

**ДГКМ**  
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

**SS - 5**

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

Emil KOCOVSKI<sup>1</sup>, Vladimir DAMJANOVSKI<sup>2</sup>, Mile PARTIKOV<sup>3</sup>, Denis POPOVSKI<sup>4</sup>

## MODULAR REVISION PLATFORMS IN PRODUCTION HALL

### SUMMARY

Description of the design for 3 modular revision platforms for the specific needs of a production hall with a specific production lane arrangement is shown in this report. The platforms are consisted of 4 revision levels with a maximal height of 12.7m. The access to the revision levels is only form one of the platforms. The analysis for the construction of the platforms is done according the exploitation conditions. All the connections are designed as bolted. The platforms are anchored directly to the concrete slab of the production hall, with the use of high performance steel anchors embedded after finished curing of the concrete slab.

*Keywords: platform, erection, modularity, connections*

Емил КОЧОВСКИ<sup>1</sup>, Владимир ДАМЈАНОВСКИ<sup>2</sup>, Миле ПАРТИКОВ<sup>3</sup>, Денис ПОПОВСКИ<sup>4</sup>

## МОДУЛАРНИ РЕВИЗИОНИ ПЛАТФОРМИ ВО ПРОИЗВОДЕН ПОГОН

### РЕЗИМЕ

За потребите на производен погон и соодветна поставеност на опремата од системот на производство, проектирани се 3 платформи. Станува збор за 3 платформи со 4 ревизиони нивоа, и максимална висина на највисокото ниво од 12,7m, при што пристап кон првото ниво има само од една платформа. Анализата на конструкцијата е направена за условите на експлоатација на платформите во затворен простор. Врските се монтажни со примена на обични завртки. Платформите немаат сопствена темелна конструкција, истите се анкерувани директно во бетонската подна плоча армирана со челични влакна, со помош на челични анкери, вградени по бетонирање т.е. по достигнување на јакоста на бетонот на подната плоча.

*Клучни зборови: платформи, монтажа, модуларност, врски*

<sup>1</sup> BSc, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, [emil.kocovski@gmail.com](mailto:emil.kocovski@gmail.com)

<sup>2</sup> BSc, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, [v.damjanovski@yahoo.com](mailto:v.damjanovski@yahoo.com)

<sup>3</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>4</sup> Assist. 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)

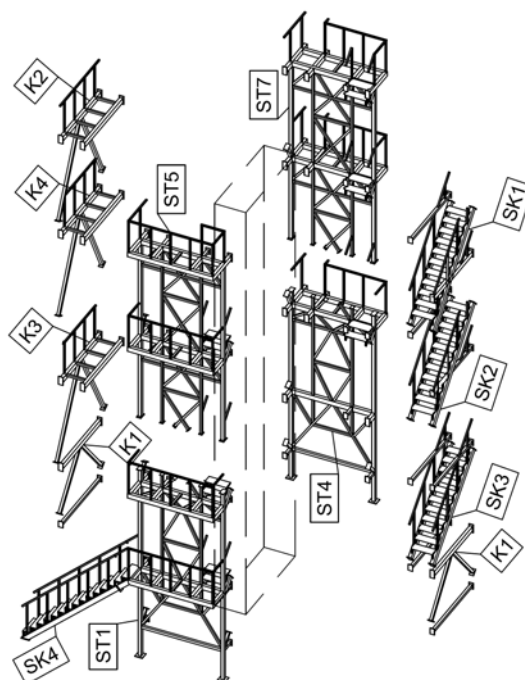
## 1. ОПШТО

Проектираните платформи е предвидено да опслужуваат 3 машини кои се дел од производна лента со габаритни димензии 1.0m x 3.2m x 14.0m, поставени на меѓусебно растојание од 3.3m. Истите се поставени во затворен простор, индустриска хала, и не се изложени на надворешни атмосферски влијанија. Машините кои се дел од производната лента целосно го диктираат изборот на конструктивниот систем поради фактот дека станува збор за производна лента што подразбира движење на пролупроизвод помеѓу машините на точно одредени позиции, чија диспозиција е добиена од производителот на машините.

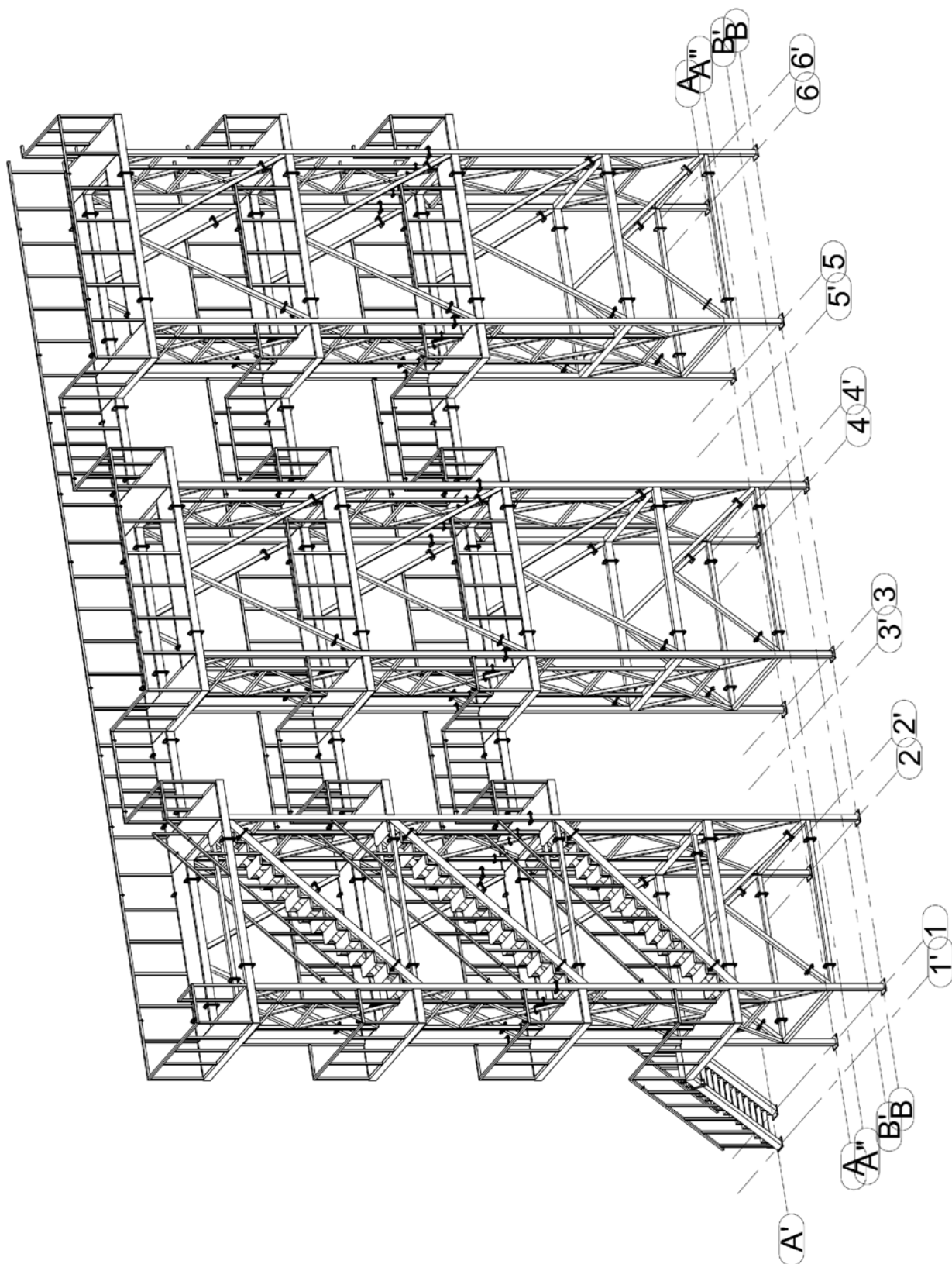
Поради едноличноста на габаритот на машините, избран е еден главен концепт на конструкцијата, кој е модуларно мултиплициран и укрутуван според потребите на пристапните ревизиони скали и патеки. Монтажата на платформите се извршува во веќе изведен производен погон, на веќе поставени машини, и поради тоа платформите се предвидени со монтажни врски со завртки, без никаква потреба за заварување на терен. Сите врски се предвидени да се изведат со обични завртки.

## 2. КОНСТРУКЦИЈА НА ПЛАТФОРМИТЕ

Секоја од платформите претставува засебна конструкција, составена од монтажни сегменти чиј габарит е погоден за транспорт и манипулирање во производниот погон. Платформите се предвидени како обиколка на машините, односно машината претставува јадро на платформата. Од оваа поставеност произлезена е поделбата на сегменти на платформите и планот за монтажа на истите. Една платформа е составен од 4 главни сегменти од “попречен” правец, столбовите на платформите се дел од овие склопови. При монтажата се поставуваат 2 спротивни сегменти и се врши нивно поврзување со помош на елементите (склоповите) од “подолжен” правец, на вака поставени и вкрупени 2 главни сегменти (нивоа 1’+1) се поставуваат останатите 2 главни сегменти (нивоа 2+3). Платформите помеѓу себе се поврзани со мостови кои е предвидено да се изработат како засебни склопови и да се постават по целосна монтажа на главните сегменти на сите платформи. По монтирањето на сите склопови останува монтажата на нагазните површини кои е предвидено да се изработат од брадавичест лим, соодветно потпрен на главните сегменти од конструкцијата.



Слика 1. Поделба на к-јата на монтажни сегменти

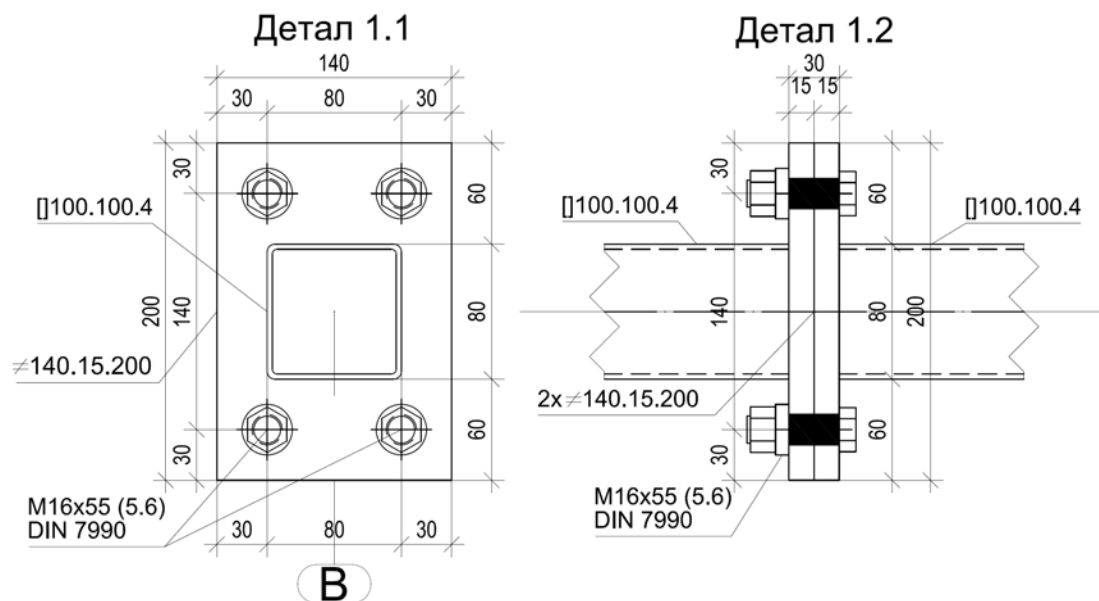


Слика 2. 3Д Изглед на конструкцијата

Појдовна точка на концептот на конструкцијата е просторен “виренделов” носач, кој според диспозицијата на отворите во машините би бил дополнително укрутен и на кој дополнително ќе бидат додадени платформи за движење и скали за качување. Стабилноста во попречен правец е решена со плетка на елементи која е соодветно прилагодена на ревизионите патеки, додека во подолжен правец постојат 2 различни пристапи кон решавање на проблемот на стабилноста, односно 2 начина на постигнување на бараната крутост. Првиот начин е со помош на склопови кои формираат притиснати К спрегови и втор начин со користење на скалишната конструкција како елемент за вкрутување на разгледуваниот правец.

На слика 2. даден е тродимензионалниот изглед на сите платформи со скали и поврзни мостови. Прикажана е платформата на која се поставени скалишните сегменти за комуникација помеѓу нивоата, во оваа платформа се користат двата спомнати начини за решавање на стабилноста во подолжен правец. Кај другите две платформи стабилноста во подолжен правец се решава само со склопови кои формираат притиснати К спрегови, бидејќи вертикалната комуникација помеѓу нивоата на платформите е воспоставена на првата платформа.

Конструктивниот челик е С.0361 (S235), а како пресеци се користени затворени кутијести профили (квадратни, правоаголни). Како столбови односно појаси на “виренделовите” носачи се користат квадратни кутијести профили  $\square 100.100.4$ , како основна исполна во подолжен и попречен правец се користат правоаголни кутијести профили  $\square 150.100.4$ , додека за секундарната исполна во подолжен и попречен правец се користат квадратни кутијести профили  $\square 80.80.3$  и  $\square 60.60.3$ , соодветно.



Слика 3. Детал на врска помеѓу монтажни сегменти

На слика 3. Прикажан е карактеристичен детал на наставување на појасите/столбовите на конструкцијата, преку челни плочи, со помош на завртки (4M16). Врската помеѓу елементот и челната плоча е предвидено да се изведе со заварување (во работилница) со аголен завар по целиот обем на елементот.

Анкерувањето на конструкцијата е предвидено да се изврши директно во бетонската подна плоча армирана со челични влакна, со помош на челични анкери вградени достигнување на јакоста на бетонот на подната плоча. Анкерите кои се користат се стандардизирани, со податоци за нивната носивост дадени од производителот, за потребата на овие платформи извршено е испитување на 3 вградени анкери.

### 3. АНАЛИЗА НА КОНСТРУКЦИЈАТА И ВРСКИТЕ

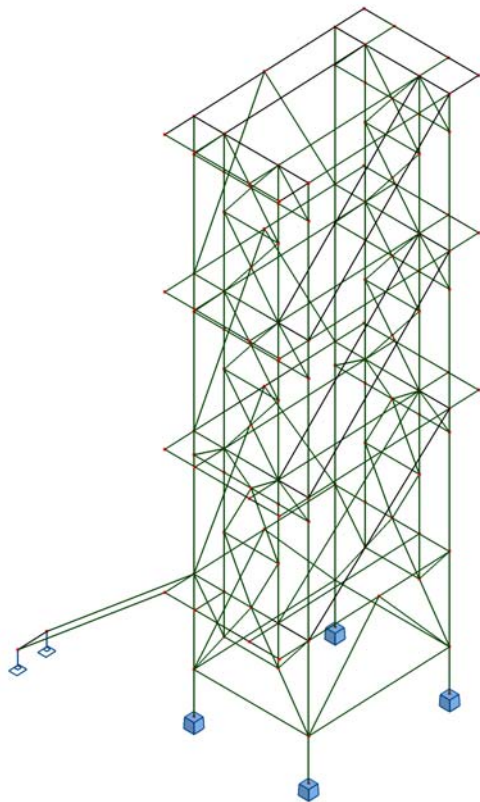
Анализата за конструкцијата на платформите е извршена на тродимензионален математички модел изработен со линиски елементи во програмскиот пакет Robot Structural Analysis 2016, за двата подтипови на платформа.

Товарењето на конструкцијата е извршено според правилата од техничките прописи и нормативи за товарење на ваков вид на конструкции, поставени во затворен простор.

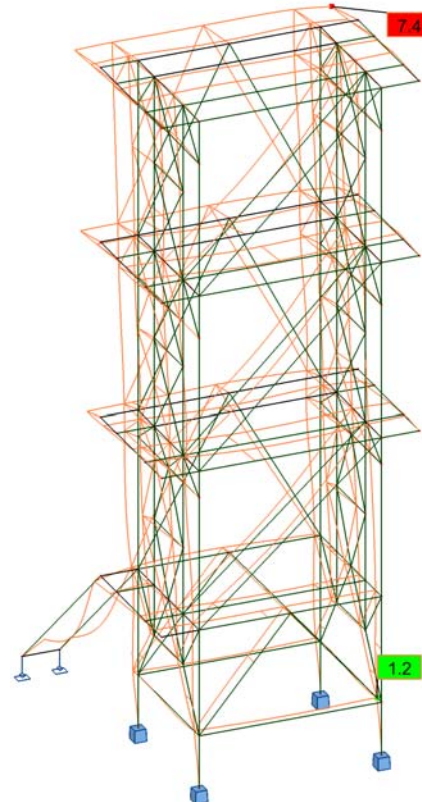
Постојани товари: сопствена тежина, тежина на ограда, тежина на под за платформа.

Корисни товари: корисен товар на платформа, корисен товар на скали.

Товари од сеизмика: пресметани за како процент од постојаните и корисните товари, спред актуелниот пропис за сеизмика на Република Македонија.



Слика 4. Математички модел на к-јата



Слика.5 Деформирана состојба

На слика 4. прикажан е математичкиот модел на конструкцијата. Потпирањето на конструкцијата се третира како вклучување, основните елементи од конструкцијата (греди, столбови) се третираат како елементи со аксијален и моментен капацитет, додека пак елементите од исполната се третираат како елементи само со аксијален капацитет.

На слика 5. прикажана е максималната деформација на конструкцијата, од меродавна комбинација, истата е дадена во mm, и ги задоволува дозволените деформации за овој тип на конструкции. Максималната деформација е добиена при дејство на постојаните и корисните товари во комбинација со дејство на сеизмичка сила во попречен правец.

Имајќи предвид дека станува збор за монтажна конструкција, мора да се напомене дека концептот за конструкцијата е безвреден без концепт за врсните на истата. При проектирањето на платформите, типот на врска помеѓу сегментите и нивната едноставност и едноличност има влијание при избор на елементите од конструкцијата.

Анализирани се критичните места на спојување на елементите, и според истите се усвоени димензиите на елементите од врската (дијаметри на завртки како и големина на челните лимови). Завртките се пресметани према капацитетот на носивост на смолкнување, додела пак дебелината на лимот е усвоена према капацитетот на носивост на притисок по обод на завртка.

Работилничката документација е целосно изработена преку тродимензионален модел во софтверскиот пакет Autodesk Advance Steel, од каде се добиени сите работилнички цртежи за елементи и врски, склопни цртежи и диспозиции, како и спецификации и листи за набавка на употребениот материјал.

При проектирањето на платформите запазени се сите поединости кои произлегуваат од спецификациите за машините кои истите треба да ги опслужуваат како не би дошло до пореметување на концептот "производна лента", запазена е потребата за едноставна монтажа на платформите при веќе поставени машини како и анкерувањето во веќе изведена подна плоча без засебна темелна конструкција. Добиеното решение е рационално и едноставно за производство, нема специфични побарувања при изведба (квалитет на основен материјал, квалитет на материјал на завртки, квалитет на завари) и е едноставно за монтажа.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Основи на челични конструкции, Проф. д-р Атанас Филиповски, Скопје 2004 год.
- [4] Celicne konstrukcije u gradjevinarstvu, Prof. dr Branko Zaric, Prof. dr Dragan Budjevac, Mr. Bratislav Stipanic, Gradjevinska книга Beograd, 2000 god
- [5] 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