

**ДГKM**  
ДРУШТВО НА  
ГРАДЕЖНИТЕ  
КОНСТРУКТОРИ НА  
МАКЕДОНИЈА

Партизански одреди 24,  
П.Фах 560, 1001 Скопје  
Македонија

**MASE**  
MACEDONIAN  
ASSOCIATION OF  
STRUCTURAL  
ENGINEERS

Partizanski odredi 24,  
P. Box 560, 1001 Skopje  
Macedonia

**MA - 7**

mase@gf.ukim.edu.mk  
http://mase.gf.ukim.edu.mk

Денис ПОПОВСКИ<sup>1</sup>, Миле ПАРТИКОВ<sup>2</sup>, Владимир ДАМЈАНОВСКИ<sup>3</sup>, Петар  
ЦВЕТАНОВСКИ<sup>4</sup>

## ОСНОВНИ ПРОЕКТИ ЗА ОБЈЕКТИ НА КОМПЛЕКСОТ НА ИНДУСТРИСКИТЕ КАПАЦИТЕТИ НА ТЕХНИКАЛ ТЕКСТИЛ ВО ТИРЗ ШТИП

### РЕЗИМЕ

Комплексот на индустриските капацитети на Техникал Текстил во ТИРЗ Штип е составен од три објекти, главна производна хала, административен објект и модуларни ревизиони платформи. Конструктивниот концепт е оформен со решенија кои нудат минимален финансиски импакт на конструктивниот систем. Користени се најсовремените методи на проектирање, преку употреба на BIM системот и тродимензионална обработка на конструктивниот модел, со што драстично се олеснува и убрзува изведбата на објектите. За потребите на изведбата употребени се 470032kg конструктивен челик, 19452 завртки и 788 можданици за спрегнатата меѓукатна конструкција.

*Клучни зборови: спрегнати конструкции, челични конструкции, монтажа*

Denis POPOVSKI<sup>1</sup>, Mile PARTIKOV<sup>2</sup>, Vladimir DAMJANOVSKI<sup>3</sup>, Petar CVETANOVSKI<sup>3</sup>

## BASIC PROJECTS FOR THE INDUSTRIAL CAPACITY COMPLEX OF TECHNICAL TEXTILE IN DTIZ STIP

### SUMMARY

The industrial capacity complex of Technical Textile in DITZ Stip is composed of three object, the main production object, the administrative building and the modular revision platforms in the production plant. The constructive concept is with obtaining the structural solutions that offer a minimal financial impact on structural system. Contemporary designed methods are used, such as BIM technology and three-dimensional processing of the structural model, which drastically facilitates and accelerates the construction of the objects. For the whole industrial complex, 470032kg of structural steel is used, 19452 bolts and 788 headed studs for the composite deck structure.

*Keywords: composite structures, steel structures, steel construction*

<sup>1</sup> Assist. Prof. PhD, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, [popovski@gf.ukim.edu.mk](mailto:popovski@gf.ukim.edu.mk)

<sup>2</sup> Assist., MSc, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, [partikov@gf.ukim.edu.mk](mailto:partikov@gf.ukim.edu.mk)

<sup>3</sup> Assoc., BSc, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, [damjanovski@gf.ukim.edu.mk](mailto:damjanovski@gf.ukim.edu.mk)

<sup>4</sup> Prof. PhD, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, [cvetanovski@gf.ukim.edu.mk](mailto:cvetanovski@gf.ukim.edu.mk)

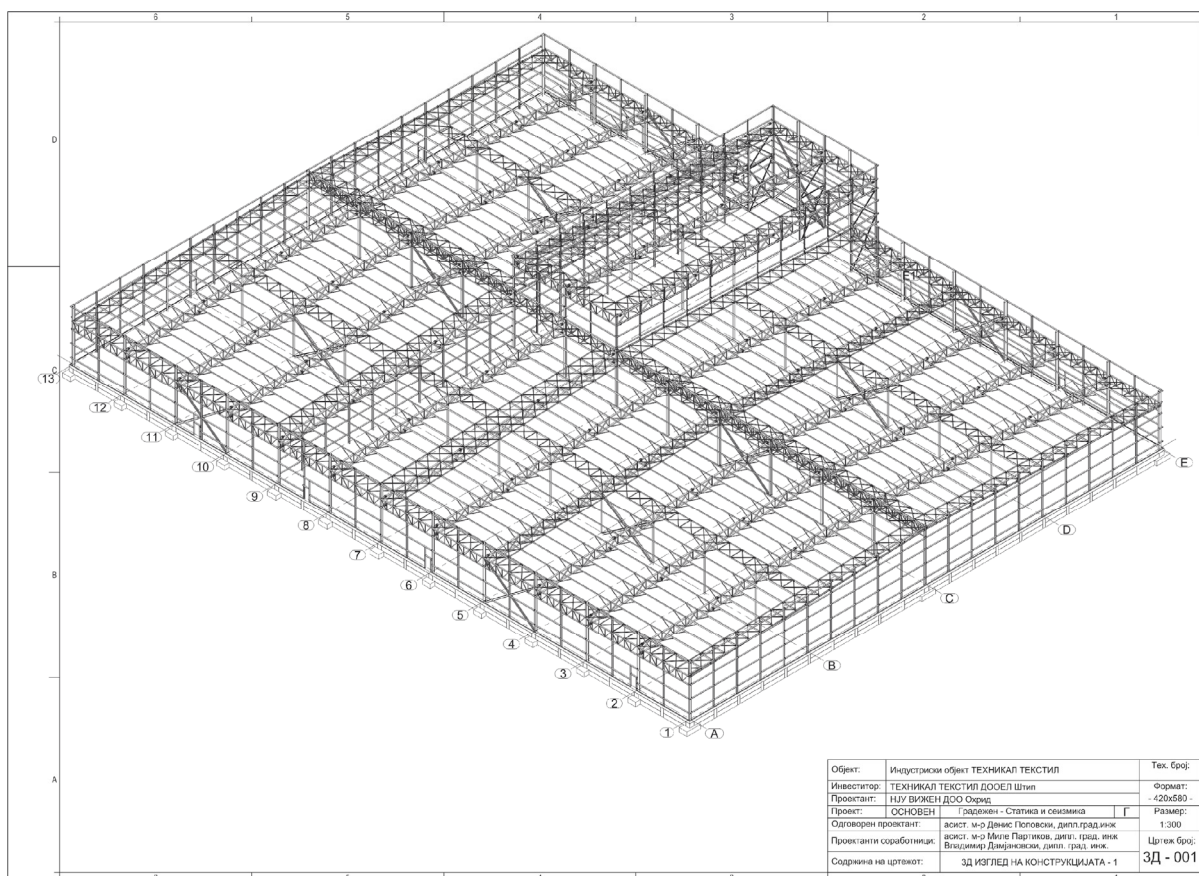
## 1. ВОВЕД

Комплексот на индустриските капацитети на Техникал Текстил во ТИРЗ Штип е проектиран од инженерскиот тим на Катедрата за метални конструкции на Градежниот факултет при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, Р. Македонија. Проектантскиот тим е составен од членови на Катедрата и надворешни соработници, одговорен проектант доц. д-р Денис Поповски, дипл. град. инж., соработници асист. м-р Миле Партиков, дипл. град. инж., Владимир Дамјановски, дипл. град. инж., Емил Кочовски, дипл. град. инж. и Димитар Хаџиев, дипл. инж. арх., проектен консултант проф. д-р Петар Цветановски, дипл. град. инж.

Станува збор за Основни проекти за главна производна хала, административен објект и модулари ревизиони платформи. Конструкциите се проектирани со употреба на најсовремените принципи на концепт за конструктивниот систем со употреба на Building Information Modeling (BIM) технологијата, разработувајќи ги трите најбитни фази во единствен тродимензионален модел.

## 2. ГЛАВНА ПРОИЗВОДНА ХАЛА

Индустрискиот објект е со осовински димензии од 96x126m, и две слободни висини од 6.0m и 12.0m. Диспозиционо, конструктивниот систем е составен од четири распони од 24m, и дванаесет подолжни модули по 10.5m. Дилатационо, објектот е поделен попречно на два дела од по 48m, и подложно на два дела од по 63m. Попречната дилатација е решена со подвижно лежиште на заеднички столб, а подолжната со елиптични отвори на подолжните елементи. Со овој концепт избегнато е дуплирањето на столбови и темелна конструкција на местоположбата на дилатациите. Во двата средни модули, во два распони од халата има сегмент со голема слободна висина и дополнителен испуст надвор од габаритот од 5.0m. По обемот на објектот е проектирана и изведена атика, која концептуално е решена и како елемент од глобалната носивост на конструктивниот систем.



Сл. 1. 3D изглед на конструктивниот систем на главниот објект

Попречната крутост на системот е решена преку рамовскиот систем на главно носивите рамки, додека подолжната крутост преку систем од вертикални спрегови во колонадата на столбовите, по еден во секој дилатационен сегмент. Стабилноста на кровната конструкција е решена со употреба на серија на хоризонтални попречни и подолжни спрегови, кои воедно ги стабилизираат и елементите од фасадната конструкција. Сите врски на спојот од монтажните целини се изведени со употреба на завртки, додека монтажните целини се проектирани како заварени врски. Предвидени се наједноставни анкерни конструкции према потребите на поврзувањето на столбовите со АБ темелната подлога.

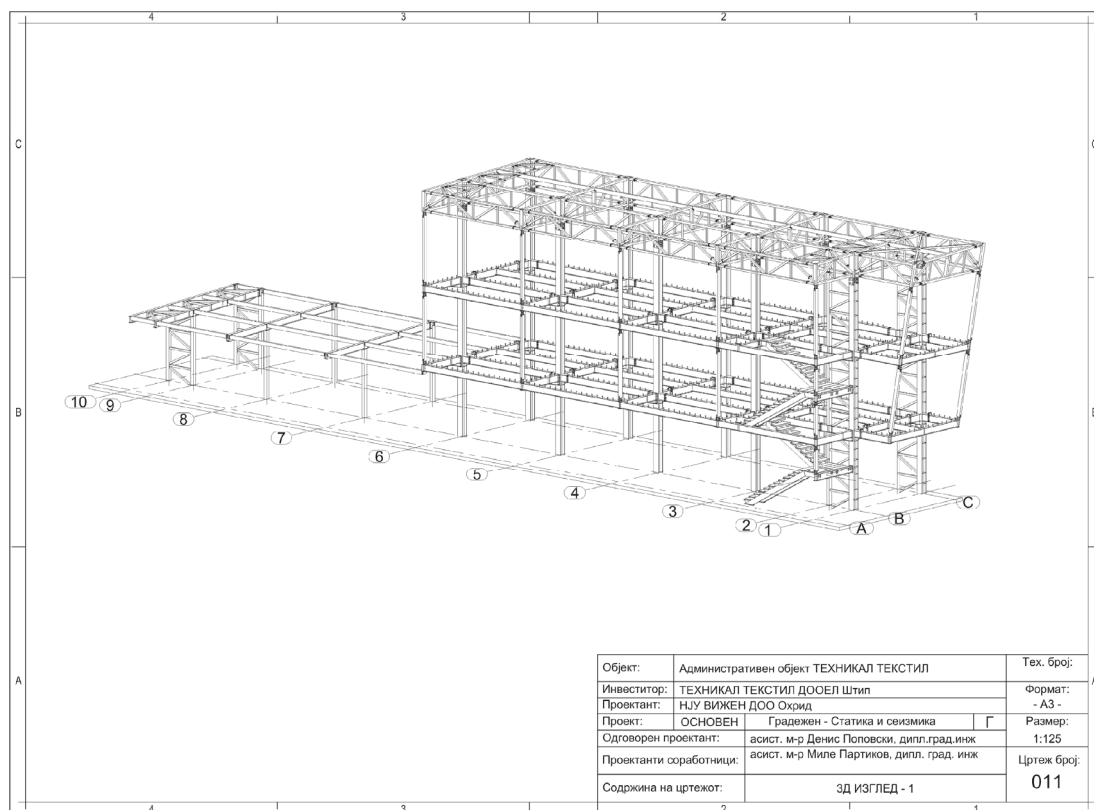
За рожници усвоен е системот на потпрена греда преку два косника во средните модули, и со употреба на еден косник на крајните и дилатационите модули. Фасадната конструкција е решена со фасадни греди потпрени на фасадни столбови.

Темелната конструкција е составена од темели самци под главно носивите столбови, меѓусебно поврзани со темелни греди, на кои се поврзани темелните блокови од фасадните столбови. Подната плоча е изработена со употреба на армиран бетон со употреба на челични влакна, каде е овозможена поголема дилатациона површина.

За потребите на конструкцијата, вкупната количина на вграден челик С.0361 (S235JR) изнесува 414 904 kg, на основна површина дава конзумација од 34.3kg/m<sup>2</sup>. Употребени се вкупно 16 622 обични завртки, од М12 до М30 со квалитет 5.6 и 8.8. За темелната конструкција вградени се 765m<sup>3</sup> бетон МБ30 (С25/30), и 2480m<sup>3</sup> бетон за подната плоча армиран со челични влакна. За темелната конструкција вградена е 31 578 kg арматура RA 400/500-2. Количините укажуваат на конструктивен концепт кој дава минимално учество на конструктивен материјал за обезбедување на пропишаната носивост, стабилност и употребливост.

### 3. АДМИНИСТРАТИВНА ЗГРАДА

Оригиналот решение на административниот простор беше предвиден во просториите на главниот производен објект. Во текот на изведбата на темелната конструкција на производната хала, произлезе потреба од административна зграда непосредно до подолжната фасада.



Сл. 2. 3D изглед на конструктивниот систем на административната зграда

Бидејќи процесот на изведба на главниот производен објект беше започнат, се усвои решение на административната зграда која со цел распон конзолно е испуштена кон постојниот објект, со цел да се избегнат колизии со носивите елементи од објектот во изведба.

Административната зграда, осовински во основа е со димензии 7.39x42m, со три катни висини од 3.79m, 3.74m и 3.55m. Попречно објектот е поделен на два распони од 4.7m и 2.69m, додека подолжно е поделен на седум модули од 6.0m. Во четири модули конструкцијата е изведена со приземје и два ката, а во останатите три модули како моноволуменски објект со висина до првиот кат. Административниот објект од индустрискиот е одвоен за 50mm, од условот дилатацијата да е поголема од максималното анализирано хоризонтално поместување на конструктивниот систем.



Сл. 3. Монтажана конструкцијата од администрацијата

Еден модул и челичните скали, исто така се конзолно испуштени од главниот носив конструктивен систем, задоволувајќи ги потребите на рхитектонските побарувања. За да се овозможи потребната крутост на меѓукатните конструкции, како и да се обезбеди хоризонтална крутост на целокупниот систем, усвоен е крута кровна конструкција. Спрегнатата меѓукатна конструкција, преку употреба на крути затеги, кои воедно се и фасадни елементи, виси на кровната конструкција, која дополнително врши улога на подолжни и попречни вертикални спреггови.

Монтажните целини се проектиран и како заварени, со употреба на завари од втора категорија, а спојот меѓу нив е со употреба на завртки. Концептот овозможува изведба од целосна употреба на шрафени врски, кој драстично го забрзува времето на реализација на објектот.

Попречната крутост е обезбедена со ефектот од рамовсото однесување на конструктивниот систем, а подолжната крутост е обезбедена со употреба на решеткасти столбови, од едноставна причина дека архитектонските побарувања не овозможуваа употреба на главен вертикален спрг исплетен во некој од модулите на објектот.

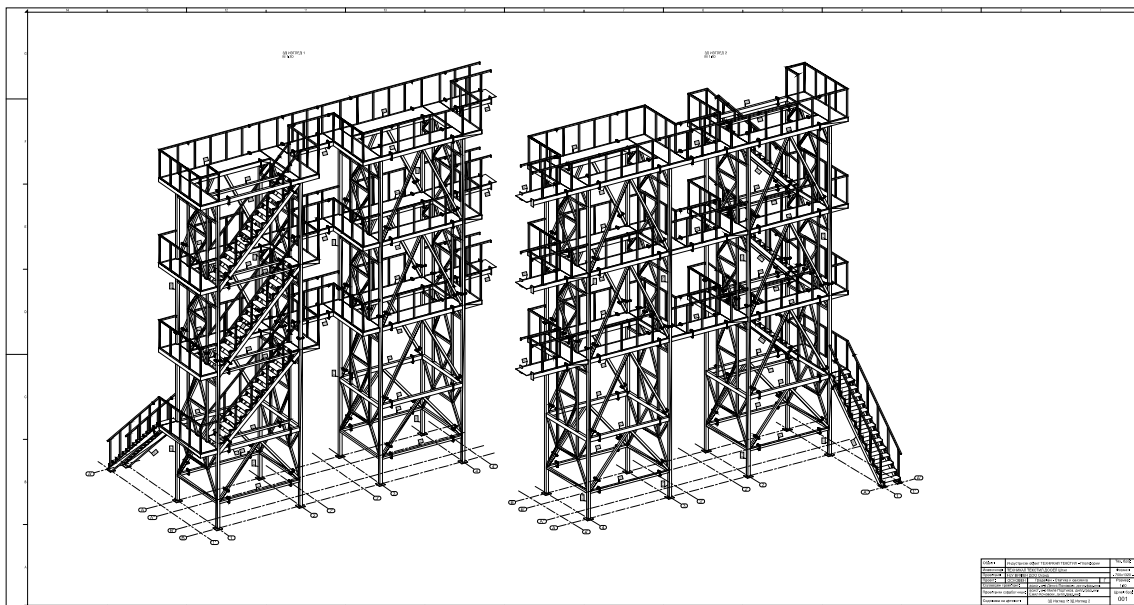
Темелите се изведени како самци под носивите столбови, меѓусебно поврзани со поврзни греди. Подната плоча е изведена од армиран бетон со употреба на челични влакна, а меѓукатната плоча е изведена како спрегната, со употреба на профилиран лим, дополнителна арматура во затегнатите зони и лиење на бетон.

За изведба на административниот конструктивен систем употребени се 45 885 kg конструктивен челик С.0361 (S235JR), со консумација од 63.7kg/m<sup>2</sup>. Употребени се точно 2200 завртки, од М12

до M24, со квалитет 8.8, и 788 можданици, тип Nelson, со дијаметар од 19mm за потребите на спрегнатата меѓукатна конструкција. Вградени се  $277\text{m}^3$  бетон МБ30 (C25/30), од кои  $40.1\text{m}^3$  за меѓукатните нивоа,  $49.5\text{m}^3$  за подната плоча, и  $187.4\text{m}^3$  за темелната конструкција. Вградени се вкупно 8646kg ребраста арматура RA400/500-2.

#### 4. МОДУЛАРНИ РЕВИЗИОНИ ПЛАТФОРМИ

За потребите на производниот процес и опслужување на машините од главното производство, произлезена е потреба од платформи на нивоа со вкупна висина од 12.7m. Платформите за одржување на производниот процес се модуларни со можност за дополнително наставување по потреба на технолошкиот процес во објектот. Наставувањето е предвидено за една или повеќе сериски поврзани платформи, секоја со капацитет на сопствена носивост, стабилност и употребливост. Концептуалната анализа е направена за носивост на една самоносива платформа, или поврзана конструктивна целина од повеќе платформи, независни од конструкцијата на објектот во кои се наоѓаат.



Сл. 4. 3D изглед на конструктивниот систем на платформите

Платформите се изведени во делот со зголемент габарит и слободна висина од индустрискиот објект. Станува збор за платформи на четири ревизиони нивоа со вкупна висина од 12.7m, составени од заварени сегменти кои се изведуваат со поврзување со завртки. Монтажата на платформите треба да се реши со изведба околу постојните машини на производниот процес со висина од околу 14m.

Платформите се составени од монтажни целини, во кои се вградени делови од платформите, скалите и оградата на нивоата кои ги опфаќаат. Проектирани се како заварени, а монтажниот спој со употреба на завртки. За темелната подлога се поврзани со употреба на механички анкери. За обезбедување на анализираната носивост на анкерите извршено е и дополнителни испитување на извлекување (pull-out test) на механичките анкери.

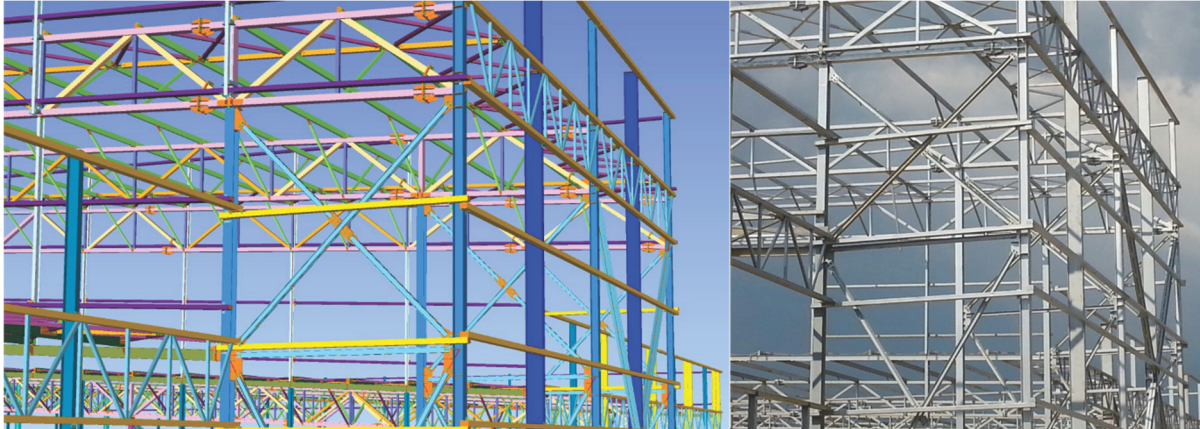
За изведба на ревизионите платформи употребени се 9 243kg конструктивен челик S0361 (S235JR) и употребени се вкупно 630 завртки, од M12 до M24, со квалитет 8.8.

#### 5. УПОТРЕБА НА BIM ТЕХНОЛОГИЈАТА

Во фазите на проектирањето на конструктивниот дел, архитектурата и машинството, употребен е современиот принцип на т.н. BIM технологија, која дава целосен преглед на сите фази на развивање на конструктивниот систем во процесот на проектирање, со што се избегнати на сите можни колизии и грешки со останатите фази. Оваа современа технологија овозможува работа на

реален тродимензионален модел, кој е од есенцијална важност, особено за конструктивниот систем од фазата на градежништвото.

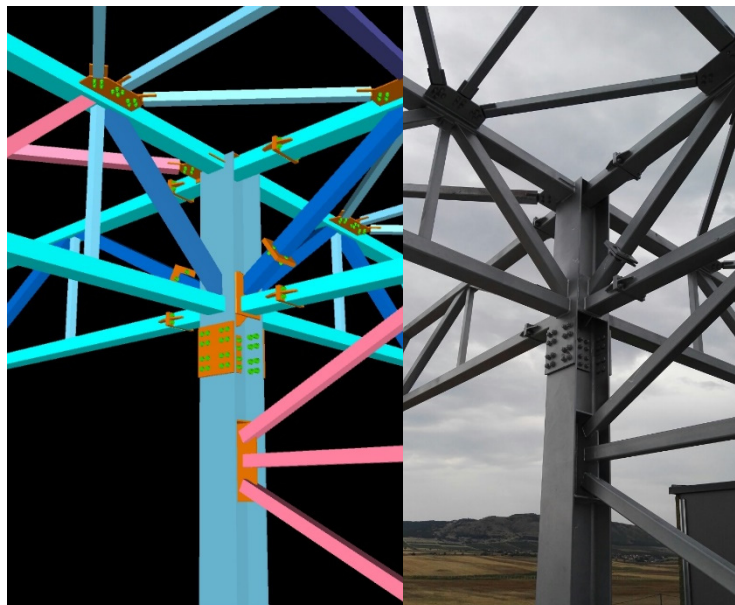
Тродимензионалниот модел дава можност на реална поставеност на сите елементи од конструктивниот систем, разработувајќи ги сите детали према реалната поставеност во просторот на објектот. На следната слика е преставен изглед на тродимензионалниот модел на конструктивниот систем спореден со изведената состојба. Овој принцип на проектирање, овозможува чиста изведба, со целосен преглед на местоположбата на конструктивниот елемент, припадноста во монтажната целина, начинот на поврзување и слично.



Сл. 5. Модел и конструкција на главна производна хала

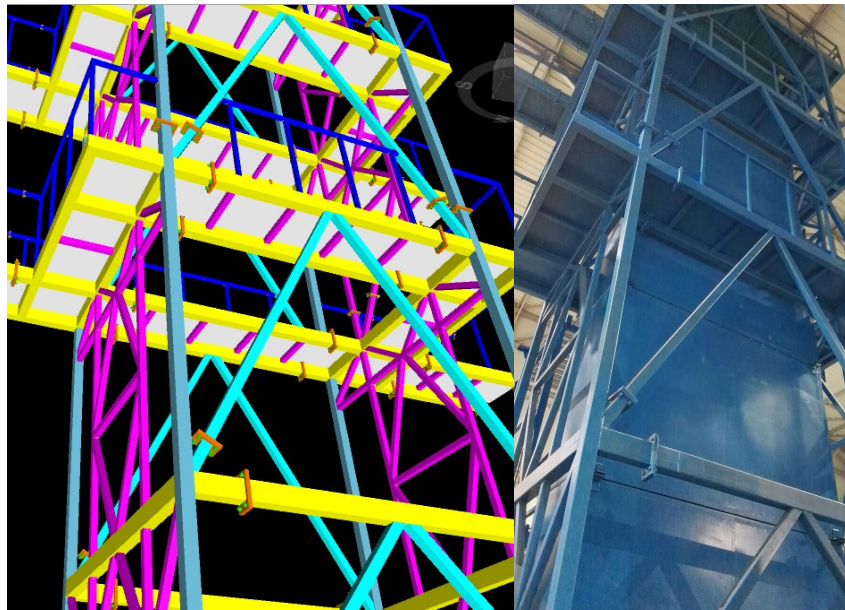
Освен во фазите на проектирањето, BIM технологијата се користи и во фазите на производството, каде за секој елемент е позната позицијата, местоположбата и начинот на изработка. За сите употребени дебелини на лимчиња, можна е групација во производните табли и изработка на CNC фајлови за производство, и групирање на лимовите во монтажните целини во кои спаѓаат.

Со технологијата се прати целокупниот процес во производство и склопување на транспортните целини, со можност на групирање на последователните елементи во монтажа, искористувајќи го транспортниот простор до максималните можности.



Сл. 6. Модел и конструкција на детал од административната зграда

Во фазите на проектирање на конструктивните системи, BIM технологијата имаше огромен придонес, особено во концептирањето на конструктивните елементи на административната зграда. Поради фактот дека изведбата на главниот производен објект беше отпочнат, произлезе проблемот на колизија на носивите елементи од административната зграда и објектот во изведба. Со употребата на оваа технологија се избегнаа сите можни колизии не само во фазите од градежништвото (кои се во најголем обем), туку и од фазите на машинството на производниот процес и фазите на архитектонските потреби. Овозможена е комуникација на сите машински елементи, со јасен преглед и претстава на нивната местоположба и контрола на колизионите места со усвоениот конструктивен систем.



Сл. 7. Модел и конструкција на ревизионите платформи

Во целокупниот процес на обработка на концептуалното решение ревизионите платформи, употребата на оваа современа технологија даде резултат на едноставна монтажа на конструкцијата околу веќе поставените машини. Изведбата на оваа конструкција, иако можностите за колизија и грешки беа огромни, се изврши под најолеснителни околности, благодарение на можностите на системот со кој можат да се применат инженерски одржливиот решенија.

## 6. РЕЗУЛТАТИ И КОМЕНТАРИ

За изработката на трите основни проекти, изработени се четири посебни комплексни тродимензионални модели, употребувајќи ги најсовремените методи на BIM технологијата, како и еден вкупен модел за определување на колизионите места во трите фази на проектирањето. Дополнително, за потребите на производството и монтажата, изработени се вкупно 395 цртежи, составени од диспозиции, кофражи, арматурни и планови и во најголем обем (369 цртежи) работилнички цртежи, изработени према современите инженерски правила и барања. Вкупниот број на страни на проектната документација, вклучувајќи ги и насловните страни, е составена од 1359 страни, од кои 18 административни страни, 467 страни технички текст и анализи за стабилност, носивост и употребливост на елементи и детали, 479 страни за аналитички модели и излези и 395 страни цртежи. Времетраењето на проектирањето, вклучувајќи ги сите промени и предизвици, изнесуваше 70 дена, кое резултира во изведбата на целокупниот конструктивен систем на главниот објект за време од 9 месеци, вклучувајќи ги и ревизионите платформи.

За целокупниот комплекс на објекти, кои опфаќаат 13 104m<sup>2</sup>, вграден е вкупно 470 032kg конструктивен челик S.0361 (S235JR), 19 452 завртки, од M12 до M30, со квалитет 5.6 и 8.8, 788 можданици со дијаметар од 19mm, тип Nelson. За темелната конструкција вградени се 933m<sup>3</sup>

бетон МБ30 (С25/30) со 40 224kg употребена арматура RA400/500-2. За подни плочи вградени се 2530m<sup>3</sup> бетон армиран со челични влакна.

Консумацијата на целокупниот челик на метар квадратен, за сите објекти, изнесува 35.8kg/m<sup>2</sup>, каде индексот на вграден челик во волуменот на објектот изнесува 3.6kg/m<sup>3</sup>. Овие параметри даваат до знаење дека е искористен инженерски одржлив концепт на конструктивниот систем за сите објекти, кој дава едноставност на изведбените детали и резултира со најекономична финансиска импликација на вградената конструкција.

Концептуалното решение на конструктивниот систем, со употребата на најсовремените технологии на проектирање во сите фази, резултира со завршен објект, во чие проектирање и изведба добиени се минималните вредности на временскиот фактор и финансиски импакт.



Сл. 8. Комплекс на објекти на техника текстил во ТИРЗ Штип

## REFERENCES

- [1] Поповски Д., Партиков М., Дамјановски В., Кочовски Е., Хаџиев Д., Цветановски П., Основни проекти за објекти на комплексот на индустриските капацитети на Техникал текстил во ТИРЗ Штип, јануари, февруари 2015, Скопје, Р. Македонија.
- [2] Филиповски А., „Основи на челични конструкции“, АД Печатница Напредок – Тетово, 2004год.
- [3] Печатени предавања по предметот „Челични конструкции“ кој се држи на додипломските студии при Градежниот факултет - Скопје, од авторот Проф. д-р Петар Цветановски, дипл.град.инж.
- [4] Печатени предавања по предметот „Челични конструкции во високоградба“ кој се држи на додипломските студии при Градежниот факултет - Скопје, од авторот Проф. д-р Петар Цветановски, дипл.град.инж.
- [5] European Standard EN 1994, Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings, 12.2004, +AC 04.2009, European Committee for Standardization.
- [6] European Standard EN 1993, Eurocode 3: Design of steel structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings, 03.2005, +AC 06.2009, European Committee for Standardization.
- [7] Кочовски Е., Дамјановски В., Партиков М., Поповски Д., Модуларни ревизиони платформи во произведен погон, 16. меѓународен симпозиум на ДГКМ, Охрид Македонија, 1-3 октомври, 2015 година, 500-505.
- [8] Celicne konstrukcije u gradjevinarstvu, Prof. dr Branko Zaric, Prof. dr Dragan Budjevac, Mr. Bratislav Stipanac, Gradjevinska kniga Beograd, 2000god.