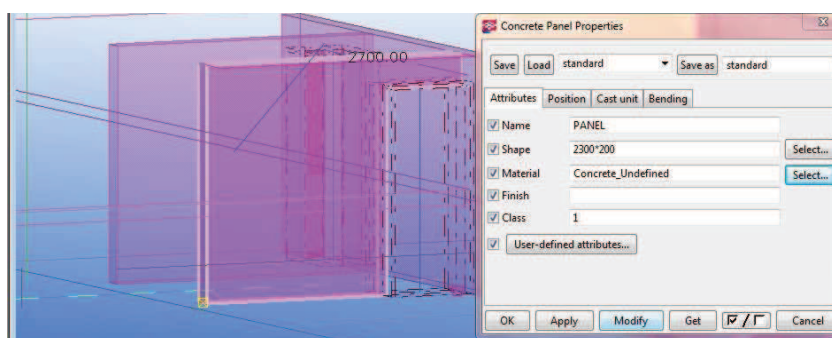


Slika 20: Ustvarjanje mreže

Izbira posameznih elementov je najenostavnejša s pomočjo orodja Object Group – Selection filter. Tako lahko izberemo le želene elemente, vidimo pa tudi ostalo strukturo.

Tekla uporablja za temelje posebne elemente, ki se razlikujejo od plošč in zidov, ko pa model uvozimo iz Archicada se nam temelji pretvorijo v plošče. Zato sem moral temelje ponovno modelirati v Tekli, kar pa ni bila velika težava po krajšem učenju modifikacije elementov.

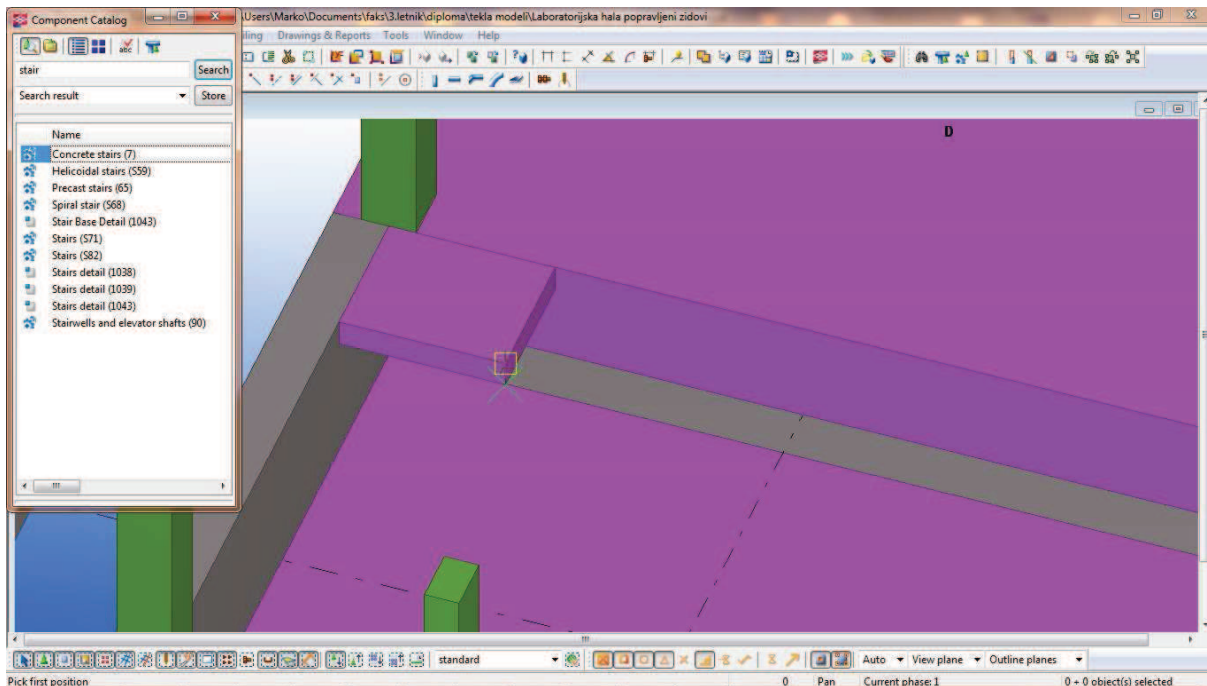
Tekla iz IFC modela tudi ni prepoznala zidov kot svojih elementov, tu pa sem ubral drug pristop. Ob pretvorbi Tekla privzame za vse elemente razred 992 (Class 992). To je vidno v lastnostih posameznega elementa. Če hočem element spremeniti v drugo vrsto, mu enostavno spremenim razred v razred zelenega elementa:



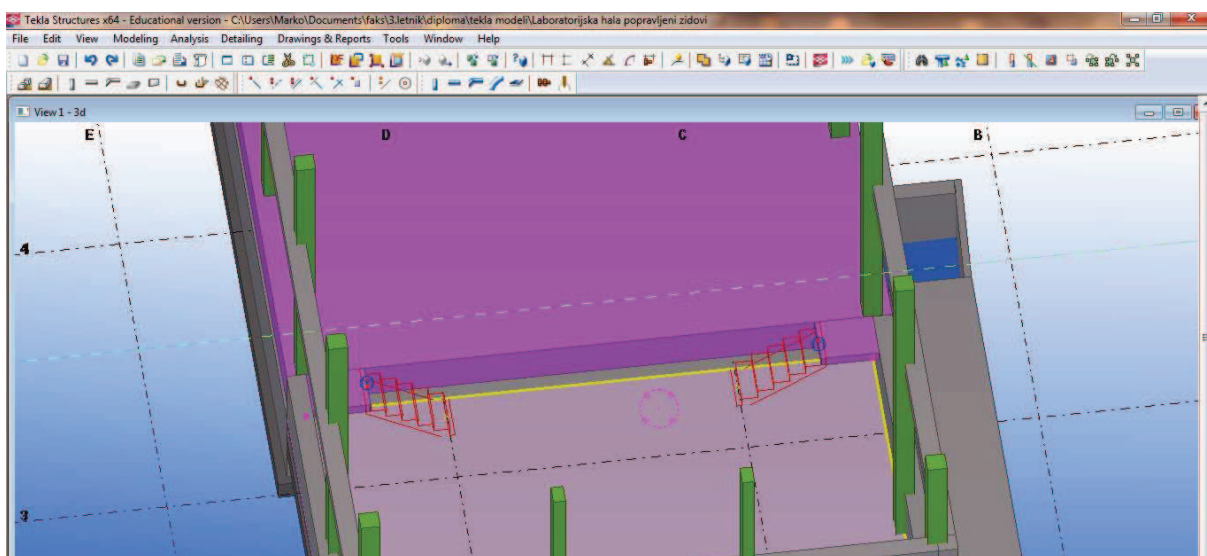
Slika 21: Sprememba razreda zidu

Naslednja napaka se je pojavila pri pretvorbi stopnic, ki jih je pretvornik spremenil v nosilec.

To sem popravil tako, da sem izbrisal pretvorjena nosilca in uporabil Teklino vgrajeno funkcijo izdelave stopnic (Concrete Stairs), ki se nahaja v katalogu komponent.



Slika 22: Katalog komponent – stopnice

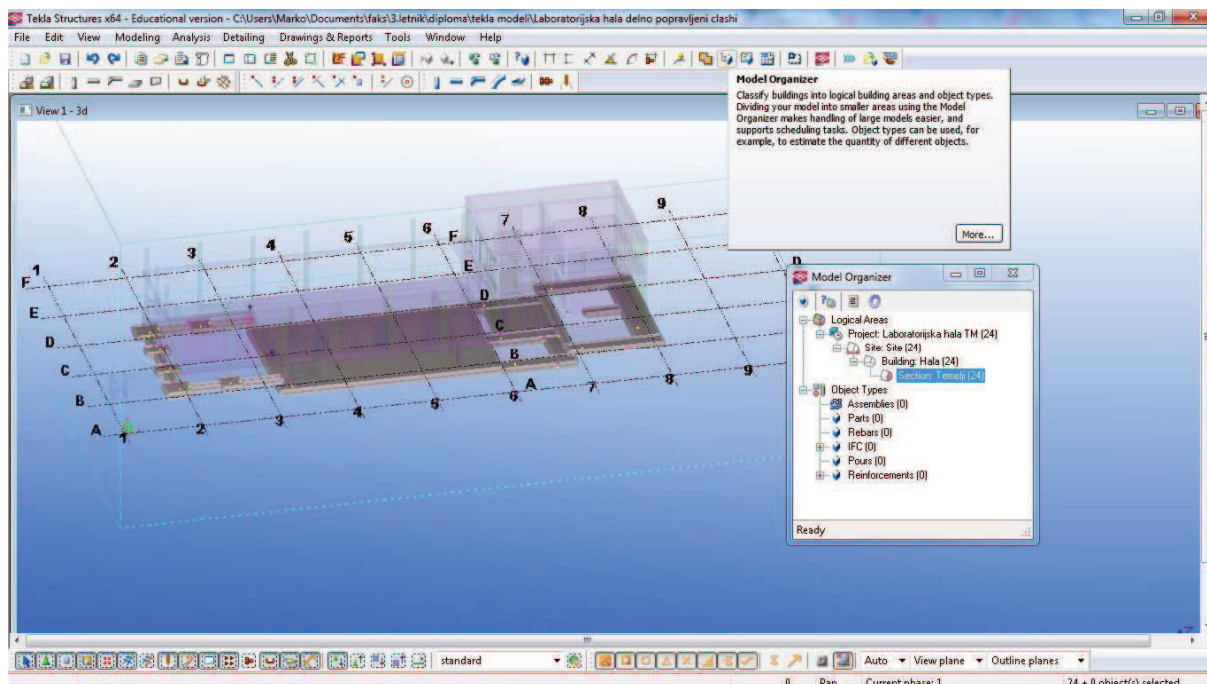


Slika 23: Urejene stopnice

Opazim, da je več plošč in gred brez podpore. Razlog je, da sem modeliral le betonski del konstrukcije. Podpiranje teh elementov se zagotovi z opečnimi stenami, ki pa niso bistvene za opaževanje. Pri opaževanju upoštevam, da ti elementi ne stojijo v zraku, ampak so podprti, zato spodaj ne potrebujem opažev.

Uporaba orodja organizacije modela (Model organizer):

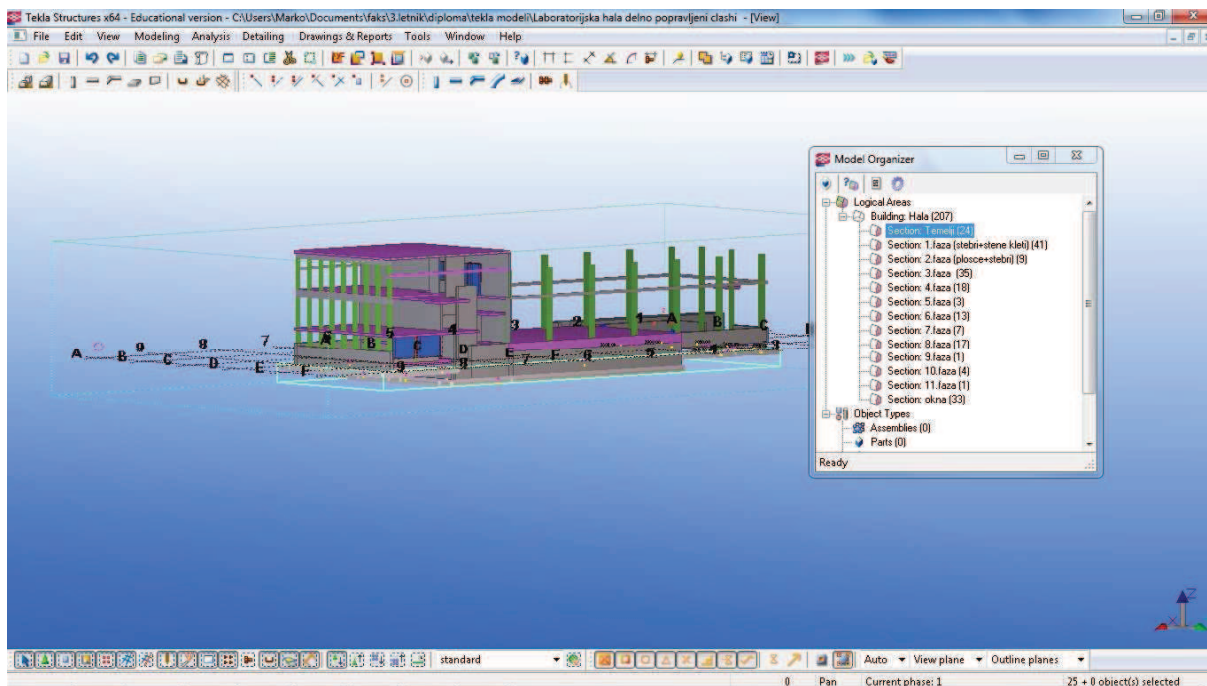
Da imamo nek pregled in da objekt razdelimo glede na približen potek gradnje se poslužimo za to pripravljenega orodja Model Organizer. Da lahko elemente razvrstimo moramo najprej ustvariti nov objekt (Building) in nato nov prerez (Section) ali nadstropje (Story). Nato izberemo elemente, ki jih želimo prirediti določenemu prerezu oziroma nadstropju. To storimo tako, da izbrane elemente dodamo k določeni kategoriji (Add Selected to Category). Da izberemo le določeno kategorijo, v organizatorju kliknemo nanjo in pritisnemo tipko enter.



Slika 24: Urejanje modela

Skupno sem ustvaril 13 kategorij oziroma faz in tako objekt razdelil z obzirom na časovni potek opaževanja elementov.

Potem, ko sem skril stene, sem opazil, da je pretvornik spremenil okna v nosilce (Beam). Vsa okna sem združil v skupno kategorijo okna, da sem jih lažje obvladoval.



Slika 25: Vse kategorije

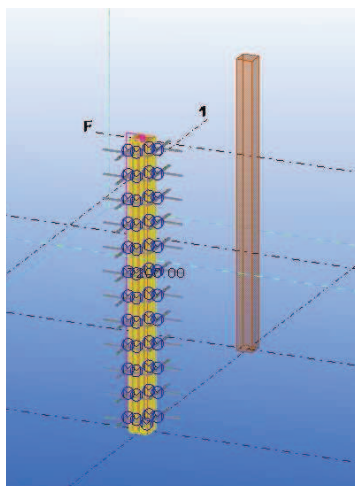
Pregled orodij opaževanja:

Tekla je trenutno edini BIM modelirnik, ki ima že vgrajeno podporo za opažne elemente. Opaži so programirani kot komponente (components). Do njih lahko dostopamo po sledečem postopku:

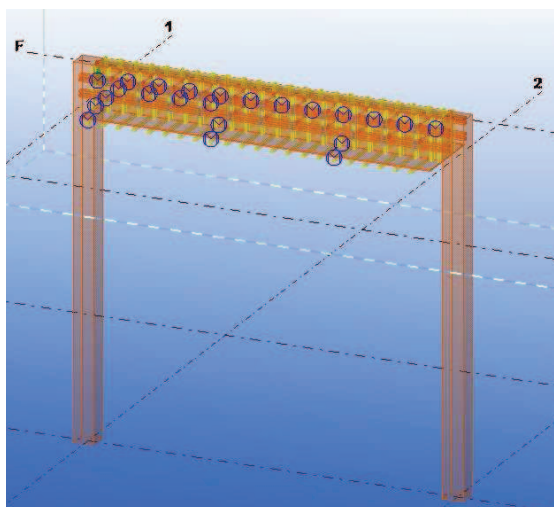
Detajliranje (Detailing) => Komponenta (Component) => Katalog komponent (Component Catalog). V prvi vrstici okna, ki se pojavi lahko vtipkamo ime iskane komponente, v drugi pa izberemo področje, v katerem se nahaja. Opažne komponente najdemo, če vpišemo za iskanje formwork (angleško opaži) in za področje vse (all). Ko pritisnemo Search, nam Tekla vrne rezultate iskanja. Vidimo, da smo našli 3 rezultate iskanja. Te komponente so namenjene za tri najpogostejše elemente, stebre (Column_Formwork), zidove (Wall_formwork) in nosilce (Beam_Formwork).

Uporaba opažnih komponent je enostavna, v katalogu komponent izberemo vrsto za element, ki ga želimo opažiti, nato pa v modelu kliknemo na element. Računalnik potrebuje kar nekaj časa, da ustvari virtualni opaž okoli betonskega elementa.

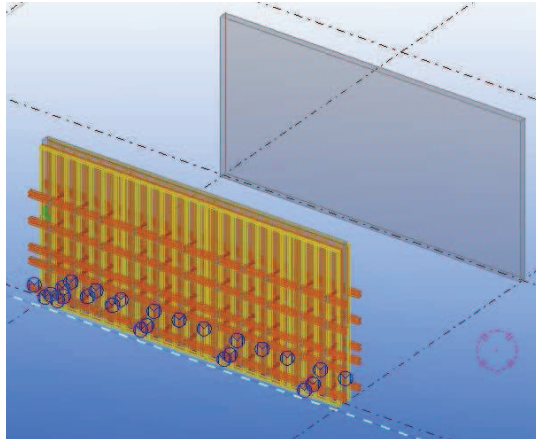
Vidimo, da se opaži za osnovne elemente, ki so izolirani od ostalih elementov kar dobro obnašajo.



Slika 26: Opaž stebra in betonski steber

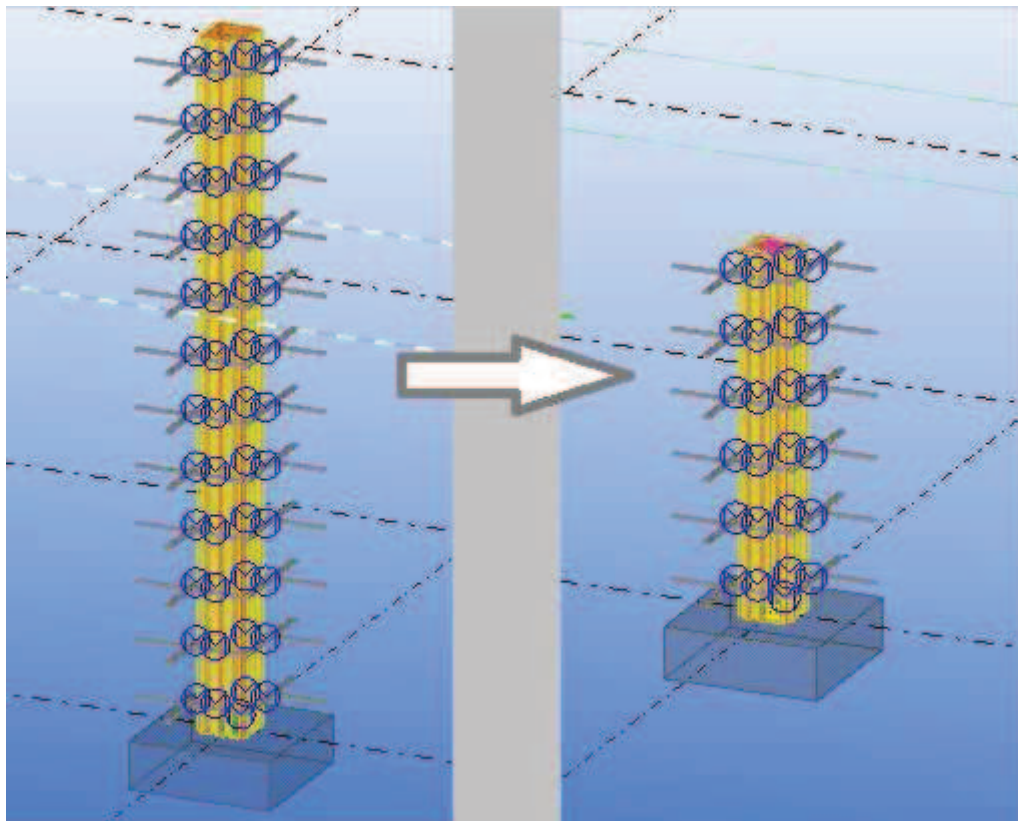


Slika 27: Opaž nosilca, ki povezuje dva betonska stebra



Slika 28: Opaž betonske stene in betonska stena

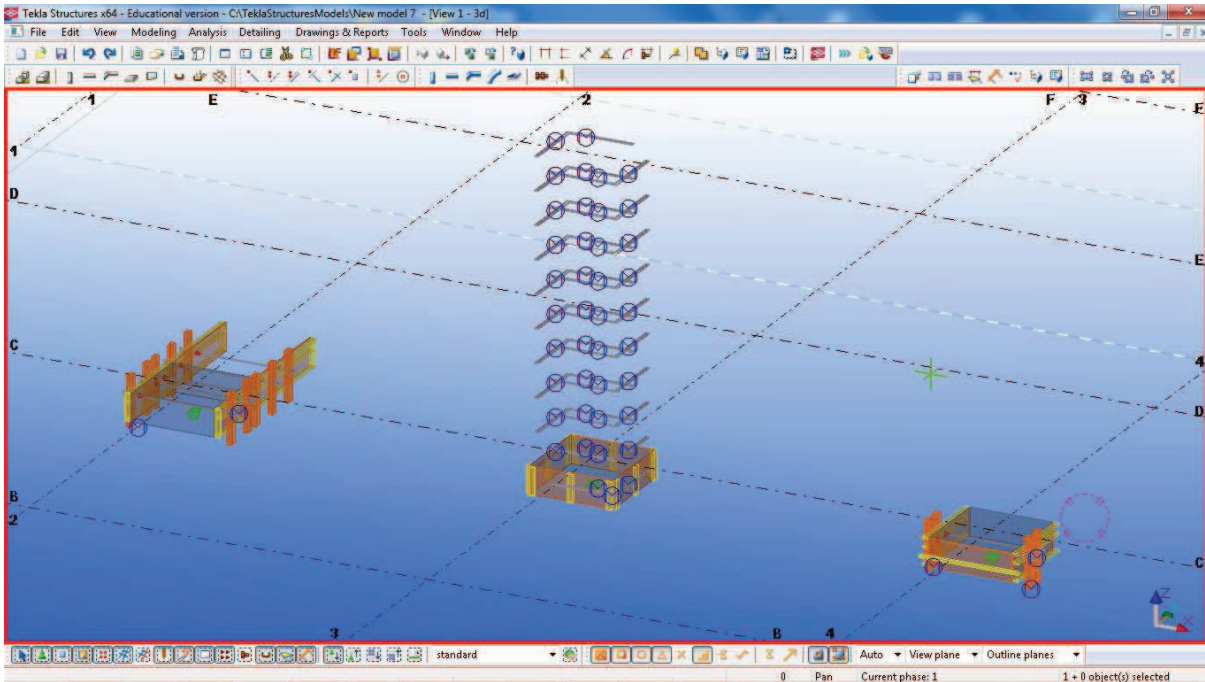
Ključna prednost dela z inteligentnimi komponentami je njihova avtomatska prilagoditev geometrije. Za opažne komponente je to zelo pomembno, saj se v primeru spremembe dimenzij betonskega elementa avtomatično spremenijo tudi dimenzije opažnih komponent tako, da se prilegajo novi geometriji. Primer spremembe geometrije stebra v Tekli, spremeni se tudi geometrija opažev:



Slika 29: Primer spremembe geometrije stebrov

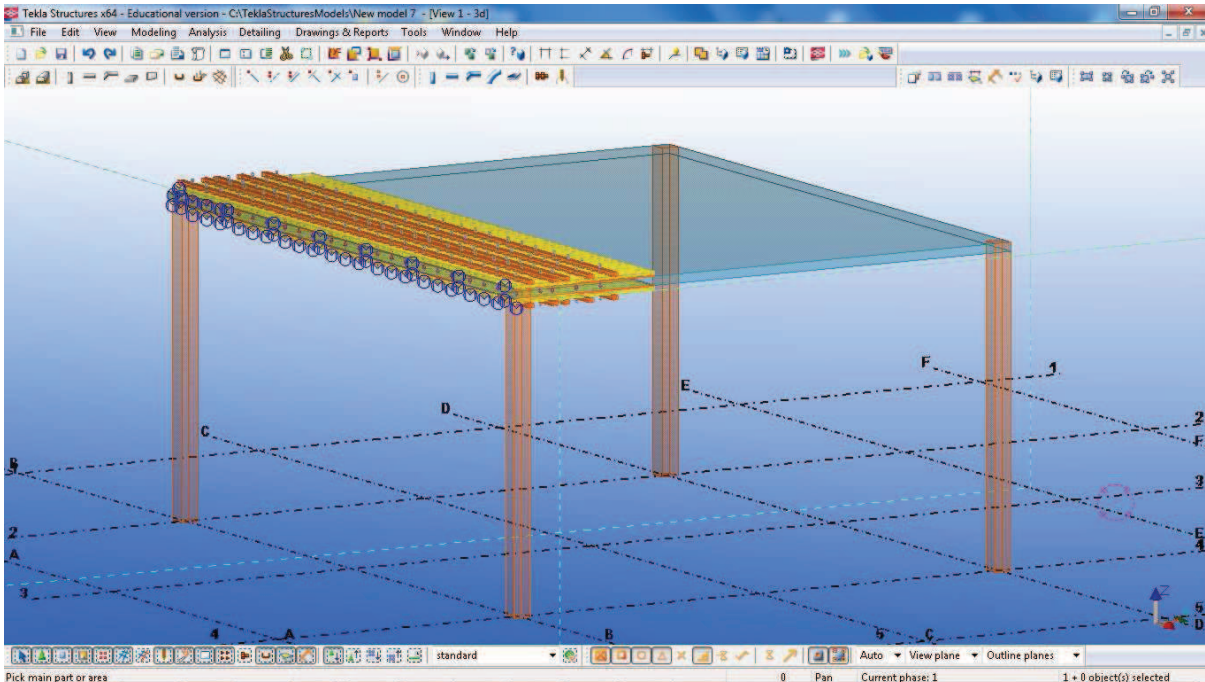
Komponente pa se ne obnašajo več tako dobro, ko jih poskušam prirediti na elemente, ki niso podprti s svojimi opažnimi komponentami.

Primer temelja:



Slika 30: Primer uporabe različnih orodij za opaževanje točkovega temelja

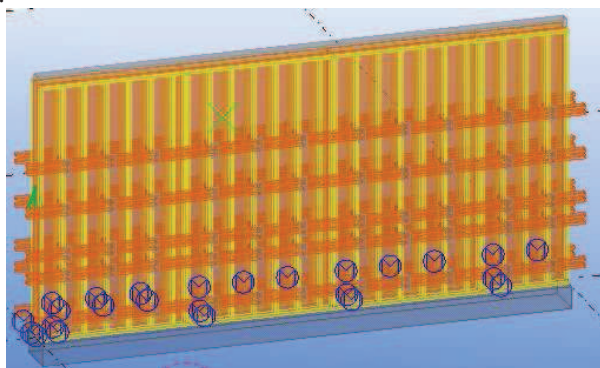
Primer plošče, v vogalih podprte s stebri:



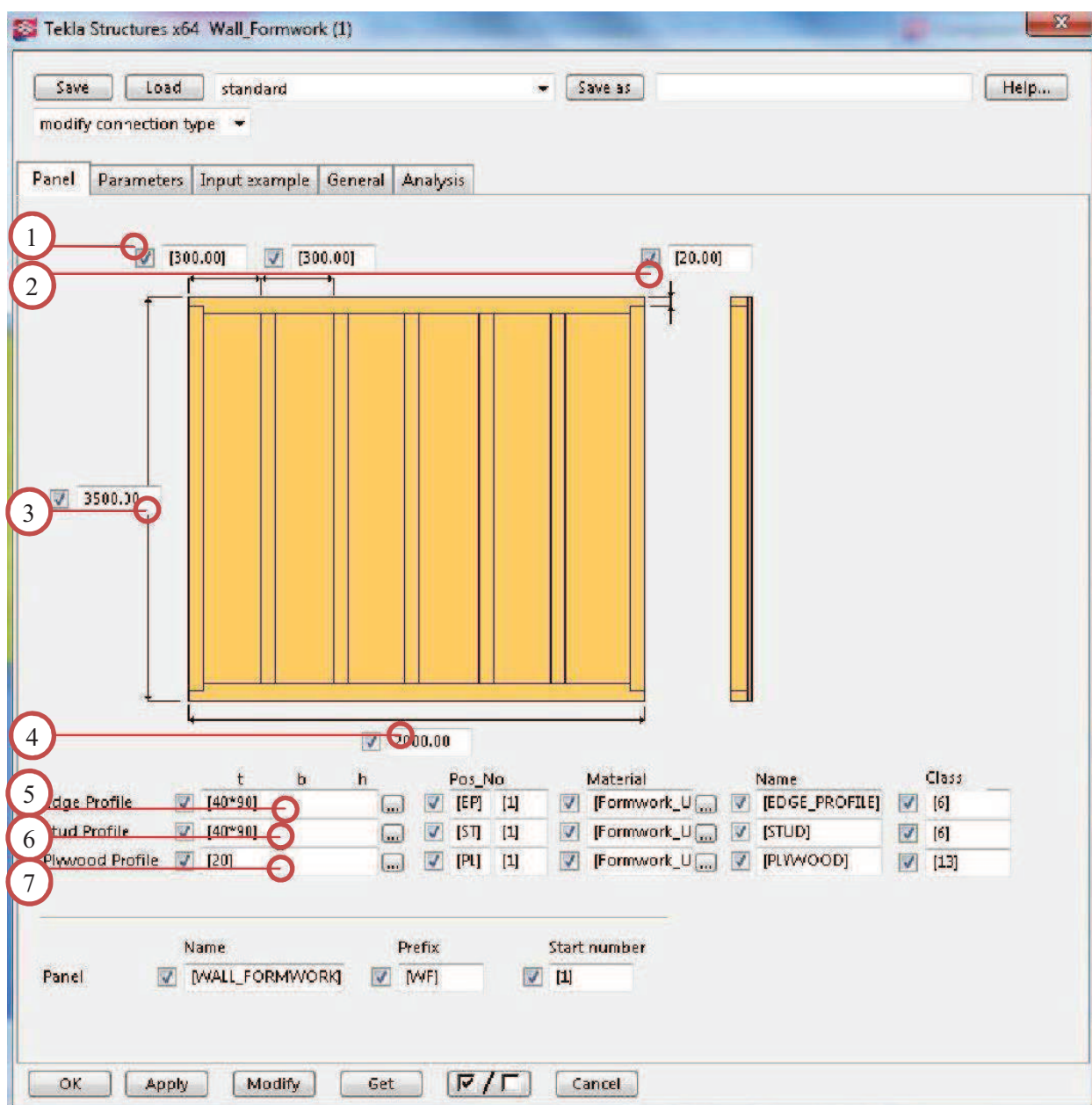
Slika 31: Primer opaža plošče, podprte s stebri

Če je element izoliran od drugih elementov, ni kakšnih večjih problemov. Hitro pa opazim, da so precej problematična mesta, kjer se stikajo elementi. Tu se opažne komponente prekrivajo, kar je seveda nemogoče v dejanskih konstrukcijah. Taka prekrivanja je potrebno urediti z modificiranjem posameznih delov opažne komponente.

Do določene mere nam Tekla nudi tudi spreminjanje sestave posamezne opažne komponente, saj lahko sami določimo dimenzije plošče v stiku z betonom, sekundarne in primarne nosilne konstrukcije. Do možnosti urejanja dostopamo z dvoklikom na opažno komponento. Primer urejanja opažne komponente zidu:



Slika 32: Opažna komponenta zidu

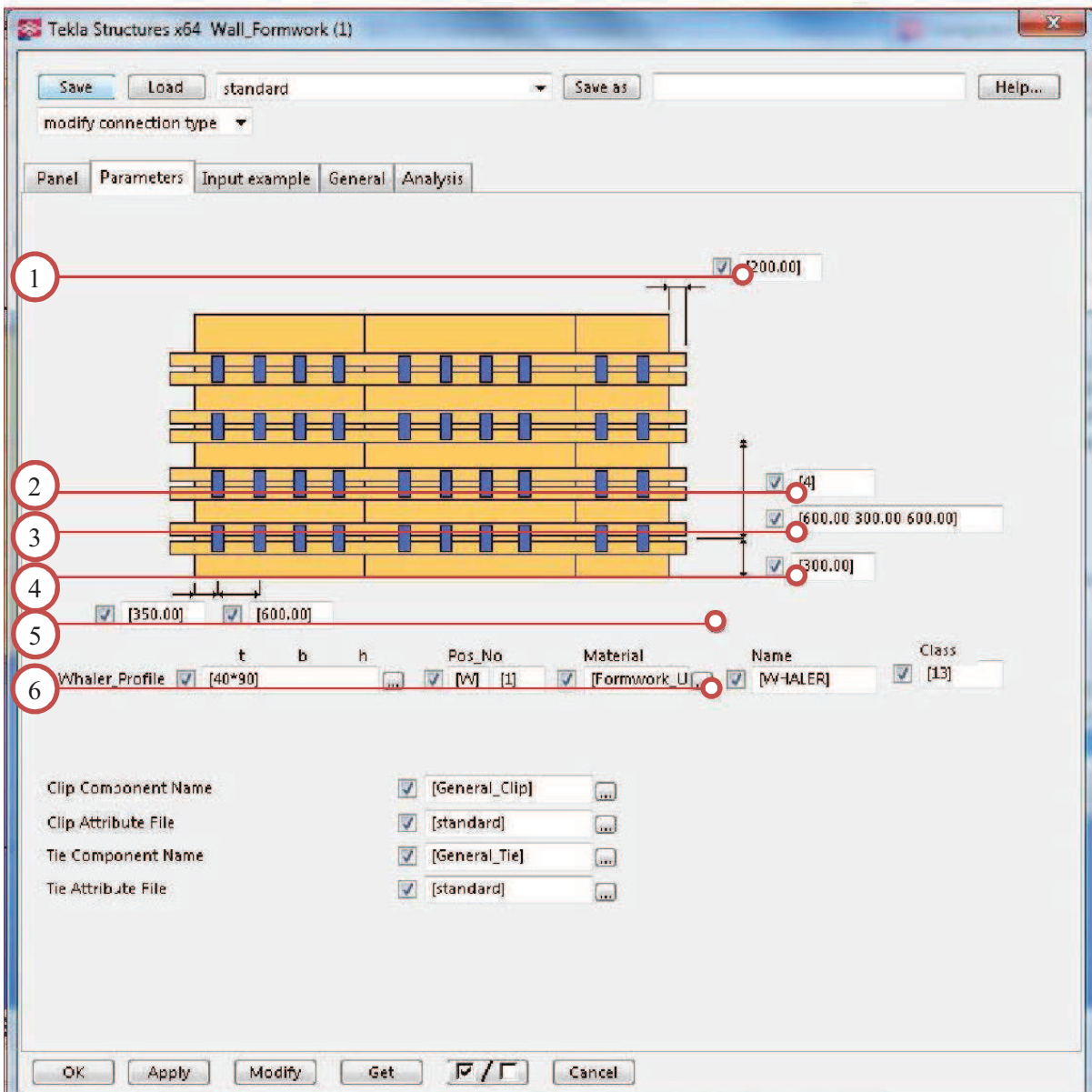


Slika 33: Zavihek Panel, v katerem lahko modificiramo opažno komponento

Na prejšnji sliki so označene glavne podkomponente opažne komponente zidu, ki jih lahko poljubno spreminjamo pod zavihkom Panel:

1. razmik sekundarnih nosilcev
2. višina horizontalnega sekundarnega nosilca na konceh
3. celotna višina panela
4. celotna širina panela
5. dimenzije vertikalne sekundarne nosilne konstrukcije
6. dimenzije horizontalne sekundarne nosilne konstrukcije
7. debelina plošče v stiku z betonom

Zavihek Parameters:



Slika 34: Zavihek Parameters

Glavne podkomponente opažne komponente zidu, ki jih lahko poljubno spreminjamo pod zavihkom Parameters:

1. dimenzija podaljšanja primarne nosilne konstrukcije preko dolžine panela
2. število sklopov primarne nosilne konstrukcije

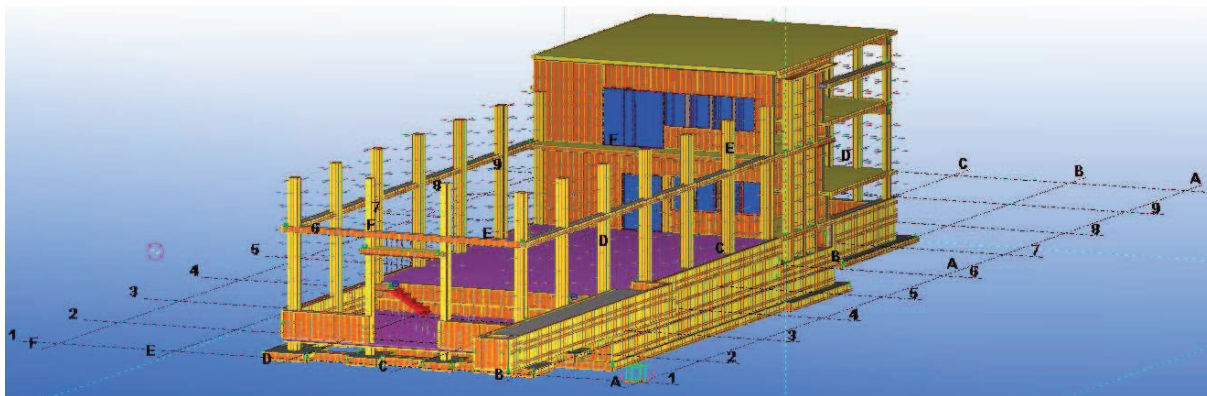
3. dimenzije razmikov primarne nosilne konstrukcije
4. dimenzija višine spodnje nosilne konstrukcije
5. dimenzije razmikov povezovalnih elementov
6. dimenzije nosilcev primarne nosilne konstrukcije

OPAŽEVANJE LABORATORIJSKE HALE

Po začetnem spoznavanju orodij sem se lotil modela laboratorijske hale. Projekt sem že prej s pomočjo organizatorja razdelil na logične faze, kot bi potekalo realno vlivanje betona. V knjižnici komponent poiščem opaže (formwork) in začnem s točkovnim temeljem. Izberem opaž za steber, ki mu v lastnostih spremenim višino ter razdalje med ojačitvenimi morali. Potrebno pa ga je tudi ročno modificirati (modify), saj se prekriva z nadaljnjim pasovnim temeljem. Problematični so tudi jekleni oporniki opaža stebra, saj je mišljeno, da so zvezni, tu pa jih prekinemo s pasovnim temeljem. Za nadaljnji pasovni temelj uporabim opaž za zid (Wall formwork). Ta se kar dobro obnaša, v lastnostih mu je sicer potrebno modificirati višino, število opornih moralov in povezav ter njihovo dolžino. Pri nekaterih nadaljnjih opažih pasovnih temeljev so se opaži razporedili po krajši stranici, zato sem moral modificirati temelje. Problem se pojavi zaradi pretvorbe elementov, orodje za opaževanje razporedi opaže glede na koordinate začetnih in končnih točk elementa, pretvornik IFC modela pa elementov ne modificira da bi se obnašali pravilno, zato sem moral nekatere temelje ponovno izrisati s pravilnimi začetnimi in končnimi koordinatami. Ker Teklino orodje za opaževanje zidov namesti opaže le z dveh strani, lahko za ostali stranici elementov naredimo zelo tanke zidove v višini in širini stranice, ki jo želimo opažiti, na njih uporabimo orodje za opaževanje in opaže na notranji strani elementa izbrisemo.

Pri temeljih je potrebno namestiti opaže le ob straneh temeljev, nato pa nadaljujemo z opaževanjem prve faze, kjer se nahajajo zidovi in stebri v pritličju oziroma kleti. Tu je cela množica armiranobetonskih tankih zidov, ki jih je potrebno opažiti, tu pa se neskladja pojavijo na stikih. Tudi tu sem težave reševal s pomočjo zelo tankih zidov. Pri naslednji fazi je bilo potrebno izdelati tudi opaž plošče iz spodnje strani. Tekla nima posebej pripravljenega orodja za opaževanje plošč, zato sem tudi tu moral improvizirati, poskusil sem z orodjem za opaže zidov, vendar se je opaž pojavil na zgornji in spodnji strani plošče, ob modificiranju pa se je podrla celotna struktura komponente. Ker rezultati niso bili sprejemljivi sem moral ubrati drugačen pristop in sicer sem vse plošče zamenjal z zelo širokimi nosilci. Tako sem delno odpravil probleme saj imajo nosilci opaž nameščen le s spodnje strani in ob straneh. Problem pa je še vedno vertikalno podpiranje opaža, saj za to ni pripravljenega nobenega orodja. Tudi v nadaljnjih fazah se pojavijo podobni problemi. Ponekod se zaradi urejanja opažne komponente delno poruši njena struktura, zato nekaterih detajlov nisem uspel rešiti. Predvsem so problematične plošče in stikovanje elementov.

Po končanem opaževanju vseh elementov model izgleda tako:



Slika 35: Izgled končnega modela opažev

Program nam v komponentah sam predlaga dimenzije posameznih elementov (plošča, primarna, sekundarna nosilna konstrukcija). Predlagane dele opažnih komponent bi bilo v smislu odpornosti potrebno preveriti, vendar to ni bil namen diplomskega dela, zato sem privzel že predlagane elemente.

Izdelava opažnih načrtov

Kot je navedeno v poglavju o regulativi morajo opažne risbe izpolnjevati pogoje natančnosti merila, vsebovati morajo glavo z zahtevanimi podatki in ostale zahtevane dele. V Tekli je izdelava risb dokaj enostavna in hitra. Uporabimo lahko orodja programa za avtomatsko izdelavo načrtov, ki jih je na koncu potrebno le malo modificirati. V nadaljevanju je kratko opisan postopek izdelave načrtov. Če hočemo dobiti dvodimenzionalen načrt moramo prej ustvariti dvodimenzionalen pogled. Ko se nahajamo v 3D pogledu modela gremo na zavihek Pogled (View) => Ustvari pogled modela (Create View of Model) => Uporaba dveh točk (Using Two Points). Kliknemo na dve točki na mreži in smo pozorni kam kažejo puščice pogleda. S kombinacijo tipk Ctrl+P dostopamo do 2D pogleda. Nato lahko začnemo z ustvarjanjem načrtov. Pod zavihkom Načrti in poročila (Drawings and Reports) izberemo Izdelaj skupno prirejene načrte (General Arrangement Drawing). Odpre se nam okno, kjer lahko izberemo kateri pogled želimo vključiti na načrt. Izberemo zelenega in kliknemo Create (Ustvari). Program nam odpre ustvarjen načrt, ki vsebuje risbo modela, glavo in okvir načrta. Velikost načrta in postavitev lahko poljubno spremenimo. Specifikacije o dovoljenih obremenitvah morajo biti navedene na načrtu opaža, tu sem podal le vrednost, vzeto iz podatkov ponudnika opažnih elementov Doka [7], in sicer 60 kN/m^2 . Izgled opažnih načrtov, izdelanih s pomočjo Tekle Structures je prikazan v prilogah diplomske naloge.

5 ZAKLJUČEK IN PREDLOGI ZA NADALJNJE RAZISKAVE

Področje opažev in opažnih načrtov ima relativno slabo podporo informacij glede na ostala področja gradbeništva, čeprav je to področje povezano s potencialno velikimi prihranki materiala in posledično zmanjšanjem stroškov. Na voljo ni enotnega standarda za opaže, v katerem bi bile zajete vse zahteve in pogoji, ki so raztreseni po različnih standardih in pravilnikih. Manjša zmeda vlada tudi pri klasifikaciji opažev, saj skoraj vsak avtor opaže deli po svoje.

Na področju uporabe informacijskih modelov za opaževanje in izdelavo opažnih načrtov je dostopnih zelo malo podatkov, večina na svetovnem spletu, strokovne literature pa še ni prav veliko, saj gre za precej novo področje, kjer pa se stvari hitro spreminjajo in napredujejo. Teoretična ozadja o povezavi med BIM in opaži so bila delno že obravnavana, bolj problematičen je praktični del, ki nima pravzaprav nobene podpore v literaturi. Večina avtorjev v zaključkih svojih raziskav predlaga izboljšave v samih programskih orodjih, da se bo delo načrtovalcev opažev in opažnih načrtov olajšalo.

Da lahko izkoristimo moč informacijskega modeliranja stavb je potrebno za izdelavo virtualnih opažev uporabiti inteligentne komponente, ki se samodejno prilagodijo geometriji betonskega elementa objekta. Te komponente so posledično vezane na osnovni element, v primeru spremembe geometrije osnovnega elementa se mora spremeniti tudi geometrija opažne komponente. Večina programskih orodij informacijskega modeliranja stavb še ne nudi take podpore za obravnavano področje. Edini BIM modelirnik, ki je v najnovjših verzijah ponudil delno rešitev je Tekla Structures. Izdelava virtualnih opažev s pomočjo inteligentnih komponent je v nasprotju z ostalimi ponudniki zelo dobra, vendar precej nerodna za resno delo. Najbolj problematični pa so stiki elementov, saj se ponekod opažne komponente prekrivajo. To sem reševal z modificiranjem opažnih komponent, kar pa ni vedno potekalo gladko, saj se je velikokrat podrla struktura komponent. Za elemente objekta, ki so izolirani od ostalih, pa so opažne komponente povsem primerne, saj jim lahko enostavno spremenimo skoraj vse lastnosti in se dobro obnašajo tudi ob spremembi geometrije. Druga izrazita prednost informacijskega modeliranja je tudi izdelava opažnih načrtov, saj nam jih program lahko avtomatsko generira in zahtevajo le manjše popravke. Informacijski model pa lahko kasneje izkoristimo tudi za nadaljnje analize, na primer analizo stroškov, analizo logistike gradbišča in ostala področja.

Čas, ki sem ga porabil za izdelavo opažnih načrtov je verjetno večji kot če bi jih poskusil narediti s pomočjo klasičnega dvodimenzionalnega pristopa. Seveda mi je veliko časa vzelo učenje različnih programskih orodij, ki sem jih uporabil pri izdelavi diplomskega dela, saj predvsem za Teklo Structures ni vedno podane podpore za vsak korak izdelave modela in njegove modifikacije. Potrebno pa je bilo tudi pregledati veliko informacij v zvezi z opaži, od katerih je bila množica slabo relevantnih, predvsem o zvezi med BIM in opaži pa jih sploh ni bilo veliko. Področje diplomske naloge je zelo zanimivo, vendar je precej široko. Vseh podpodročij zaradi obsega diplomske naloge nisem mogel obravnavati zelo podrobno. Dobil pa sem precej dober splošen pogled na področje opažev in opažnih načrtov. Pri izdelavi diplome sem se srečal z veliko različnimi programskimi orodji, Archicad in Teklo Structures sem spoznal nekoliko podrobneje, kar mi bo gotovo koristilo v nadaljevanju študija oziroma na poklicni poti.

Za boljšo podporo vsem, ki se ukvarjajo z opaži, bi bilo potrebno narediti še veliko podobnih raziskav ter jih povezati z drugimi področji, moje diplomsko delo je dejansko le vpogled v to zanimivo področje. Pokazal sem, da je opažne načrte možno izdelati po zastavljenem postopku, vendar pa končni rezultati še vedno niso najboljši. Za enostavno delo načrtovalcev opažev bi bilo potrebno izboljšati programska orodja in narediti še precej podobnih in bolj podrobni analiz, saj so možnosti za izrabo informacijskih modelov velike, v nadaljevanju posredujem nekaj idej, ki so se mi porodile med izdelavo diplome:

- reševanje detajlov stikov opažnih komponent v BIM modelirnikih,
- izdelava parametričnih komponent opažev za dele objekta, ki še niso zastopani v BIM modelirnikih,

- povezava med armaturo in opaži,
- časovni potek gradnje z logistično analizo, ki bi vsebovala tudi fazo opaževanja in razopaževanja,
- analiza stroškov opažev s pomočjo BIM modelirnikov,
- podpora načrtovanju opažev z zahtevno geometrijo s pomočjo programskih orodij,

VIRI

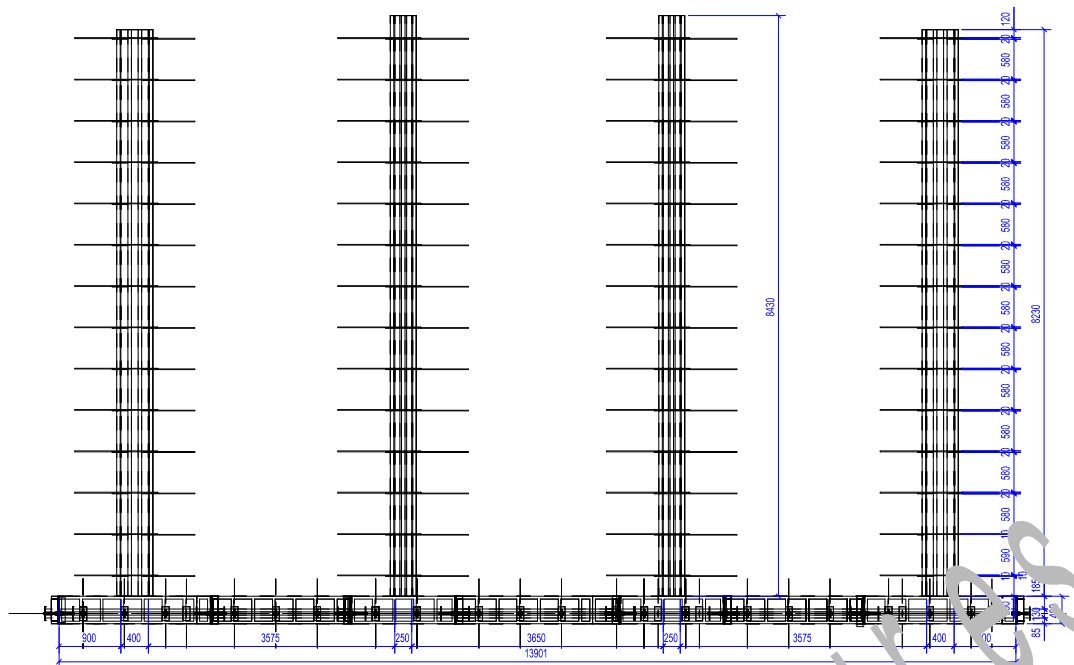
- [1] Archicad. 2013.
<http://en.wikipedia.org/wiki/ArchiCAD> (Pridobljeno 28. 8. 2013.)
- [2] Archicad - talk. 2013
<http://archicad-talk.graphisoft.com> (Pridobljeno 17. 9. 2013.)
- [3] BIM and Concrete Formwork Repository. 2013.
<http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPRT296002011.pdf> (Pridobljeno 28. 8. 2013.)
- [4] Building information modeling for construction applications : formwork installation and quantity take off. 2013.
<https://circle.ubc.ca/handle/2429/43194> (Pridobljeno 28. 8. 2013.)
- [5] Cerovšek, T. 2010. Informacijsko modeliranje zgradb (BIM): uvod. Gradb. vest. 59, 3: 71-72.
- [6] Cerovšek, T. 2011. Študijsko gradivo pri predmetu Digitalno načrtovanje.
- [7] Doka opažni katalog. 2003.
- [8] Hren, D. 2013. Regulatorna na področju opaževanja, Maribor, FG Maribor: 89 str.
- [9] Interoperability. 2013.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Interoperability> (Pridobljeno 28. 8. 2013.)
- [10] Pančur, A. 2011. Primerjava izvedbe poslovno-skladišnega objekta z uporabo različnih opažnih sistemov. Ljubljana, FGG: 127 str.
- [11] Pogačar, Boris. 2006 - Doka opažni sistem SL-1 za gradnjo predorov. Primer: Predor Šentvid, Ljubljana, FGG: 152 str.
- [12] Pravilnik o projektni dokumentaciji. Uradni list RS št. 55/2008, z dne 4. 6. 2008.
- [13] SIST EN 13670:2010. Izvajanje betonskih konstrukcij.
- [14] Speeding up the process of modeling temporary structures in a building information model using predefined families. 2013.
<http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/ETD-TAMU-2010-12-8998/SABAHI-THESIS.pdf?sequence=2> (Pridobljeno 28. 8. 2013.)
- [15] Tekla. 2013.
<http://www.tekla.com/ae/solutions/structural-engineers/Pages/Default.aspx> (Pridobljeno 17. 9. 2013.)
- [16] Tekla international. 2013.
<http://www.tekla.com/international/products/tekla-structures/Pages/Default.aspx> (Pridobljeno 28. 8. 2013.)
- [17] Tekla structures in practice: DPR Construction - United States. 2013.
http://www.tekla.com/us/Documents/DPR_lowres.pdf (Pridobljeno 24. 6. 2013.)
- [18] Teknigroup
<http://www.teknigroup.com/blog/> (Pridobljeno 17. 9. 2013.)

- [19] Tipos. 2013.
<http://www.doka.com/web/tools/tipos/tipos.en.php> (Pridobljeno 28. 8. 2013.)
- [20] Using BIM for smarter and safer scaffolding and formwork construction: a preliminary methodology. 2013.
<http://eprints.qut.edu.au/51324/> (Pridobljeno 28. 8. 2013.)

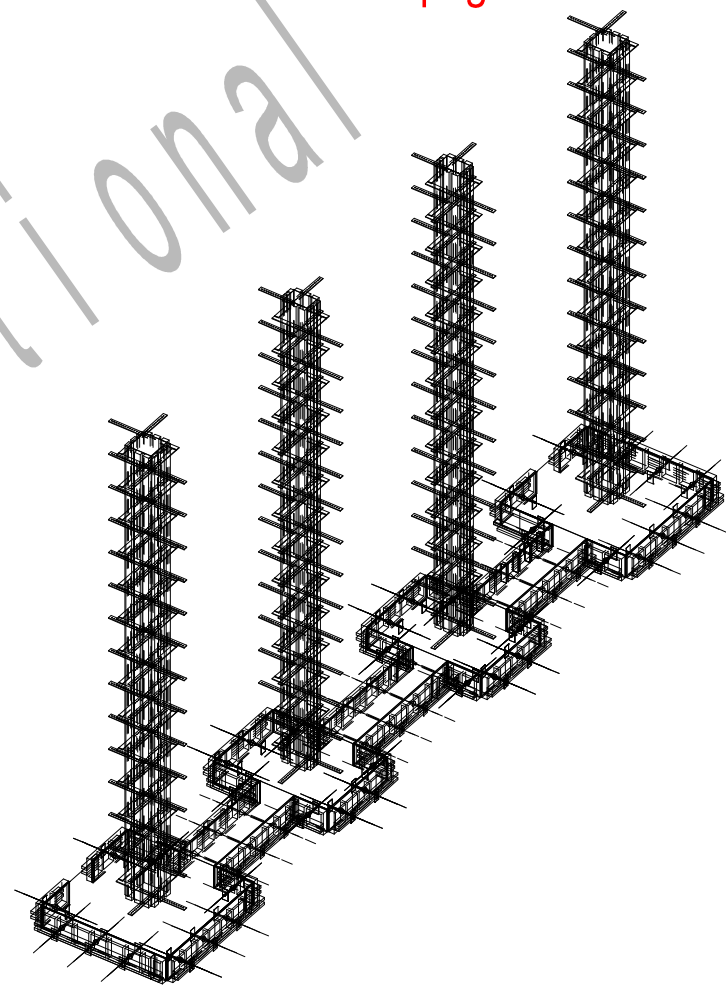
PRILOGE

Priloga A: Opažni načrt: Točkovni temelji, stebri.....	A1
Priloga B: Opažni načrt: Nosilec.....	B1
Priloga C: Opažni načrt: Skupina sten 1.....	C1
Priloga D: Opažni načrt: Skupina sten 2.....	D1
Priloga E: Opažni načrt: Podest.....	E1

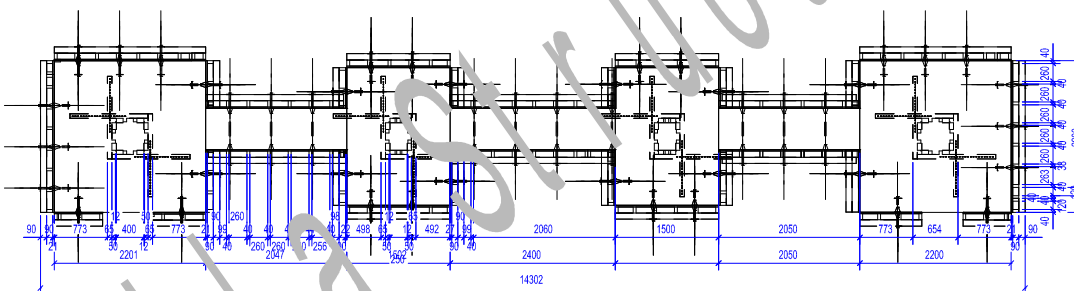
Stranski pogled



3 D pogled



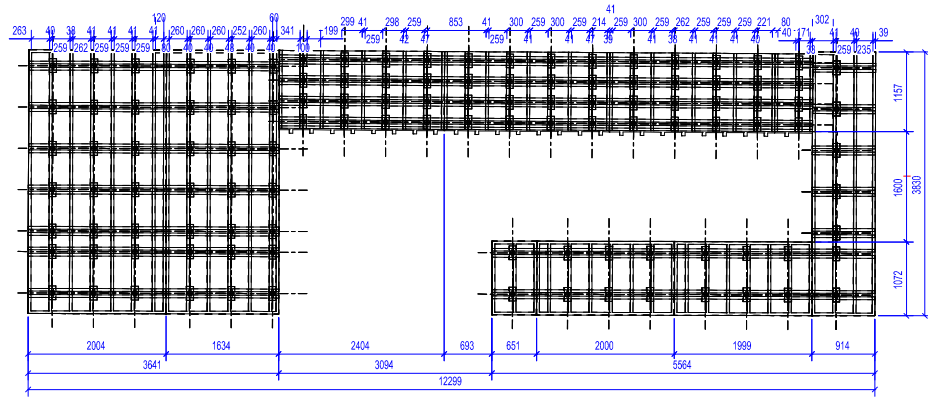
Tloris



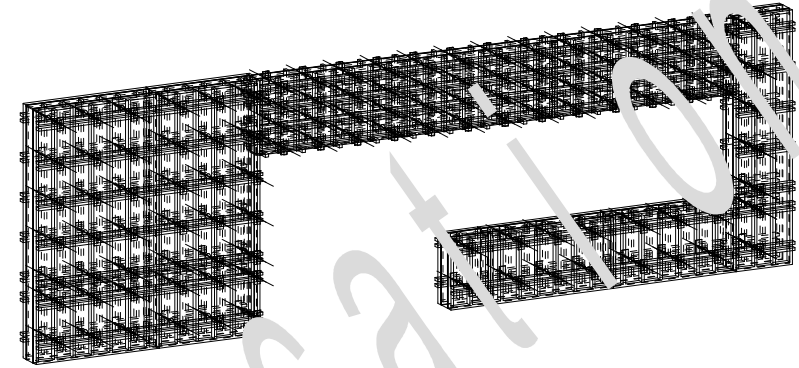
Dovoljen pritisak betona na opazne elemente:
60 kN/m²
OPOZORILO: Pri opaževanju je potrebno upoštevati veljavne zakone in
predpise na področju zagotavljanja varnosti pri delu na gradbišču

Št.	Oznaka revizije	Opis revizije	Datum revizije	Revizor
POWERED BY TEKLA A TRIMBLE COMPANY				
Št.projekta:	1	Objekt:	Laboratorijska hala FGG	
Odgovorni vodja projekta:	Tekla Corporation		Št.načrta: 1	
Odgovorni projektant:			Načrt: Temelji in stebri pozicija 1	
Projektant:	Marko Tratar	Merilo:	1:100	
Status:	[1]	Stran:	1	

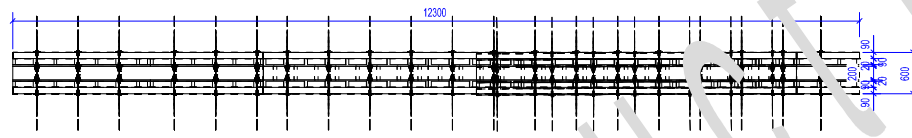
Stranski pogled



3D pogled



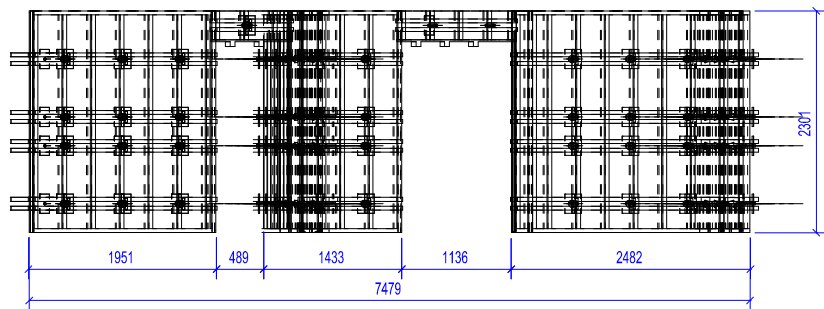
Tloris



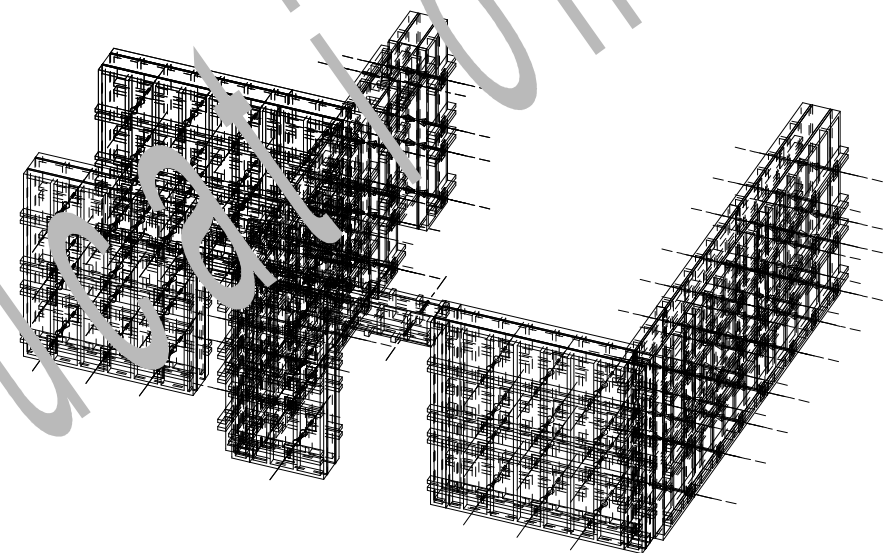
Dovoljen pritisak betona na opažne elemente:
60 kN/m²
OPOZORILO: Pri opaževanju je potrebno upoštevati
veljavne zakone in predpise na področju zagotavljanja
varnosti pri delu na gradbišču

Št.	Oznaka revizije	Opis revizije	Datum revizije	Revizor
POWERED BY TEKLA A TRIMBLE COMPANY				
Št.projekta:	1	Objekt:	Laboratorijska hala FGG	
Odgovorni vodja projekta	Tekla Corporation	Št.načrta:	3	
Odgovorni projektant:		Načrt:	Skupina sten 1	
Projektant	Marko Tratar	Merilo:	1:100	
Status	[1]	Stran:	1	

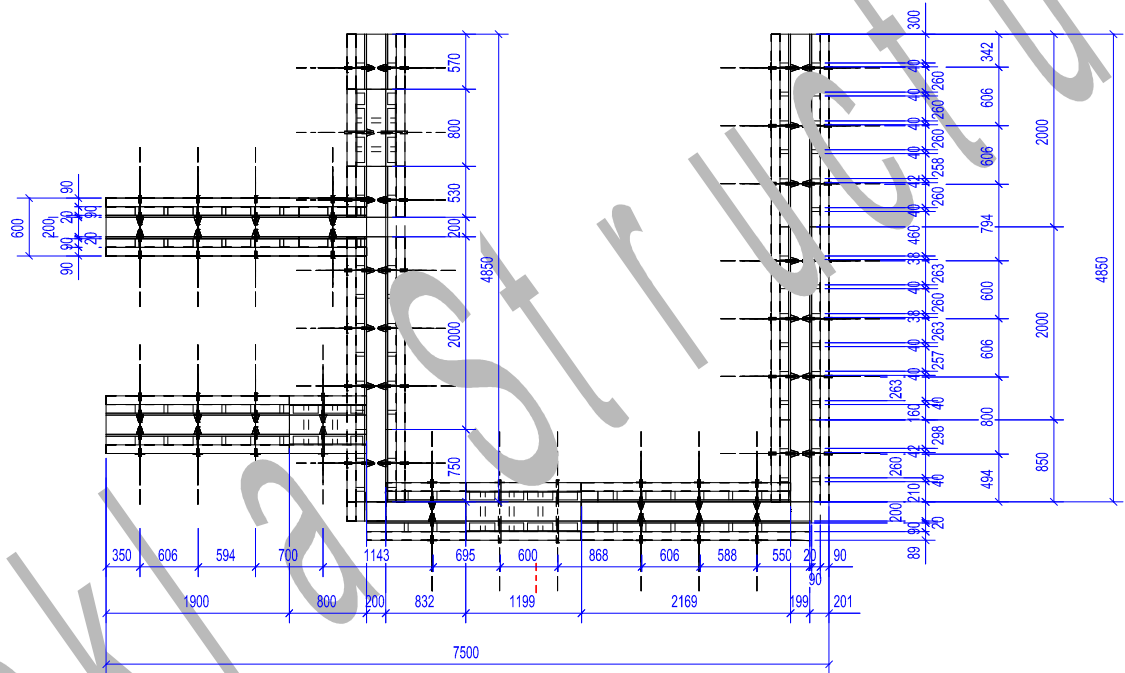
Pogled s strani



3D pogled



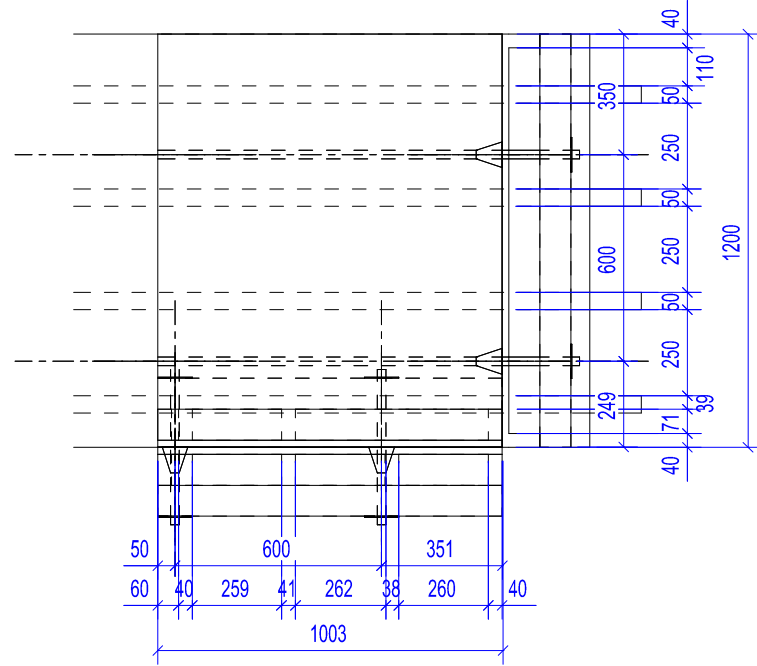
Tloris



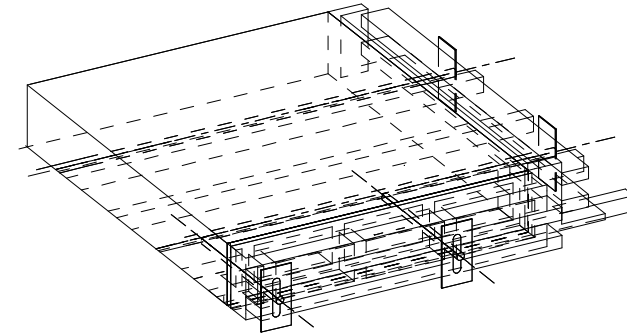
Dovoljen pritisak betona na opazne elemente:
60 kN/m²
OPOZORILO: Pri opaževanju je potrebno upoštevati veljavne zakone in predpise na področju zagotavljanja varnosti pri delu na gradbišču

Št.	Oznaka revizije	Opis revizije	Datum revizije:	Revizor:
POWERED BY TEKLA A TRIMBLE COMPANY				
Št.projekta:	1	Objekt:	Laboratorijska hala FGG	
Odgovorni vodja projekta	Tekla Corporation	Št.načrta:	4	
Odgovorni projektant:		Načrt:	Skupina sten 2	
Projektant	Marko Tratar	Merilo:	1:100	
Status	[1]	Stran:	1	

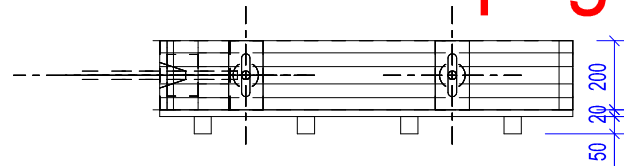
Tloris



3D pogled



Stranski pogled



Dovoljen pritisk betona na opažne elemente:

60 kN/m²

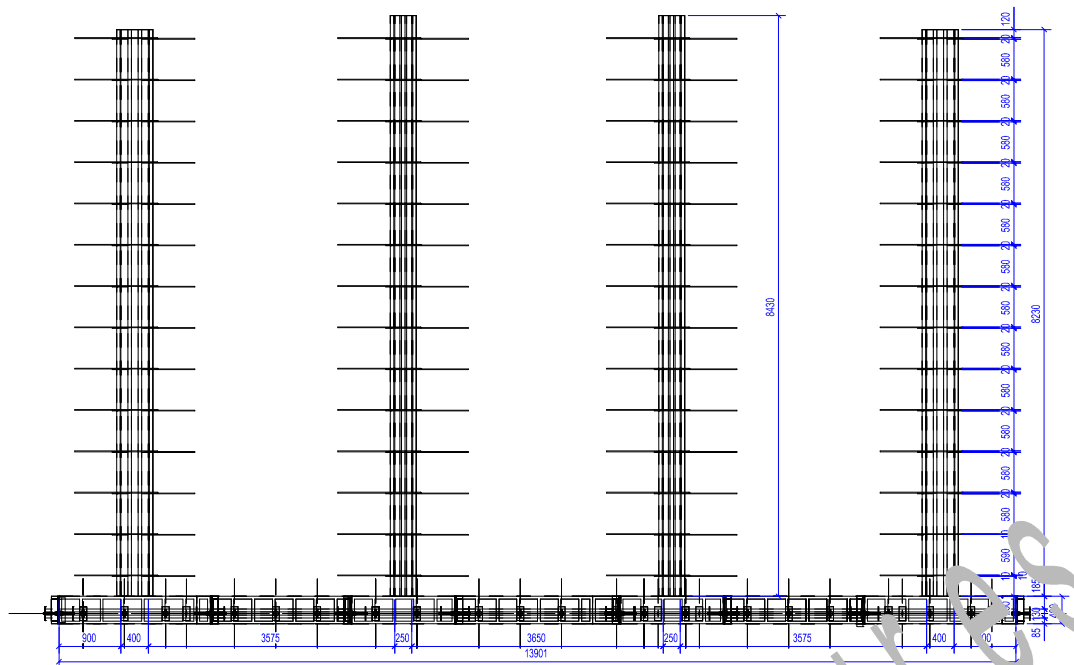
OPOZORILO: Pri opaževanju je potrebno upoštevati

veljavne zakone in predpise na področju zagotavljanja

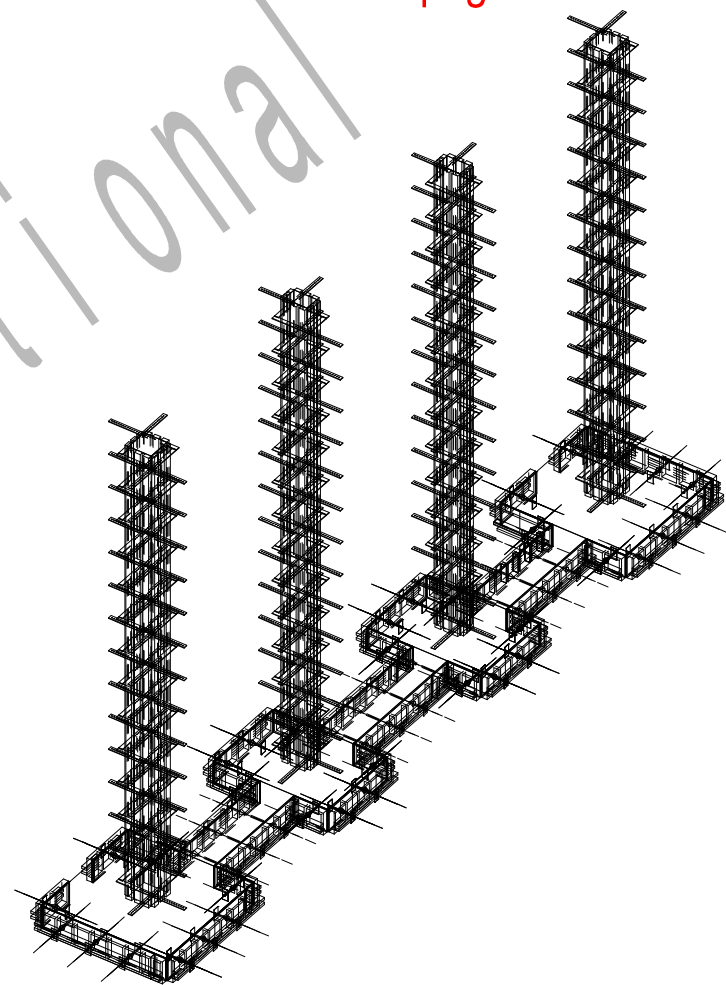
varnosti pri delu na gradbišču

Št.	Oznaka revizije	Opis revizije	Datum revizije:	Revizor:
				
Št.projekta:	1	Objekt:	Laboratorijska hala FGG	
Odgovorni vodja projekta	Tekla Corporation	Št.načrta:	4	
Odgovorni projektant:		Načrt:	Podest stopnic pozicija 10	
Projektant	Marko Tratar	Merilo	1:50	
Revizor	[1]	Stran:	1	

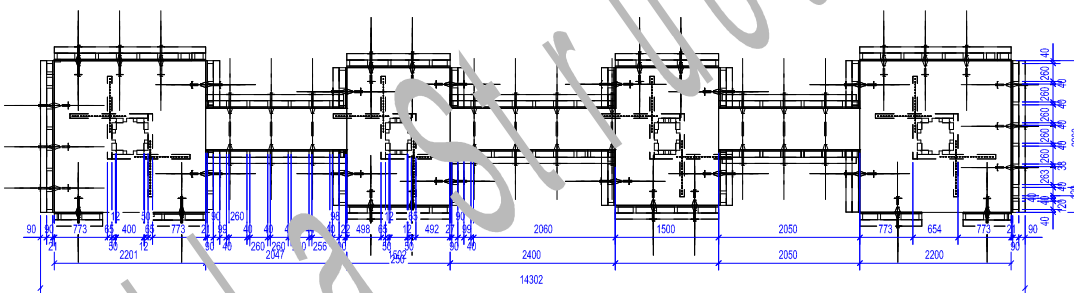
Stranski pogled



3 D pogled



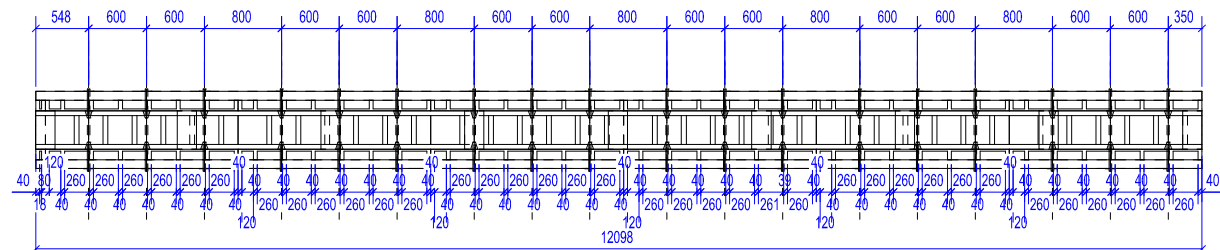
Tloris



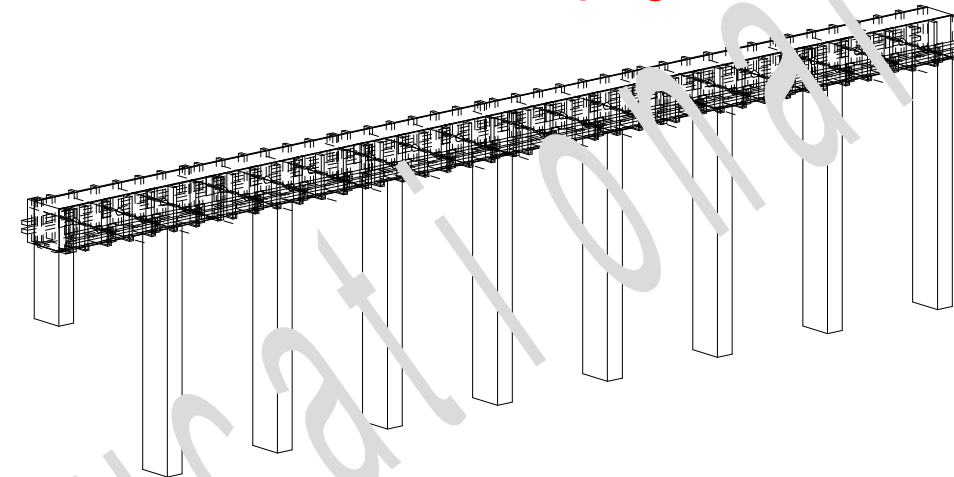
Dovoljen pritisak betona na opazne elemente:
60 kN/m²
OPOZORILO: Pri opaževanju je potrebno upoštevati veljavne zakone in
predpise na področju zagotavljanja varnosti pri delu na gradbišču

Št.	Oznaka revizije	Opis revizije	Datum revizije	Revizor
POWERED BY TEKLA A TRIMBLE COMPANY				
Št.projekta:	1	Objekt:	Laboratorijska hala FGG	
Odgovorni vodja projekta	Tekla Corporation		Št.načrta: 1	
Odgovorni projektant:			Načrt: Temelji in stebri pozicija 1	
Projektant	Marko Tratar	Merilo:	1:100	
Status	[1]	Stran:	1	

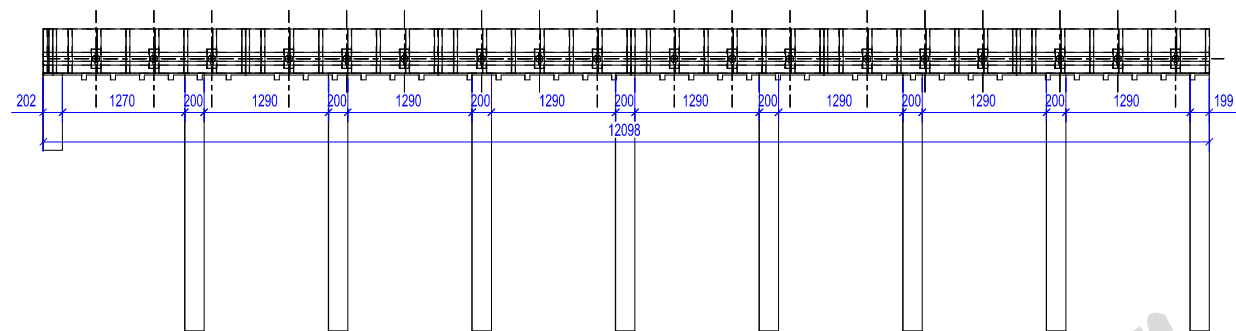
Pogled od spodaj



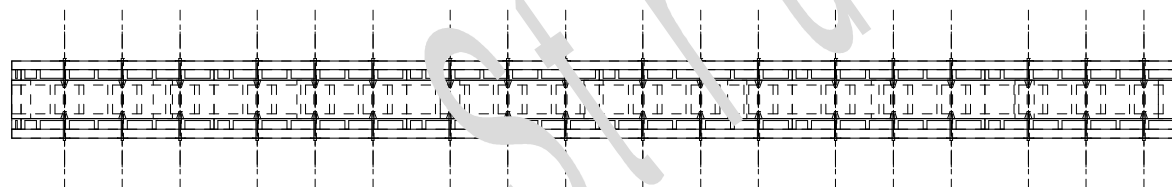
3D pogled



Stranski pogled



Tloris



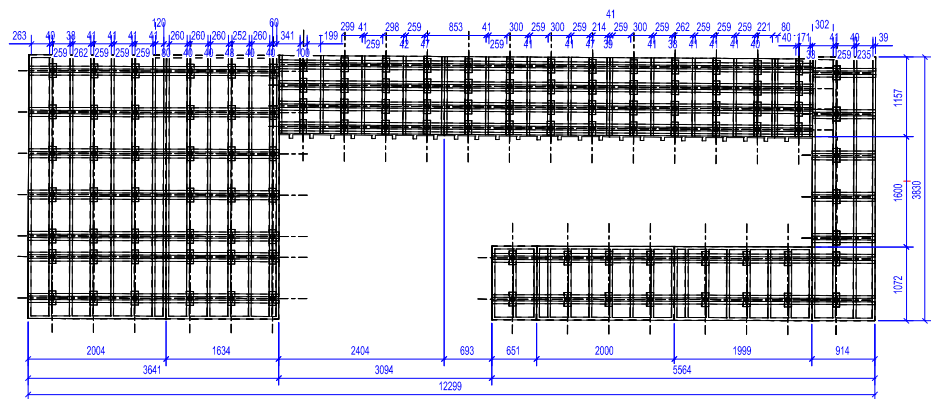
Dovoljen pritisk betona na opažne elemente:
60 kN/m²

OPOZORILO: Pri opaževanju je potrebno upoštevati veljavne zakone in predpise na področju zagotavljanja varnosti pri delu na gradbišču

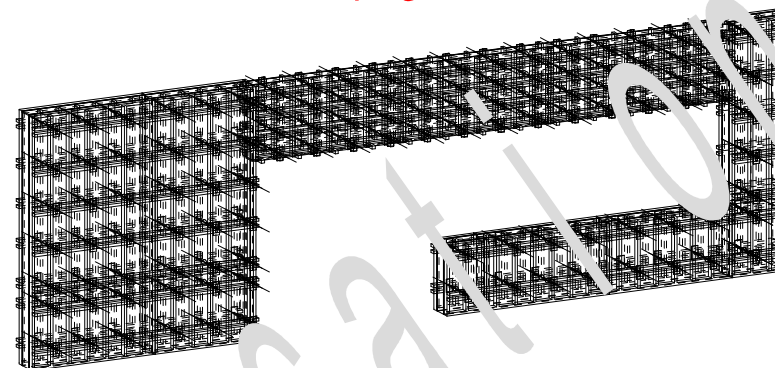
Št.	Oznaka revizije	Opis revizije	Datum revizije:	Revizor:
Št.projekta:	1	Objekt:	Laboratorijska hala FGG	
Odgovorni vodja projekta	Tekla Corporation	Št.načrta:	2	
Odgovorni projektant:		Načrt:	Nosilec pozicija 25	
Projektant	Marko Tratar	Merilo	1:100	
Status	[1]	Stran:	1	



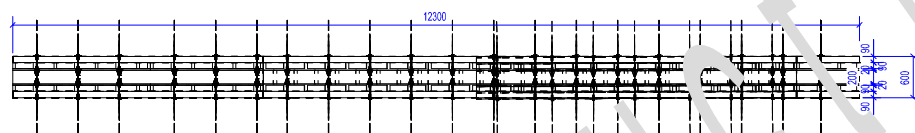
Stranski pogled



3D pogled



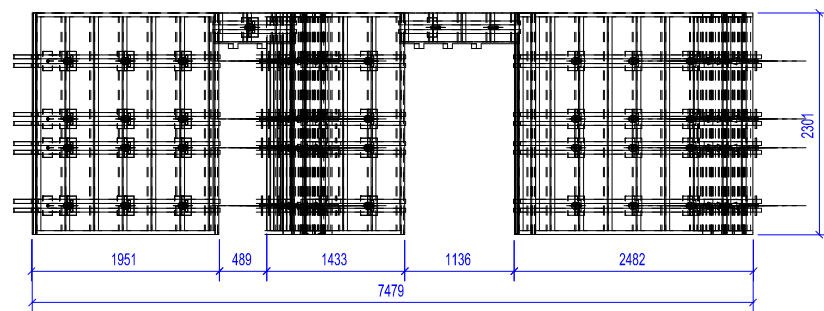
Tloris



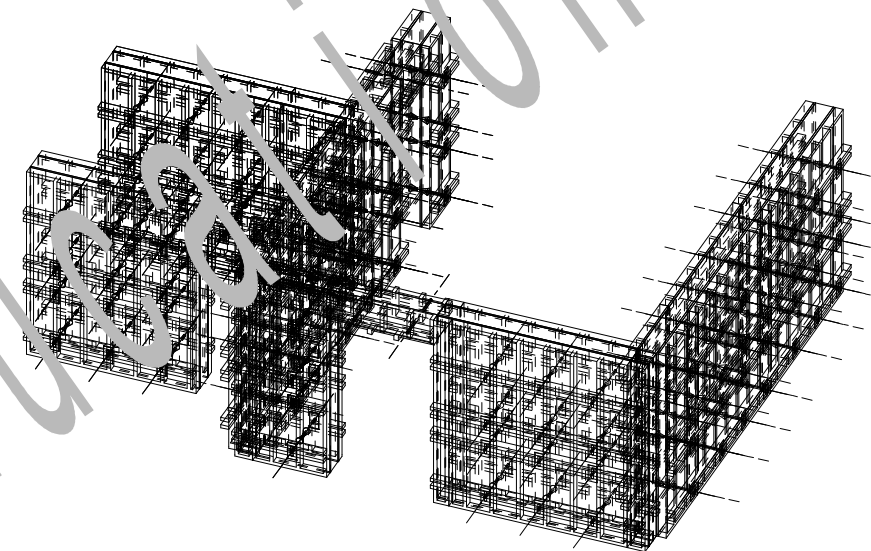
Dovoljen pritisak betona na opažne elemente:
60 kN/m²
OPOZORILO: Pri opaževanju je potrebno upoštevati
veljavne zakone in predpise na področju zagotavljanja
varnosti pri delu na gradbišču

Št.	Oznaka revizije	Opis revizije	Datum revizije	Revizor
POWERED BY TEKLA A TRIMBLE COMPANY				
Št.projekta:	1	Objekt:	Laboratorijska hala FGG	
Odgovorni vodja projekta	Tekla Corporation	Št.načrta:	3	
Odgovorni projektant:		Načrt:	Skupina sten 1	
Projektant	Marko Tratar	Merilo:	1:100	
Status	[1]	Stran:	1	

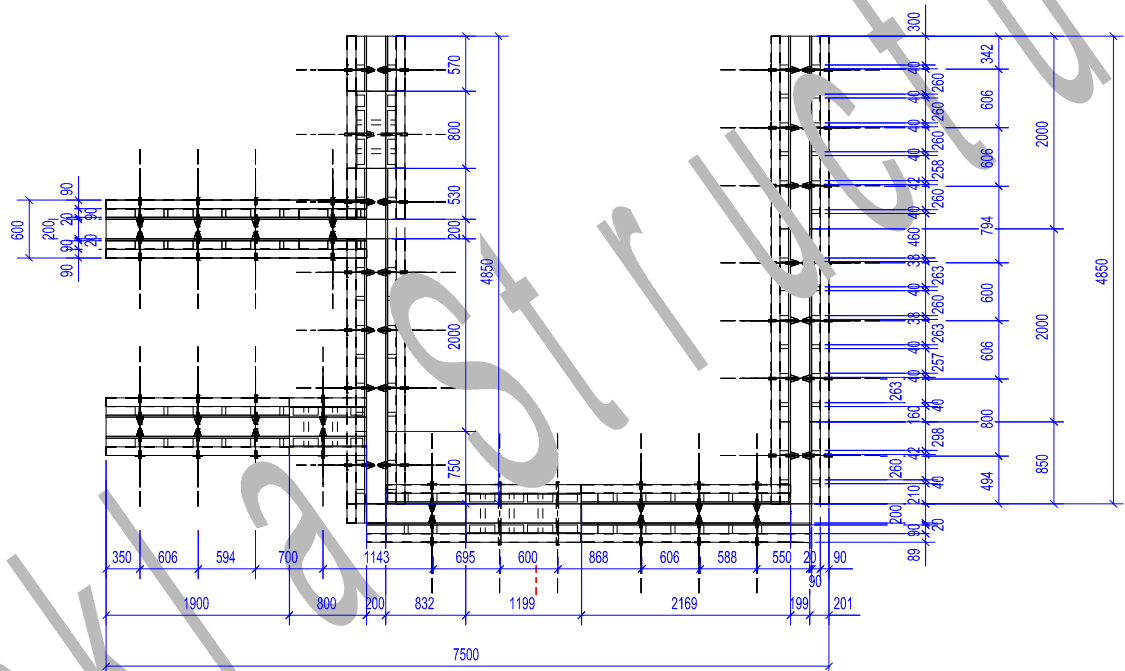
Pogled s strani



3D pogled



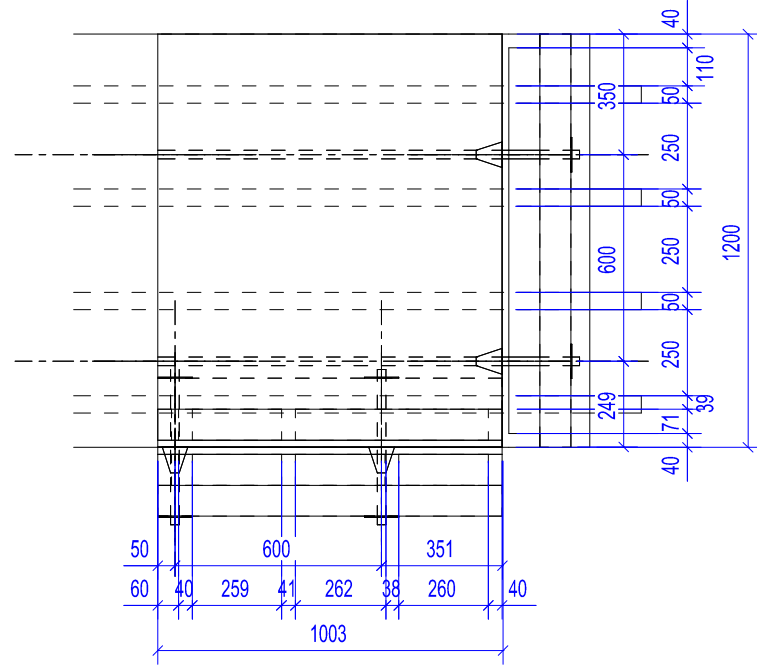
Tloris



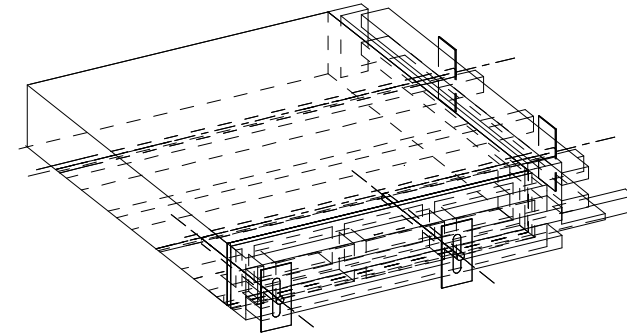
Dovoljen pritisak betona na opažne elemente:
60 kN/m²
OPOZORILO: Pri opaževanju je potrebno upoštevati veljavne zakone in predpise na področju zagotavljanja varnosti pri delu na gradbišču

Št.	Oznaka revizije	Opis revizije	Datum revizije:	Revizor:
POWERED BY TEKLA A TRIMBLE COMPANY				
Št.projekta:	1	Objekt:	Laboratorijska hala FGG	
Odgovorni vodja projekta	Tekla Corporation	Št.načrta:	4	
Odgovorni projektant:		Načrt:	Skupina sten 2	
Projektant	Marko Tratar	Merilo	1:100	
Status	[1]	Stran:	1	

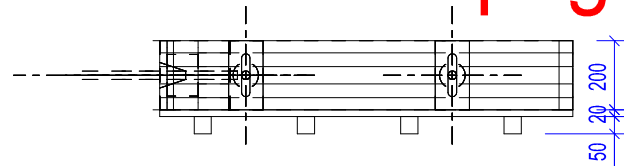
Tloris



3D pogled



Stranski pogled



Dovoljen pritisk betona na opažne elemente:

60 kN/m²

OPOZORILO: Pri opaževanju je potrebno upoštevati

veljavne zakone in predpise na področju zagotavljanja

varnosti pri delu na gradbišču

Št.	Oznaka revizije	Opis revizije	Datum revizije:	Revizor:
Št.projekta:	1	Objekt:	Laboratorijska hala FGG	
Odgovorni vodja projekta	Tekla Corporation	Št.načrta:	4	
Odgovorni projektant:		Načrt:	Podest stopnic pozicija 10	
Projektant	Marko Tratar	Merilo	1:50	
Revizor	[1]	Stran:	1	