

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

**Назив: МЕТОДА И РАЗВОЈ УРЕЂАЈА ЗА САНАЦИЈУ НОСЕЋЕ
КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАКАСТИХ ТРАНСПОРТЕРА**

Категорија техничког решења: Ново техничко решење (метода) примењено на међународном нивоу (M81)

Аутори:

др Јован Владић, редовни професор
др Радомир Ђокић, доцент
Танасије Јојић, сарадник у настави

Кључне речи: тракасти транспортер, мерно-дилатациони модул

Реализатор: Факултет техничких наука Нови Сад

Решење рађено за: Мјешовити Холдинг „Електропривреда Републике Српске“ ЗП „Рудник и термоелектрана Угљевик“ АД Угљевик

Година када је решење комплетирано: 2017.

Година када је решење почело да се примењује и од кога:
2017. година, од стране ЗП „Рудник и термоелектрана Угљевик“ АД Угљевик, Република Српска

Област на коју се односи техничко решење:

Техничко решење се односи на област носећих конструкција тракастих транспортера који се налазе у широкој примени у свим гранама привреде.

Проблем који се техничким решењем решава

Код дужих тракастих транспортера носећа конструкција се преко темеља и стубова ослања на тло које се из разних разлога помера, што је посебно изражено на површинским коповима. Услед тога долази до појаве недозвољено великих напрезања везних елемената на ослоначким местима. Проблем се јавља због тога што се у фази пројектовања не може предвидети величина померања тла у дужем временском периоду (посебно на местима где се врше велика откопавања). Применом ове методе може се извршити ефикасна и квалитетна санација носеће конструкције. Уградњом одговарајућег мерно-дилатационог модула могуће је:

- извршити монтажу уређаја практично без прекида рада транспортера,
- безбедно растеретити носећу конструкцију и стубове и према потреби уклонити деформисане везне елементе,
- пратити оптерећење и стање носеће конструкције у контролном периоду и донети меродавне закључке,

- решење се може применити, уз одређена прилагођавања, на било ком ослоначком месту носеће конструкције,
- обезбедити ефикасно, једноставно и јефтино, условно речено, неограничено продужење периода експлоатације транспортера у условима већих померања тла у зони темеља.

Стање решености проблема у свету

Проблем санације носећих конструкција тракастих транспортера, као последице померања тла, се решава демонтажом, заменом деформисаних елемената и поновном монтажом транспортера и носеће конструкције помоћу великих дизалица (мостови тежине пар десетина тона, дужина више десетина метара некада на великим висинама) што захтева изузетно дуго време застоја у раду транспортера (пар месеци) и велике трошкове. Ако се има у виду да је капацитет таквих транспортера ретко мањи од 1000 t/h, због застоја у раду од месец дана при раду само у две смене (мада је он намењен за непрекидан рад) количина материјала која се не би превезла због застоја износи више од 500.000 t. Ако је у питању нпр. снабдевање термоелектране може се сагледати карактер проблема чак и без узимања у обзир великих трошкова овакве санације. Како је наведено, предложено решење омогућује санацију, односно уградњу мерно-дилатационог модула на ослоначким местима, практично без заустављања транспортера.

Начин верификације: Техничко решење је верификовано уградњом мерно - регулационог модула на ослоначком месту носеће конструкције тракастог транспортера ТР-1 и мерењима деформација и оптерећења у периоду од 12.05.2017. године до 29.11.2017. године у З.П. "Рудник и термоелектрана Угљевик" А.Д. Угљевик, Република Српска, БиХ. Поред тога Решење је, стицајем околности, верификовано - у екстремним условима при удару дампера у носећу конструкцију транспортера.

КРАТАК ОПИС

Метода и уређај за санацију носеће конструкције тракастих транспортера подразумевају санацију без демонтаже транспортера и носеће конструкције уградњом мерно-дилатационог модула на једном или више ослоначких места. Мерно-дилатациони модул обезбеђује растерећење сегмената носеће конструкције мостова и стубова тракастих транспортера и, условно речено, претварање непокретних у покретне ослонце. У природи увек долази до већег или мањег померања тла услед геолошких услова. Ова померања су посебно изражена у зонама где се врше велика ископавања као на површинским коповима у рудницима што утиче на појаву значајних проблема на носећој конструкцији тракастих транспортера. Након одређеног времена померање темеља и стубова транспортера су велика и доводе до тога да се зазори у тзв. „шлицевима“ на ослоним плочама пониште и да елементи носеће конструкције буду угрожени. Поништавањем зазора у „шлицевима“ ослонци, пројектовани као покретни, у једном тренутку постају непокретни, што надаље при значајнијим померањима тла и променама спољне температуре, изазивају недозвољено велика оптерећења и критично стање за целу носећу конструкцију.

Решење омогућава, према потреби, прилагођавања реалном стању на терену у дужем временском периоду, једноставном заменом везних плоча које су саставни елементи мерно-дилатационог модула. Нова метода санације носеће конструкције тракастих транспортера и уређај (мерно-дилатациони модул) су примењени приликом санације носеће конструкције тракастог транспортера ТР-1 на површинском копу „Богутово село“ који се налази у оквиру Рудника и термоелектране Угљевик, Република Српска. Санација по овој методи изведена је 2017. године, и транспортер се налази у пуној функцији, с тим да мерно-дилатациони модул омогућује контролу

односно мерење промене оптерећења и оцену стања носеће конструкције у контролном периоду.

До сада случајеви деформација на елементима носеће конструкције тракастих транспортера су решавани демонтажом мостова транспортера, што је вишеструко неповољније са становишта трошкова, обима посла и вишемесечног застоја у раду транспортера.

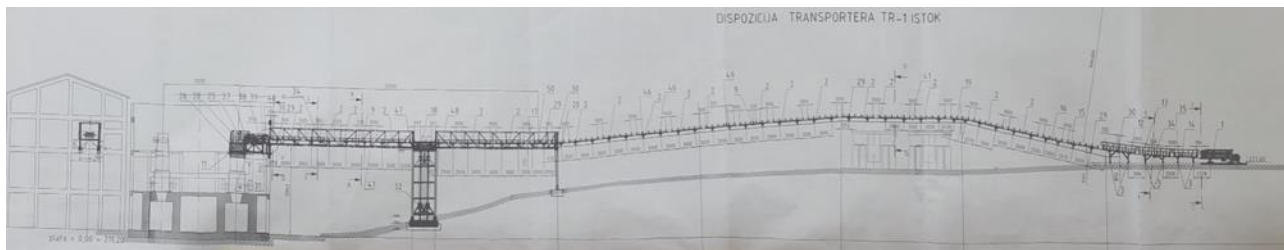
Резултати мерења у контролном периоду, праћење стања носеће конструкције и функционалности мерно-дилатационог модула указују на успешност спроведене методе санације што ову методу препоручује за њено даље коришћење.

Техничке могућности

Ово техничко решење је погодно за санацију носећих конструкција код свих тракастих транспортера, а посебно код оних чија се носећа конструкција налази на стубовима. Димензије мерно-дилатационог модула, односно његових елемената за везу са вертикалним носачима мостова тракастих транспортера се морају прилагодити геометријским карактеристикама постојеће носеће конструкције. Пре уградње је потребно пројектовати и израдити елементе мерно-регулационог модула. Уградња је веома једноставна и може се извести веома брзо (у току једног дана), практично без заустављања рада транспортера. Корисни простор у оквиру мостова тракастих транспортера се ни најмање не нарушава, што додатно даје позитивну оцену овом техничком решењу.

1. ДЕТАЉАН ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Техничко решење је реализовано на носећој конструкцији тракастог транспортера ТР-1 на површинском копу З.П. „Рудник и термоелектрана Угљевик“ А.Д. Угљевик, Република Српска, БиХ, чији је диспозициони цртеж дат на сл. 1, а приказ носеће конструкције на сл. 2.



Слика 1. Диспозициони цртеж тракастог транспортера ТР-1



Слика 2. Изглед носеће конструкције транспортера ТР-1

1.1 Предуслови за извођење санације носеће конструкције по овој методи

Санација носеће конструкције тракастих транспортера подразумева растерећење постојеће конструкције и обезбеђење одговарајућих померања за одређени број или сваки сегмент моста транспортера, односно ослањање сегмената мостова са једним покретним и једним непокретним ослоном. Ослањање конструкције на високе стубове са релативно малом крутошћу у вертикалној равни транспортера се може посматрати као елестични ослонац који дозвољава одређена померања. Због тога је, при овој санацији, потребно извршити процене акумулисаних оптерећења стуба и елемената носеће конструкције на ослоначком месту.

Подлога за спровођење ове методе санације је одређивање меродавних параметара за пројектовање уређаја, што се може извршити на основу детаљне анализе и стручне процене реалног стања носеће конструкције и везних елемената на ослоначким местима (деформације и напрезања елемената). Са овог становишта могу се појавити три различита случаја:

1. Санација ослоначког места који се још увек понаша као покретни ослонац, где није дошло до потпуног „искоришћења шлицева“ ослоначких плоча, односно није дошло до деформације везних завртњева,
2. Санација ослоначког места без „шлицева“ на ослоначким плочама (тзв. непокретни ослонац),
3. Санација ослоначког места са „шлицевима“ на ослоначким плочама, када је дошло до потпуног „искоришћења шлицева“ и деформације везних завртњева, тако да ослоначко место постаје непокретни ослонац.

За први и други случај меродавни параметри за пројектовање су карактеристике материјала и геометрија везних елемената (завртњеви и везне плоче), као и расположиви простор за уградњу уређаја. Док је за трећи (најсложенији) случај неопходно извести додатно детаљну анализу напонско-деформационог стања елемената ослоначког места да би се поређењем са реалним (измереним) деформацијама елемената ослоначког места одредиле величине индукованих оптерећења. У даљем опису ће поступак бити укратко приказан на конкретном примеру носеће конструкције тракастог транспортера ТР-1 на површинском копу „Богутово село“ који се налази у оквиру Рудника и термоелектране Угљевик, Република Српска.

1.2 Опис методологије санације на конкретном примеру

1.2.1 Утврђивање узрока и анализа стања елемената конструкције

На носећој конструкцији тракастог транспортера ТР-1 који чини улазни транспортер за допрему угља у дробилану, у оквиру површинског копа “Богутово Село” у Руднику и термоелектрани Угљевик, Република Српска, услед дестабилизације терена која се манифестовала у хоризонталним и вертикалним померањима тла, дошло је до знатних промена, деформација и оштећења. Детаљним испитивањем утврђена су оштећења и деформације завртањских веза које спајају сегменте мостова транспортера са решеткастим стубом.

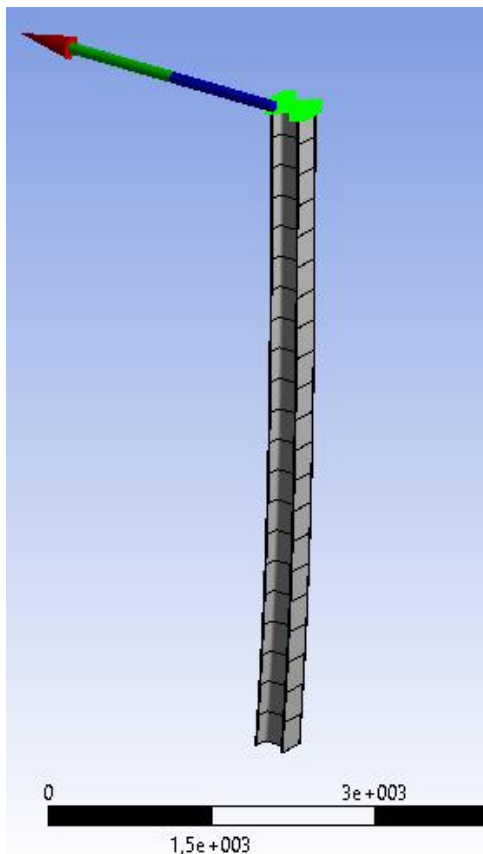
Веза два сегмента моста транспортера са стубом је остварена преко завртњева М30 и плоче у глави стуба која омогућава одређена хоризонтална померања (± 80 mm) преко прореза, тзв. „шлицева“, израђених у плочи. Приликом прегледа уочено је да су завртњеви деформисани и ослоњени на спољашње крајеве прореза, тако да се ово ослоначко место понаша као непокретни ослонац, због чега су се јавила велика напрезања услед померања тла или температурних разлика. Приказ везе сегмената моста транспортера са стубом и деформисаним завртњевима дат је на сл. 3.



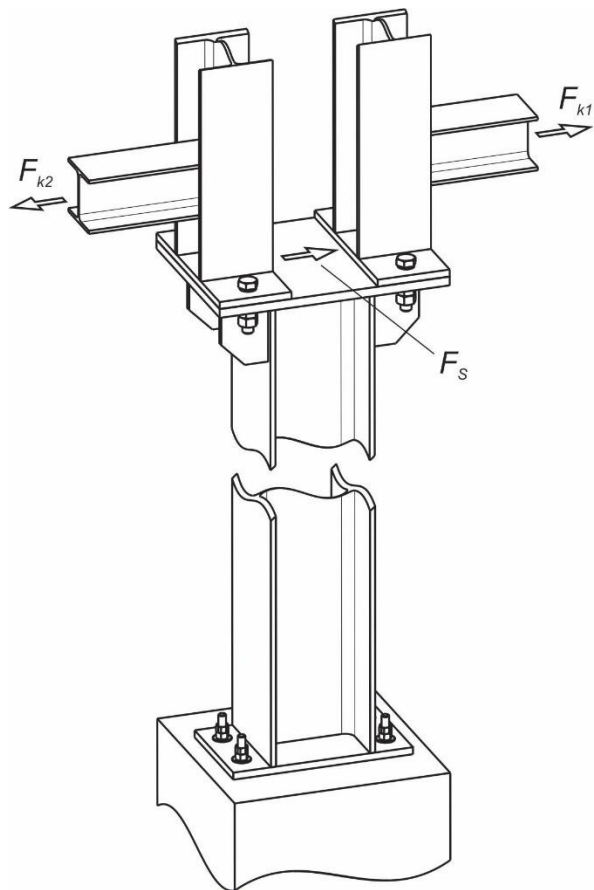
Слика 3. Веза сегмената моста транспортера са стубом

1.2.2 Процена оптерећења стуба

Процена величине оптерећења извршена је на основу деформације стуба. Дијапазон деформације стуба је одређен на основу отклона стуба и закретања темеља, а чији подаци су добијени на основу анализе гедетских резултата мерења. Максимално оптерећење стуба је добијено под претпоставком да је укупан отклон последица деформације стуба. На основу мерења, максимални отклон главе стуба је $\Delta L \approx 100 \text{ mm}$ у страну супротну од смера кретања транспортера. Стуб представља решеткасту конструкцију, али се може сматрати да је крутост у правцу кретања транспортера дефинисана крутошћу вертикалног профилног носача HEA 300. На основу прорачуна добија се да је за измерени отклон (деформацију) наведеног носача потребно оптерећење у глави стуба од 45,8 kN (сл. 4).



Слика 4. Напрезање и деформација носача стуба



Слика 5. Носач стуба са чворним местом

У том случају напрезање стуба је:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_x} = \frac{2,84 \cdot 10^8}{1,26 \cdot 10^6} = 225 \text{ MPa} \geq \sigma_d$$

где је:

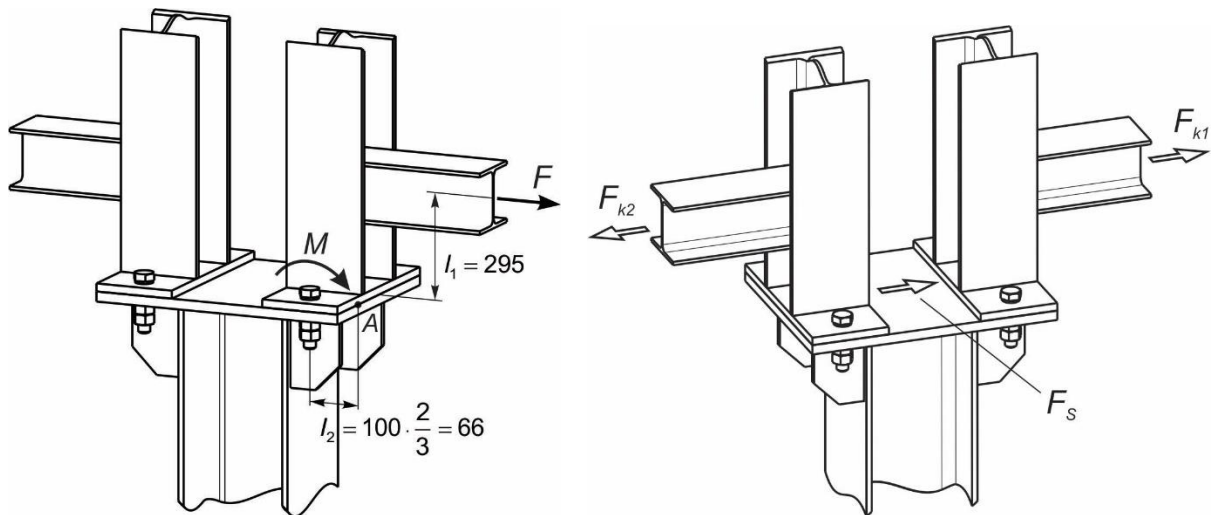
$$M = F_{\max} \cdot L = 45800 \cdot 6200 = 2,84 \cdot 10^8 \text{ Nmm} - \text{момент савијања у корену стуба,}$$

$$W_x = 1260 \text{ cm}^3 - \text{отпорни момент пресека носача HEA 300.}$$

Како је напрезање у корену стуба веће од дозвољене вредности (блиско је граници развлачења ($\sigma_v=230 \text{ MPa}$)), неопходно је при санацији обавезно извршити растерећење стуба.

1.3 Процена оптерећења носеће конструкције и елемената на ослоначком месту

Процена величине индукованих оптерећења у носећој конструкцији је од посебног значаја за пројектовање уређаја за санацију транспортера. На ослоначким местима где није дошло до деформације завртњева или на везним плочама без „шлицева“, како је наведено, одређивање меродавних оптерећења за пројектовање уређаја је једноставно и врши се на основу моћи ношења везних завртњева. У трећем случају, када се завртњеви налазе у „шлицевима“ везних плоча, њихова деформација је комплексна, па је одређивање величине оптерећења које је изазвало овакву деформацију сложено. Као подлога за процену оптерећења може да послужи величина деформације везних завртњева и везних плоча. У наредном тексту је приказан поступак као подлога за процену величине индукованих оптерећења насталих због померања темеља и температурних разлика.



Слика 6. Приказ ослоначкоог места носеће конструкције

У овом случају су примењени везни завртњеви М30. Пошто није могао са сигурношћу бити утврђен квалитет материјала завртњева прорачун моћи ношења је одређен за различите претпостављене квалитете материјала завртњева. Завртањ је оптерећен на затезање и на смицање у контактної равни плоча.

$$\sum M_A = 0$$

$$2F_z \cdot l_2 = F \cdot l_1$$

$$F_z = \frac{F \cdot l_1}{2 \cdot l_2} = \frac{F \cdot 295}{2 \cdot 33} = 4,5 \cdot F$$

Напон на затезање у завртњу је:

$$\sigma_z = \frac{F_z}{A_z} = 4,5 \cdot \frac{F}{561} = 8 \cdot 10^{-3} \cdot F \text{ МПа}$$

где је:

$A_z = 561 \text{ mm}^2$ – пресек језгра завртња М30

Напон смицања завртња у контактної равни везних плоча је:

$$\tau_z = \frac{F}{2A_z} = \frac{F}{2 \cdot 561} = 8,9 \cdot 10^{-4} \cdot F \text{ МПа}$$

Еквивалентни напон је:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_z^2 + 3\tau_z^2} = \sqrt{(8 \cdot 10^{-3} \cdot F)^2 + 3(8,9 \cdot 10^{-4} \cdot F)^2} = 8,3 \cdot 10^{-3} \cdot F \text{ МПа}$$

Како је дошло до деформације завртњева, еквивалентни напон је био већи од напона на граници развлачења која зависи од материјала завртња, односно:

$$\sigma_e = 8,3 \cdot 10^{-3} \cdot F \geq \sigma_v$$

Минимална вредност силе која деформише завртањ може се добити из:

$$F \geq \frac{\sigma_v}{8,3 \cdot 10^{-3}} = 120 \cdot \sigma_v \text{ N}$$

За завртањ израђен од материјала 5.6 са $\sigma_v = 300 \text{ МПа}$ сила која је деформисала завртњеве би била:

$$F \geq 120 \cdot 300 = 36000 \text{ N} \sim 3,6 \text{ t}$$

Ако је завртањ израђен од материјала 8.8 са $\sigma_v = 640 \text{ МПа}$ сила је:

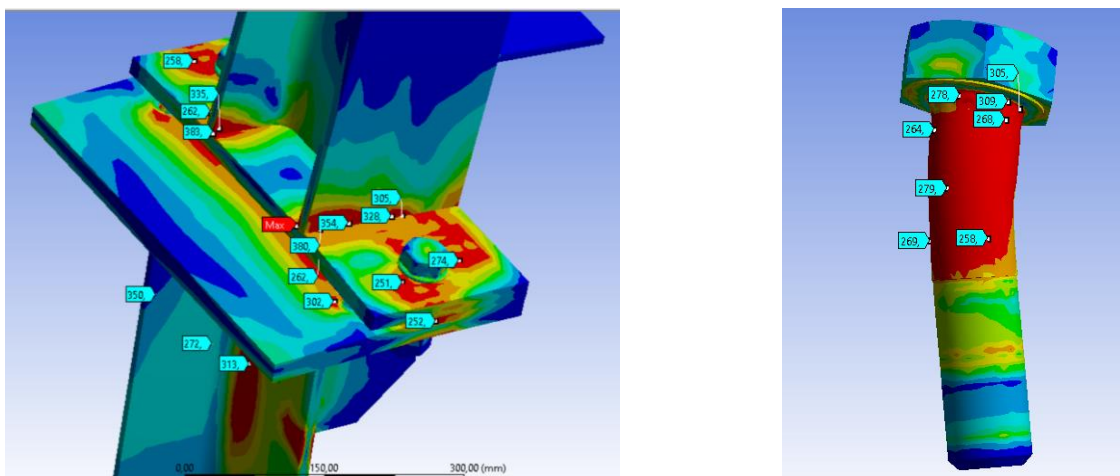
$$F \geq 120 \cdot 640 = 76800 \text{ N} \sim 7,7 \text{ t}$$

За завртњеве израђене од 10.9 са $\sigma_v = 900$ МПа сила је:

$$F \geq 120 \cdot 900 = 108000 \text{ N} \sim 10,8 \text{ t}$$

Овако дређена оптерећења би била довољна подлога за пројектовање уређаја за 1. и 2. случај који су наведени у тачки 1.1 овог поглавља. Међутим, како су завртњеви, у везној плочи са „шлицевима“, оптерећени на затезање, смицање и савијање, за процену оптерећења носеће конструкције извршена је анализа носеће конструкције методом коначних елемената за оптерећења од 15 t, 10 t и 5 t. Добијени резултати за деформације су компарирани са уоченим деформацијама везних завртњева и плоча на лицу места, на основу чега су изведени коначни закључци о величини напрезања на ослоначком месту. На следећим сликама приказана су напрезања и деформације постојеће конструкције на месту везе са завртњевима за наведене вредности оптерећења.

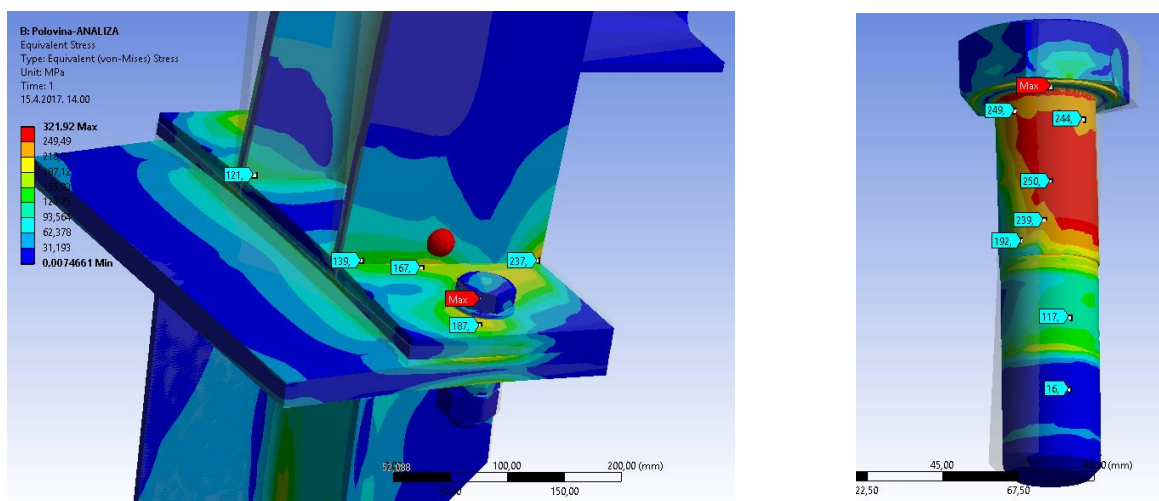
- провера напрезања при оптерећењу од 15 t.



Слика 7. Деформације и напрезања постојеће конструкције под оптерећењем од 15 t

Пошто су овде напрезања у контактним плочама и вертикалним носачима већа од границе развлачења ($\sigma_v=240$ МПа), поредећи са деформацијама везних плоча на лицу места, где нису уочене деформације на овим елементима, процењује се да је оптерећење које се индуковало у носећој конструкцији мање од 15 t.

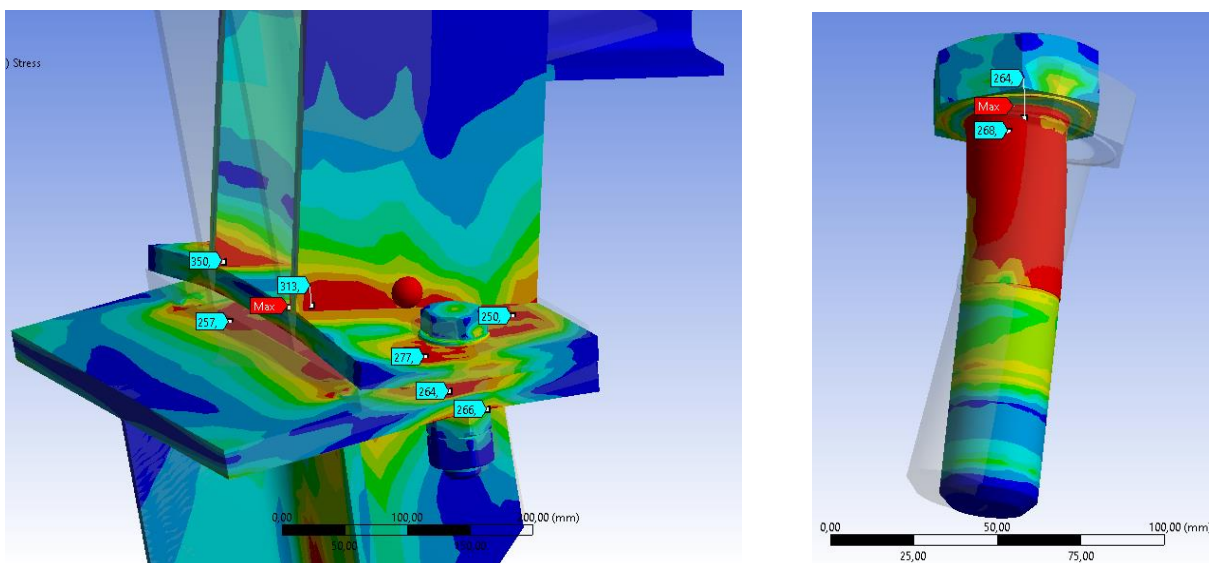
- провера напрезања при оптерећењу од 5 t.



Слика 8. Деформације и напрезања постојеће конструкције под оптерећењем од 5 t

Пошто су у овом случају деформације стабла завртња знатно мање од уочених на лицу места, процењује се да је индуковано оптерећење веће од 5 t.

- провера напрезања при оптерећењу од 10 t.



Слика 9. Деформације и напрезања постојеће конструкције под оптерећењем од 10 t

При напрезању склопа везе са оптерећењем од 10 t, деформације завртњева су уочљиве и сличне оним које су уочене прегледом на лицу места.

На основу претходне анализе може се закључити да су индукована оптерећења у носећој конструкцији око 10 t на једном ослоначком месту, односно укупно око 20 t на стубу, што ће бити подлога за пројектовање елемената мерно-дилатационог модула.

Важна напомена: У случајевима када се јаве деформације везних завртњева, као у овом случају, на сме се вршити њихово уклањање (одсецање) због тренутног растеређења и неконтролисаног кретања елемената конструкције.

2. КОНСТРУКЦИОНО РЕШЕЊЕ МЕРНО - ДИЛАТАЦИОНОГ МОДУЛА

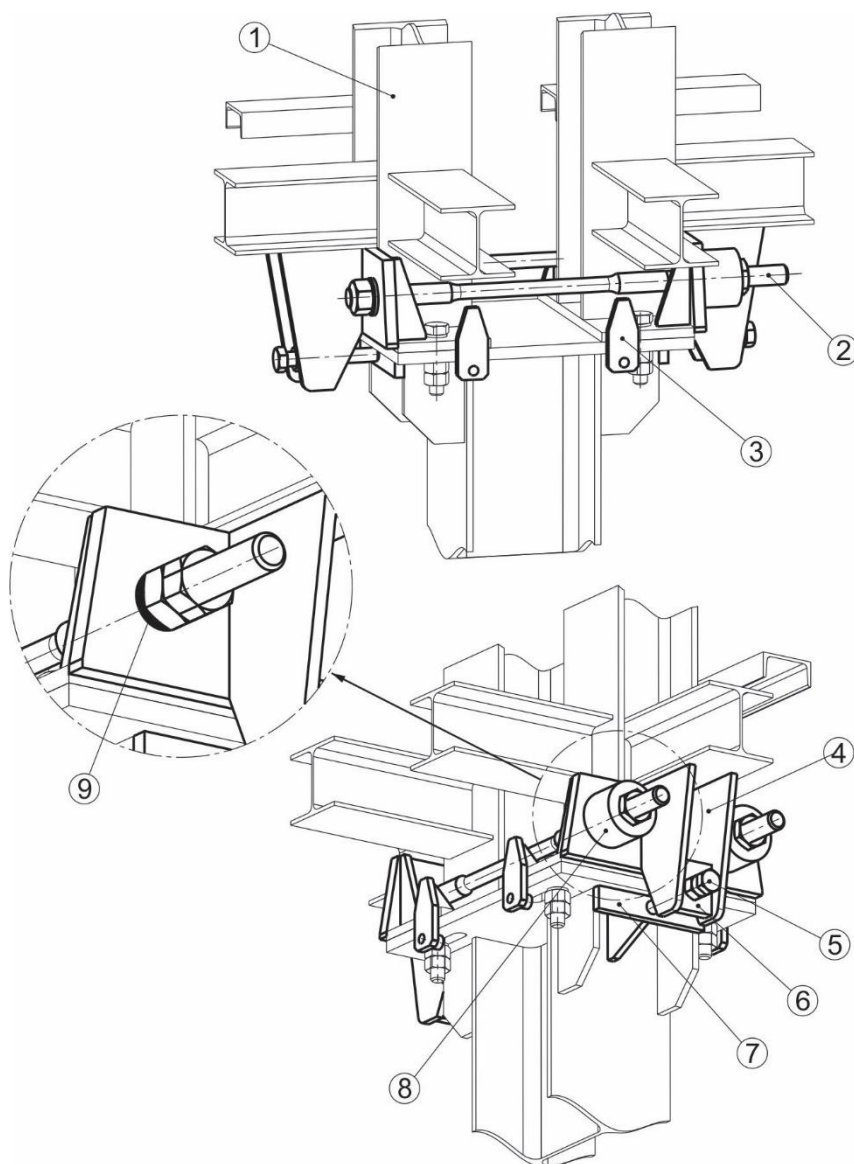
Основни услови које треба да задовољи решење за санацију су:

- треба да преузме оптерећења од конструкције (укупно око 20 t) које се јавља између сегмената мостова који су ослоњени на стуб након чега се могу odstrанити деформисани завртњеви,
- треба да обезбеди контролисано растеређење стуба (око 4,6 t),
- треба да омогући регулацију (аксијално померање) између два сегмента моста на постојећој плочи стуба (≈ 100 mm), услед померања тла и температурних разлика, у дужем временском периоду,
- треба да омогући контролу оптерећења у носећој конструкцији у контролном периоду, до коначног активирања уређаја.

2.1 Опис конструкције

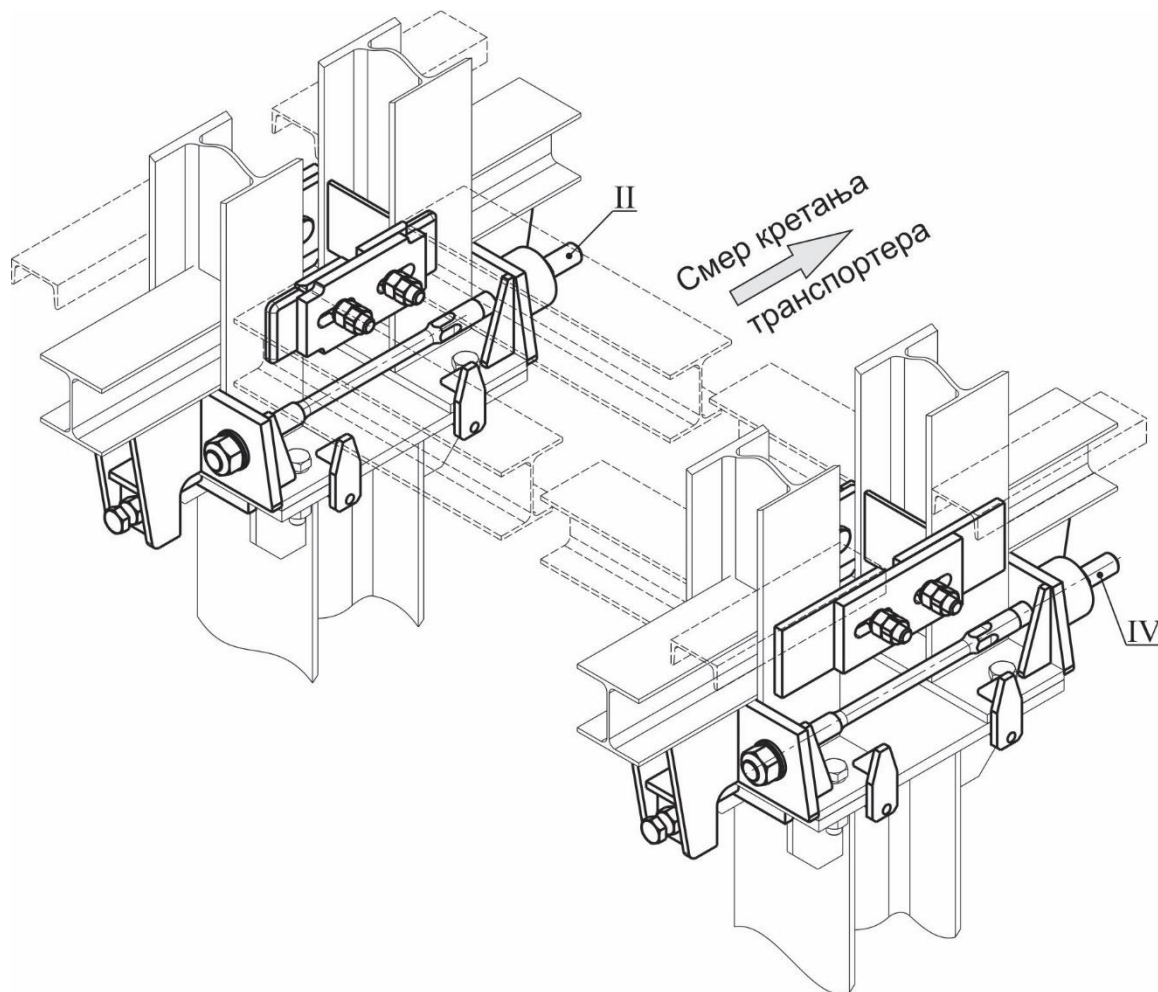
На сл. 10 приказано је решење мерно - дилатационог модула за санацију на транспортеру Tr-1. Решење се састоји од две функционалне целине, мерни и регулациони модул.

Мерни модул служи за преузимање индукованих оптерећења деформисаних завртњева и мерење оптерећења у конструкцији за време контролног периода. Ово решење се састоји од две навојне шипке (поз. 2) са припадајућим наврткама које се на плочу бочног носача (поз. 4) ослањају преко аксијалног лежишта (поз. 9). Како би се заштитио аксијални лежај и активан део затезача са наврткама од корозије, предвиђена је заштитна кутија са навртком која би се напунила конзистентном машћу за повишене температуре (да преко лета не исцури). Бочни носачи који представљају заварену конструкцију, као целина се заварују на постојећу конструкцију. Бочни носач има и вертикална ребра са попречном плочом (поз. 6) на којој је заварена навртка М30 са завртњем који служи за регулисано растерећење стуба. Како би се обезбедило померање ослоних површина сегмената моста по постојећој везној плочи стуба, без могућности издизања, предвиђене су бочне вођице (поз. 3) са непомичним ваљцима, које се заварују за контактну плочу сегмената моста. Мерне шипке и остали елементи мерно-дилатационог модула су димензионисани тако да могу да пренесу утврђено оптерећење напред приказаном анализом.



Слика 10. Мерни модул

Друга функционална целина тзв. дилатациони модул представља аналогно решење као што је изворно пројектно решење, али са везним плочама у вертикалној равни и омогућује померања (дилатације) мостова на стубу, где је модул уграђен. Постављањем везних плоча у правцу главних носача у доњем појасу носеће конструкције мостова омогућује се знатно повољније оптерећење елемената конструкције. На сл. 11 приказано је пројектно решење.



а)



б)

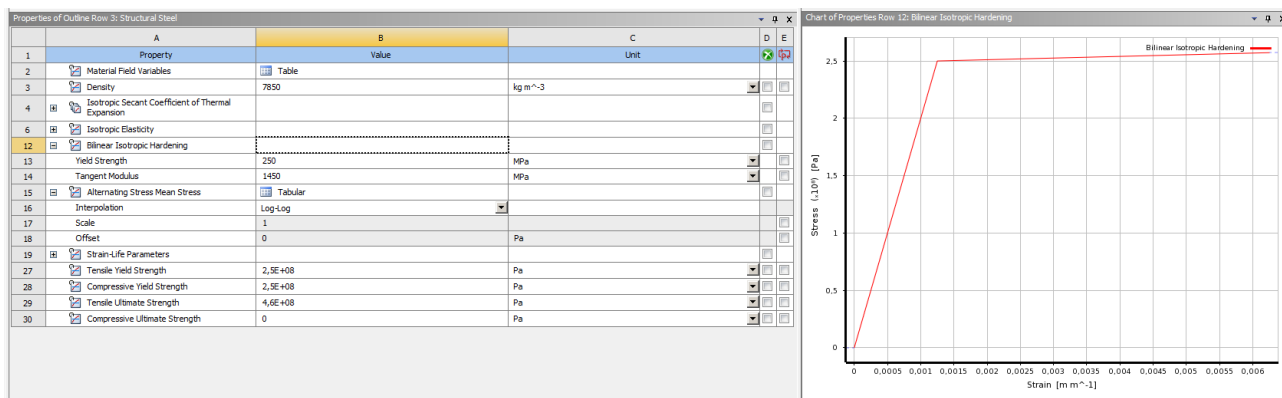
Слика 11. Пројектно решење мерно-дилатационог модула

Решење се састоји од три плоче, при чему се две плоче заварују за постојеће носаче, а трећа плоча (са „шлицевима“) представља везну плочу. Веза се остварује преко завртњева чиме је омогућено померање сегмената носеће конструкције.

У случају да се „потроше“ зазори у „шлицевима“ везне плоче треба је заменити новом са прилагођеним „шлицевима“. Ако се обезбеди одговарајуће налагање стопа за ослањање носеће конструкције на везну плочу стуба, експлоатација транспортера се може, условно речено, неограничено продужити. Поступак замене везне плоче би текао по поступку описаном за уклањање деформисаних завртњева.

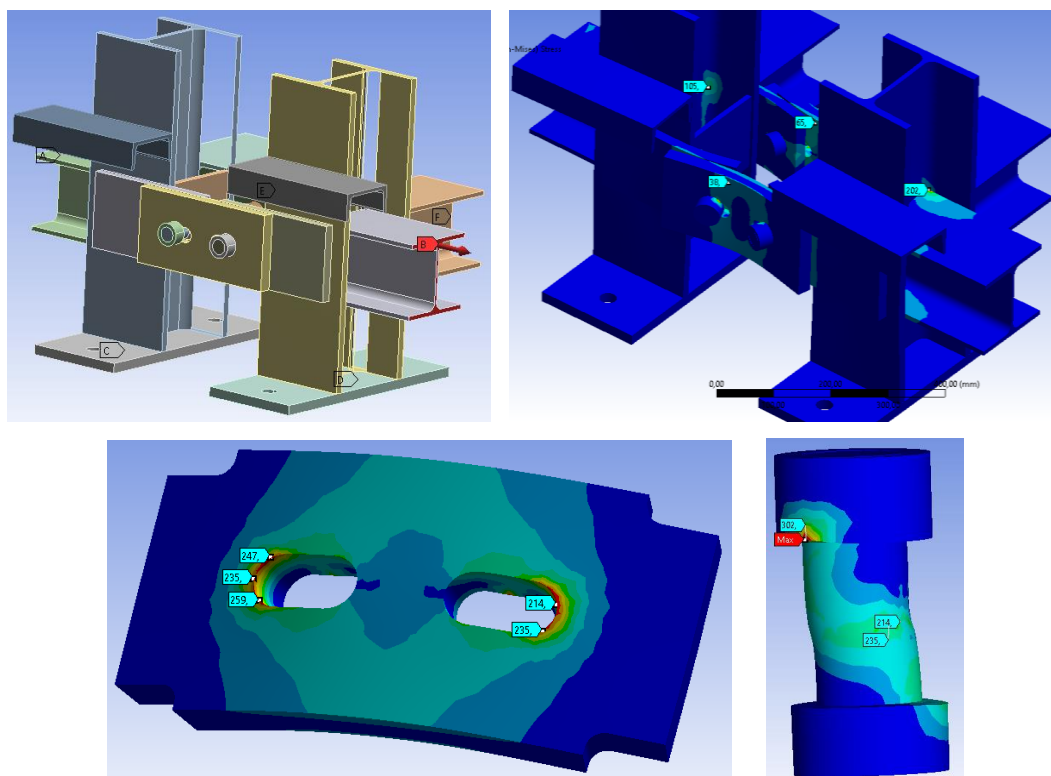
2.1.1 Анализа напрезања елемената дилатационог модула

Провера напрезања елемената везе дилатационог модула је извршена за оптерећење 10 t (односно укупно 20 t по ослоначком месту) са материјалом везних елемената од конструкционог челика. При овој анализи се користила билинеарна карактеристика материјала, где је модул еластичности $E=2,1 \cdot 10^5$ MPa, био меродаван до границе развлачења материјала $\sigma_v=240$ MPa, а након достизања те границе, промена напона је претпостављена да се врши са знатно мањим модулом еластичности који износи $E_P=1450$ MPa (сл. 12).



Слика 12. Карактеристике материјала у прорачунском моделу

Оптерећење од 10 t (biLinear Elastic)



Слика 13. Напрезање елемената дилатационог модула при оптерећењу од 10 t

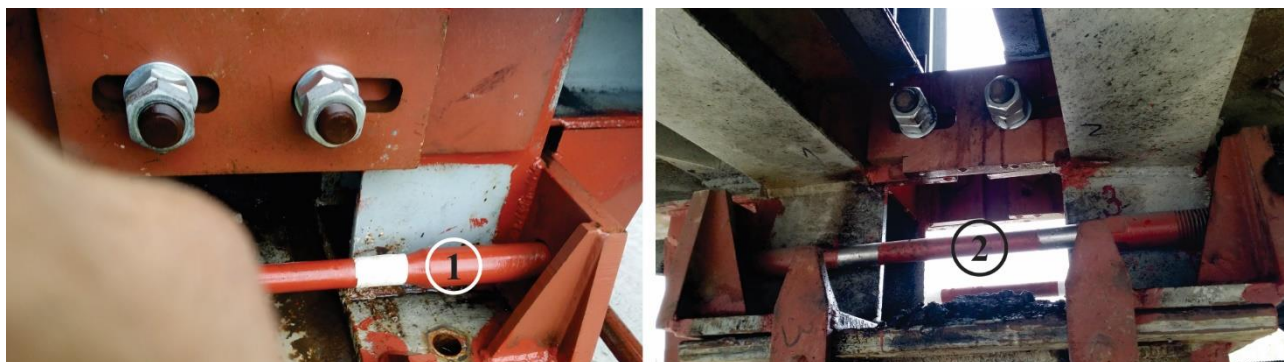
2.2 Опис поступка за уклањање деформисаних завртњева

Суштина проблема санације се огледа у томе да је потребно на безбедан начин извршити уклањање деформисаних завртњева, односно на контролисан начин растеретити носећу конструкцију и завртњеве напрегнуте великим силама.



Слика 14. Деформисани завртњи

За преузимање оптерећења (око 20 t по ослоначком месту) између мостова који се ослањају на стуб, треба да послуже две навојне шипке М42 (поз. 2, сл. 10) које могу да пренесу већа оптерећења од максимално процењених вредности. Са једне стране навојна шипка се ослања преко главе завртња или заварене навртке и одговарајуће подлошке на плочу бочног носача (поз. 4) који је заварен за постојећу конструкцију, а са друге стране се ослања преко аксијалног лежаја на плочу другог бочног носача. Након заваривања бочних носача (поз. 4) потребно је притегнути навртке на једној и другој страни, тако да се пониште зазори преко аксијалног лежаја. Могуће је извршити и одређено предзатезање, али не веће од 10 kN, како би се избегао утицај евентуално неуочљивих зазора и нетачности у изради ослоних елемената.



Слика 15. Изглед мерног места након уклањања завртњева

Завртњеве (поз. 5, сл. 10) је потребно заврнути до поништења зазора са бочним странама плоча (поз. 7). Након ових активности нова конструкција је спремна да преузме сва оптерећења и са стране конструкције сегмената мостова и од деформисаног стуба. Након тога је могуће одврнути навртке и избити завртњеве. Према потреби могу се стабло и глава одсећи брусилицом. Водити рачуна да се све ово изводи синхронизовано и са другом страном стуба.

3. КОНТРОЛА ОПТЕРЕЋЕЊА И ПРАЋЕЊЕ СТАЊА НОСЕЋЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Након уклањања деформисаних завртњева и преузимања индукованог оптерећења неопходно је у контролном периоду вршити геодетска мерења и мерења оптерећења на мерним шипкама. Мерење оптерећења се врши преко мерног модула са мерним шипкама при чему су мерења деформација могућа путем мерних трака или, као што је у овом случају примењено, мерење деформетром. Контролни период се прописује у зависности од конкретних услова. Овде се наводе услови који су прописани за мерно-регулациони модул уграђен на транспортеру TP-1 рудника у Угљевику који садрже следеће:

- Након уградње ослонаца мерног модула и пре постављања мерних шипки, потребно је извршити кирнерисање мерне базе деформетра (254 mm) на предвиђеном делу навојне шипке (растеређено стање).
- Извршити притезање навртки навојних шипки момент кључем до монтажног оптерећења (овде 10 kN), како би се поништили зазори и деформисале неравнине на ослоним елементима.
- Након притезања навртки извршити уклањање деформисаних завртњева одсецањем и избијањем из „шлицева“ везних плоча према описаном поступку.
- Извршити тзв. нулто мерење (монтажно стање). Мерење је потребно извршити након одстрањивања (демонтаже) постојећих деформисаних завртњева.
- Непосредно након нултог мерења на мерним шипкама, предвидети геодетска мерења на свим темељима стубова и одступање стубова од вертикале стубова на нивоу везе са сегментима мостова за све стубове. Поред мерења висинских параметара темеља и померања главе стуба на месту везе са мостовима потребно је мерити међусобно растојање између темеља у правцу транспортера у хоризонталној равни.
- Потребно је прописати динамику мерења у зависности од конкретних услова. У контролном периоду били су прописани следећи рокови мерења:
 1. контрола - одмах након уградње – нулто мерење,
 2. контрола - након месец дана од нултог мерења,
 3. контрола – два месеца од 2. контроле,
 4. контрола – два месеца од 3. контроле.
- Динамику мерења у контролном периоду дефинисати тако да се он заврши до појаве хладног периода. У овом случају је предвиђено да се изврше четири мерења на основу којих би се донели закључци за активирање дилатационог модула.
- Ако резултати мерења у контролном периоду, уз визуелни преглед стања носеће конструкције, буду задовољавајући, треба извршити коначно притезање завртњева на везним плочама дилатационог модула са момент кључем прописаним моментом (овде 750 Nm). Након притезања завртњева на везним плочама, потребно је извршити „отпуштање“ навртки на навојним шипкама, тако да оне надаље служе само као додатна сигурност.

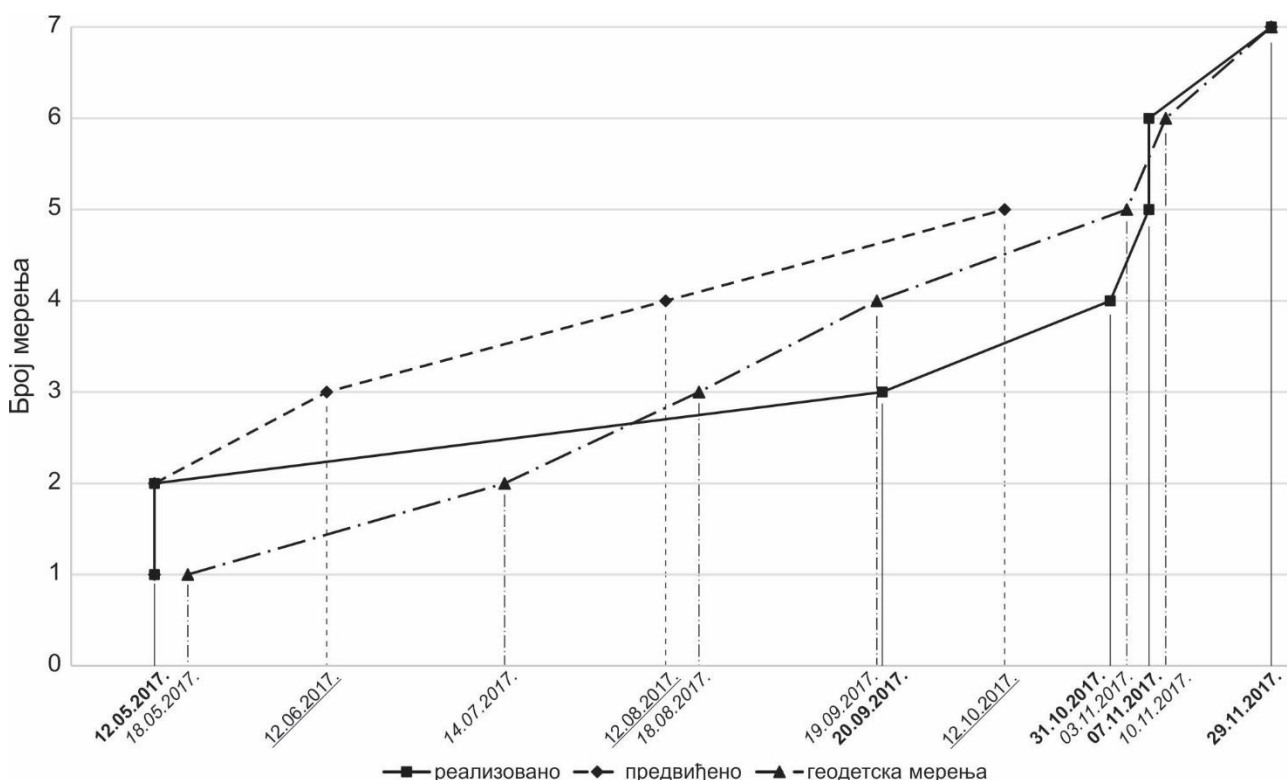
Сходно претходном, у контролном периоду је, у смислу преузимања оптерећења, „активан“ мерни модул, односно мерне шипке а након контролног периода би се активирао дилатациони модул док би мерне шипке надаље служиле само као додатна сигурност.

3.1 Опис контроле и верификација уређаја

Како је наведено, у контролном периоду су прописане четири контроле. Међутим, мониторинг није изведен по предвиђеној динамици, већ је реализација у почетку знатно каснила, да би се на крају по убрзаном поступку ушло у период хладног времена и одлагање комплетне санације носеће конструкције. Реализовано је пет контрола и то:

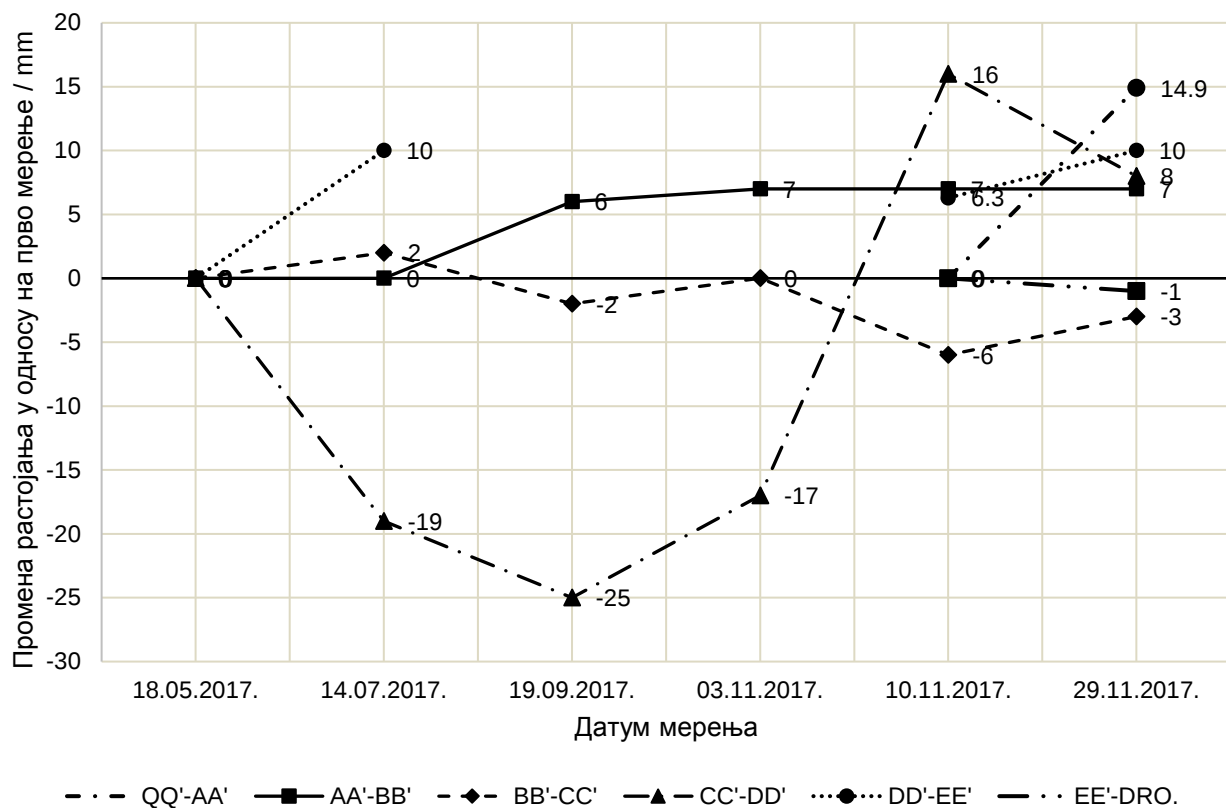
1. контрола, односно **нулто мерење** је извршено при активирању привременог решења - 12.05.2017. године,
2. контрола - 20.09.2017. године,
3. контрола - 31.10.2017. године,
4. контрола - 07.11.2017. године - ванредна контрола (отпуштање мерних шипки због појаве ниских температура почетком новембра),
5. контрола - 29.11.2017. године.

На сл. 16 приказани су термини предвиђених мерења, реализованих мерења на уређају и изведених геодетских мерења.

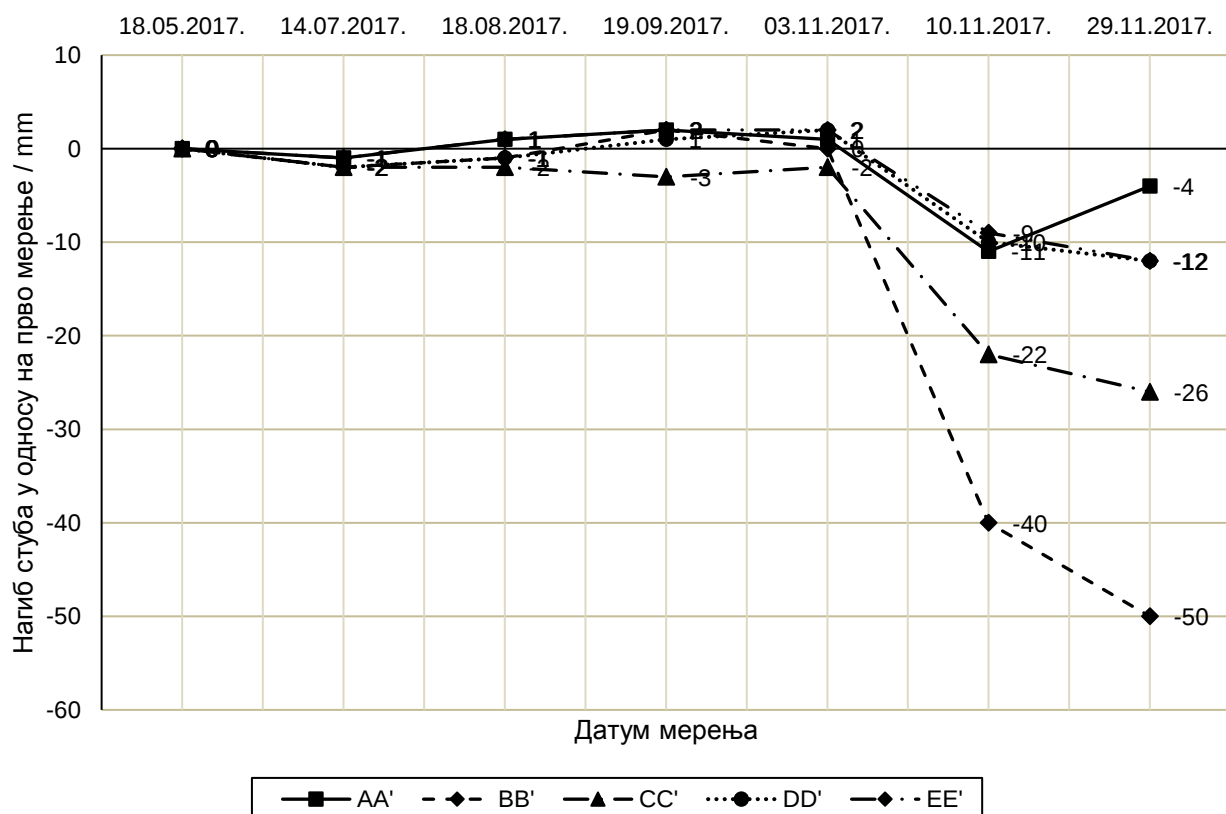


Слика 16. Динамика мерења за време мониторинга

На сл. 17 и 18 приказани су резултати геодетских мерења у периоду од 18.05.2017. до 29.11.2017. године. Дијаграм на сл. 17 приказује промену растојања између темеља стубова, због померања тла у односу на стање 18.05.2017. године. Други дијаграм (сл. 18) приказује промену одступања стубова од вертикале на месту ослањања носеће конструкције, у истом периоду на коме је означен период до отпуштања навртки мерних шипки, када је дошло до значајнијих померања у врховима стубова (растеређење).



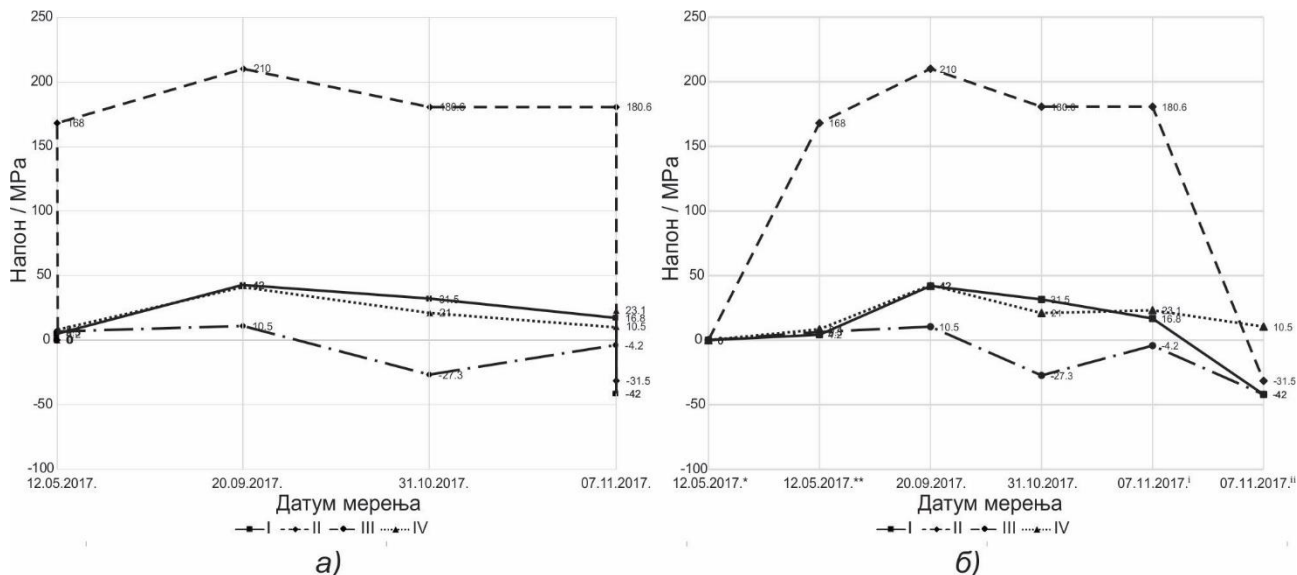
Слика 17. Геодетска мерења растојања темеља



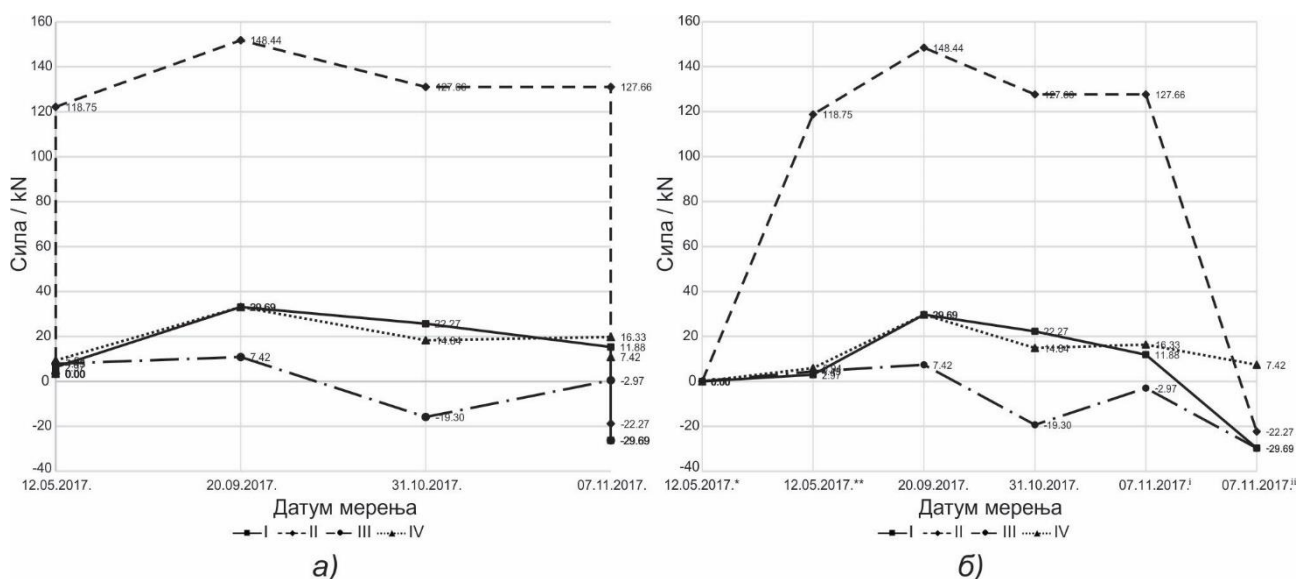
Слика 18. Геодетска мерења померања услед нагиба стубова

На наредним сликама су приказани дијаграми напрезања и оптерећења добијених мерењем деформација деформетром на мерним шипкама за контролни период од 12.05.2017. до 07.11.2017. године. На дијаграмима су уочљиве значајне промене сила у мерним шипкама у тренутку уклањања деформисаних завртњева, при чему је укупна сила у мерним шипкама тренутно порасла до 136,5 kN, да би се након

четири месеца (друга контрола) повећала до 215,2 kN. У тренутку отпуштања мерних шипки укупно оптерећење је било 153 kN. Треба имати у виду и значајан утицај температуре, јер истовременим мерењима на различитим местима носеће конструкције она варира и више од 8 °C у зависности да ли се мери на осунчаној страни или на страни која је у сенци. На сл. 19а и 20а приказани су реални резултати мерења док су на сл. 19б и 20б они „развучени“ како би се боље уочиле вредности напрезања и оптерећења измерених у истом дану (12.05. - одсецање завртњева и 07.11. - отпуштање мерних шипки).



Слика 19. Мерење напрезања у мерним шипкама



Слика 20. Дијаграм оптерећења (сила) у мерним шипкама

На основу извршених мерења у контролном периоду, може се констатовати да је уређај у потпуности испунио предвиђене захтеве, односно омогућио је:

- монтажу уређаја практично без прекида рада транспортера,
- безбедно преузимање акумулисаних оптерећења и демонтажу - одсецање деформисаних завртњева,
- праћење оптерећења и стања носеће конструкције у контролном периоду,
- растеређење носеће конструкције у целој деоници од првог темеља до затезне станице, односно довођење у стање које одговара првој монтажи транспортера (проектно стање).

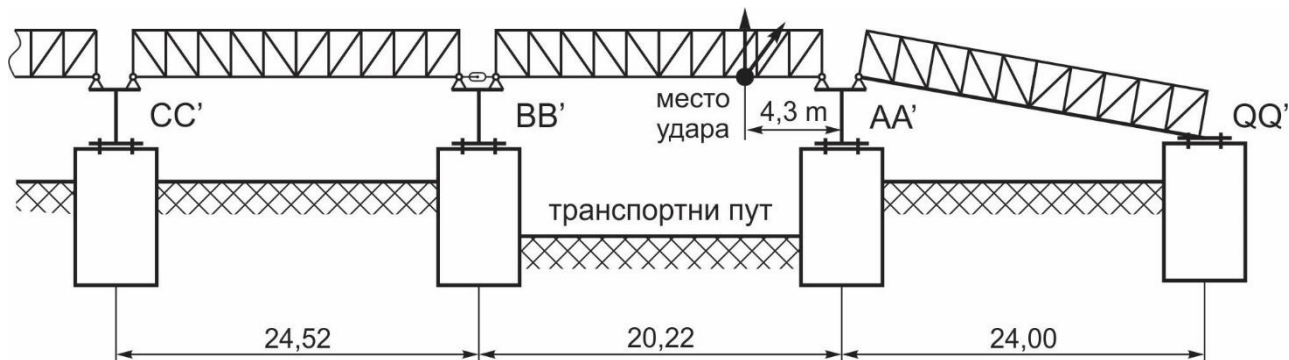
Напомена: Овако верификовано решење је могуће применити на било ком ослоначком месту носеће конструкције и на тај начин обезбедити ефикасно, једноставно и јефтино продужење периода експлоатације транспортера у условима већих померања тла у зони темеља.

3.2 Верификација уређаја у екстремним условима

Стицајем околности, на крају контролног периода 06.12.2017. године, дампер велике носивости, сл. 21, ударио је подигнутим товарним сандуком у мост носеће конструкције транспортера у пољу на чијем се једном крају налазио стуб са уграђеним мерно-дилатационим модулом. Удар је био веома снажан, тако да су покидани анкер завртњеве на 6 темеља (два суседна поља, сл. 22). Мерно-дилатациони модул је претрпео одређене деформације, али није дошло до кидања везе мостова на стубу, при чему је он одиграо позитивну улогу, првенствено из следећих разлога:

- дозволио је веће померање и мања оптерећења елемената конструкције при удару,
- продужио је период деформације конструкције, који је био довољан да се дампер након удара заустави, чиме је спречен потпун колапс конструкције и рушење мостова,
- омогућио је делимично растерећење при враћању конструкције након удара.

На овај начин је извршена ванредна верификација уређаја у екстремним условима. На сл. 22 и 23 приказани су детаљи хаварије.



Слика 21. Место удара дампера на носећој конструкцији



Слика 22. Детаљи хаварије на темељима стубова



Слика 23. Деформација и померање везне плоче мерно-дилатационог модула након хаварије

Прилози

1. Одлука о именовању рецензената
2. Мишљење рецензената
3. Одлука о прихватању техничког решења



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАДЖМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: _____

Ваш број: _____

Датум: 2017-12-05

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 47. редовној седници одржаној дана 29.11.2017. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 12.3.1. Верификација нових техничких решења и именовање рецензента

Тачка 12.3.11.: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

1. Проф. др Миломир Гашић, Факултет за машинство и грађевинарство, Краљево
2. Проф. др Драгослав Јаношевић, Машински факултет у Нишу

Назив техничког решења:

“МЕТОДА И РАЗВОЈ УРЕЂАЈА ЗА САНАЦИЈУ НОСЕЋЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАКАСТИХ ТРАНСПОРТЕРА”

Аутори техничког решења: Јован Владић, Радомир Ђокић, Танасије Јојић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки



Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву

36000 Краљево, Доситејева 19

Тел/факс 036 383 269, 383 377

The Faculty of Mechanical
and Civil Engineering in Kraljevo

The University of Kragujevac

Serbia, 36000 Kraljevo, Dositejeva 19

Phone/fax +381 36 383 269, 383 377

E-mail: office@mfkv.kg.ac.rs

www.mfkv.kg.ac.rs

РЕЦЕНЗИЈА

Мишљење о испуњености критеријума за признање техничког решења

Назив: МЕТОДА И РАЗВОЈ УРЕЂАЈА ЗА САНАЦИЈУ НОСЕЋЕ
КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАКАСТИХ ТРАНСПОРТЕРА

Аутори: др Јован Владић, редовни професор; др Радомир Ђокић, доцент; Танасије
Јојић, сарадник у настави

Категорија техничког решења: (М81) Ново техничко решење (метода) примењено
на међународном нивоу

Образложење

Предложено решење урађено је за:

Факултет техничких наука у Новом Саду (пројекат за привреду под називом „Санација носеће
конструкције тракастог транспортера Тр-1“, носилац пројекта: проф. др Јован Владић)

Субјект који користи решење је:

М.Х. "Електропривреда Републике Српске", З.П. "Рудник и термоелектрана Угљевик" а.д.
Угљевик

Предложено решење је урађено: 2017. године.

Субјект који је решење прихватио и примењује:

М.Х. "Електропривреда Републике Српске", З.П. "Рудник и термоелектрана Угљевик" а.д.
Угљевик

Начин верификације:

Техничко решење је верификовано уградњом мерно - регулационог модула на ослоначком месту носеће конструкције тракастог транспортера Тр-1. Верификацију је извела екипа Факултета техничких наука у Новом Саду мерењима деформација и оптерећења у периоду од 12.05.2017. године до 29.11.2017. године. Поред тога решење је, стицајем околности, верификовано - у екстремним условима при удару дампера у носећу конструкцију транспортера.

Предложено решење се користи на следећи начин:

Нова метода санације носеће конструкције тракастих транспортера и уређај (мерно-дилатациони модул) су примењени приликом санације носеће конструкције тракастог транспортера Тр-1, а који се налази у оквиру З.П. "Рудник и термоелектрана Угљевик" а.д. Угљевик, Република Српска. Санација по овој методи изведена је 2017. године, с тим да мерно-дилатациони модул омогућује контролу, односно мерење промене оптерећења и оцену стања носеће конструкције у контролном периоду.

Област на коју се техничко решење односи:

Техничко решење се односи на област носећих конструкција тракастих транспортера који се налазе у широкој примени у свим гранама привреде.

Проблем који се техничким решењем решава:

Применом ове методе може се извршити ефикасна и квалитетна санација носеће конструкције код тракастих транспортера већих дужина, која се преко темеља и стубова ослања на тло које се, због геолошких услова и рударских радова, помера, што је посебно изражено на површинским коповима. Услед тога долази до појаве недозвољено великих напрезања везних елемената на ослоначким местима, па се мора вршити санација која подразумева демонтаж, израду и поновну монтажу комплетне конструкције транспортера. Овим техничким решењем се обезбеђује ефикасно, једноставно и јефтино, условно речено, неограничено продужење периода експлоатације транспортера у условима већих померања тла у зони темеља.

Стање решености тог проблема у свету:

Проблем санације носећих конструкција тракастих транспортера, као последице померања тла, решава се демонтажом, заменом деформисаних елемената и поновном монтажом транспортера и носеће конструкције помоћу великих дизалица (мостови тежине неколико десетина тона, дужине више десетина метара, некада на великим висинама) што захтева изузетно дуго време застоја у раду транспортера. Ако је у питању нпр. снабдевање термоелектране, може се сагледати карактер проблема, чак и без узимања у обзир великих трошкова овакве санације. Предложено техничко решење омогућује санацију, односно уградњу мерно-дилатационог модула на ослоначким местима, без заустављања транспортера.

Суштина техничког решења:

Техничко решење за санацију носеће конструкције тракастих транспортера подразумева санацију без демонтаже транспортера и носеће конструкције уградњом мерно-дилатационог модула на једном или више ослоначких места. Решење омогућава, према потреби, прилагођавања реалном стању на терену у дужем временском периоду, једноставном заменом везних плоча, које су саставни елементи мерно-дилатационог модула.

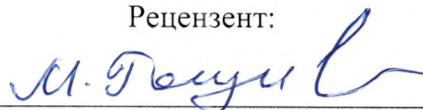
Могућности примене предложеног техничког решења:

Ово техничко решење је погодно за санацију носећих конструкција код свих тракастих транспортера, посебно код оних чија се носећа конструкција налази на стубовима. Пре уградње мерно-дилатационог модула потребно је пројектовати и изградити уређај прилагођен конкретним геометријско конструкционим условима ослоначког места. Уградња је веома једноставна и може се извести веома брзо, практично без заустављања рада транспортера. Корисни простор у оквиру мостова тракастих транспортера се ни најмање не нарушава (уградња са спољње стране), што представља позитивну страну овог техничког решења.

На основу детаљне анализе достављеног материјала, у својству рецензента, оцењујем да резултат научноистраживачког рада под називом: „МЕТОДА И РАЗВОЈ УРЕЂАЈА ЗА САНАЦИЈУ НОСЕЋЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАКАСТИХ ТРАНСПОРТЕРА“ представља ауторско дело, које поред стручне компоненте пружа оригинални научноистраживачки допринос и по важећим критеријумима Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача може се сврстати у категорију М81 - Ново техничко решење (метода) примењено на међународном нивоу.

Краљево, датум: 08.02.2018. год.

Рецензент:



Проф. др Миломир Гашић
Факултет за машинство и грађевинарство у
Краљеву



РЕЦЕНЗИЈА

Мишљење о испуњености критеријума за признање техничког решења

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама *Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије ("Сл. гласник РС", бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017), рецензент проф. др Драгослав Јаношевић оценио је да су испуњени услови за признавање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:

Назив: Метода и развој уређаја за санацију носеће конструкције тракастих транспортера

Аутори: др Јован Владић, редовни професор; др Радомир Ђокић, доцент; Танасије Јојић, сарадник у настави

Категорија техничког решења: **(M81)** Ново техничко решење (метода) примењено на међународном нивоу

Образложење

Предложено решење урађено је за Факултет техничких наука у Новом Саду, а за потребе пројекта за привреду: **Санација носеће конструкције тракастог транспортера Тр-1.**

Ко ће користити техничко решење:

М.Х. "Електропривреда Републике Српске", З.П. "Рудник и термоелектрана Угљевик" а.д. Угљевик

Ко је прихватио техничко решење:

М.Х. "Електропривреда Републике Српске", З.П. "Рудник и термоелектрана Угљевик" а.д. Угљевик

Начин верификације, односно верификациона тела:

Верификацију техничког решења извели су истраживачи са Факултета техничких наука у Новом Саду мерењима деформација и оптерећења током 2017. године на уграђеном мерно - регулационом модулу на ослоначком месту носеће конструкције тракастог транспортера Тр-1. Стицајем околности решење је „верификовано“ у екстремним условима при удару дампера у носећу конструкцију транспортера.



Предложено техничко решење се користи на следећи начин:

Техничко решење (метода) и уређај за санацију носеће конструкције тракастих транспортера омогућавају санацију и користе се без демонтаже транспортера и носеће конструкције уградњом мерно-дилатационог модула на једном или више ослоначких места. Мерно-дилатациони модул обезбеђује растерећење сегмената носеће конструкције мостова и стубова тракастих транспортера. Решење омогућава, према потреби, прилагођавања реалном стању на терену у дужем временском периоду, једноставном заменом везних плоча које су саставни елементи мерно-дилатационог модула. Ова метода санације носеће конструкције тракастих транспортера и мерно-дилатациони модул примењени су 2017. године приликом санације носеће конструкције тракастог транспортера ТР-1 на површинском копу „Богутово село“ који се налази у оквиру Рудника и термоелектране Угљевик, Република Српска. Резултати мерења у контролном периоду, праћење стања носеће конструкције и функционалности мерно-дилатационог модула указују на успешност спроведене методе санације што ову методу препоручује за њено даље коришћење.

Област на коју се техничко решење односи:

Техничко решење се користи у области носећих конструкција тракастих транспортера који се користе за транспорт материјала на великим растојањима.

Проблем који се техничким решењем решава:

Овим техничким решењем се обезбеђује ефикасно, једноставно и јефтино, условно речено, неограничено продужење периода експлоатације транспортера у условима већих померања тла у зони темеља. Оно се може применити, уз одређена прилагођавања, на било ком ослоначком месту носеће конструкције. Применом ове методе може се извршити ефикасна и квалитетна санација носеће конструкције код тракастих транспортера већих дужина једноставном монтажом уређаја (мерно-дилатационог модула), практично без прекида рада транспортера.

Стање решености тог проблема у свету:

У случајевима померања тла долази до поништавања зазора на чворним местима носеће конструкције тракастих транспортера (на местима где се спајају сегменти мостова транспортера), што доводи до нежељених напрезања у носећим елементима, а неретко и до пластичних деформација. Санација се изводи демонтажом, заменом деформисаних елемената и поновном монтажом транспортера и носеће конструкције помоћу великих дизалица (маса мостова се крећу до неколико десетина тона, а дужине до више десетина метара), што захтева изузетно дуго време застоја у раду транспортера. Предложено техничко решење омогућава санацију, односно уградњу мерно-дилатационог модула на ослоначким местима, без заустављања транспортера.

Суштина техничког решења:

Техничко решење базира на чињеници да се санација носеће конструкције тракастих транспортера изводи без демонтаже транспортера и носеће конструкције, уградњом мерно-дилатационог модула на једном или више ослоначких места. Решење омогућава, према потреби, прилагођавања реалном стању на терену у дужем временском периоду, једноставном заменом везних плоча, које су саставни елементи мерно-дилатационог модула.



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ
Катедра за транспортну технику и логистику



Карактеристике предложеног техничког решења су следеће:

Техничко решење се састоји од две функционалне целине, мерног и регулационог модула. Мерни модул служи за преузимање индукованих оптерећења деформисаних завртњева и мерење оптерећења у конструкцији за време контролног периода. Друга функционална целина представља аналогно решење као што је изворно пројектно решење, али омогућава померања (дилатације) мостова на стубу, где је модул уграђен. Постављањем везних плоча у правцу главних носача у доњем појасу носеће конструкције мостова, омогућава се знатно повољније оптерећење елемената конструкције, јер је обезбеђено међусобно померање везних плоча, а тиме и сегмената носеће конструкције.

Могућности примене предложеног техничког решења:

Метода за санацију носеће конструкције тракастих транспортера и пројектовани уређај (мерно-дилатациони модул) су погодни за санацију носећих конструкција код свих тракастих транспортера, посебно код оних чија се носећа конструкција налази на стубовима. Пре уградње мерно-дилатационог модула потребно је пројектовати и изградити уређај прилагођен конкретним условима ослоначког места. Уградња је веома једноставна и може се извести веома брзо, практично без заустављања рада транспортера. Корисни простор у оквиру мостова тракастих транспортера се не нарушава, што представља позитивну страну овог техничког решења.

Закључак:

На основу горе наведеног и анализе достављеног материјала у својству рецензента, констатујем да техничко решење под називом: „МЕТОДА И РАЗВОЈ УРЕЂАЈА ЗА САНАЦИЈУ НОСЕЋЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАКАСТИХ ТРАНСПОРТЕРА“ представља квалитетан и оригиналан научноистраживачки допринос који је намењен струци и по важећим критеријумима Правилника може се сврстати у категорију М81 (Ново техничко решење (метода) примењено на међународном нивоу).

У Нишу, 09.02.2018. год.

Рецензент:

др Драгослав Јаносевић, ред. проф.
Машински факултет у Нишу



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централна: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАЏМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2019-01-17

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 10. редовној седници одржаној дана 16.01.2019. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 12.1. Верификација нових техничких решења и именовање рецензената

Тачка 12.1.1.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење (М81) под називом:

Назив техничког решења:

“МЕТОДА И РАЗВОЈ УРЕЂАЈА ЗА САНАЦИЈУ НОСЕЋЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАКАСТИХ ТРАНСПОРТЕРА”

Аутори техничког решења: Јован Владић, Радомир Ђокић, Танасије Јојић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Рале Дорословачки



4590/18
01.03.2018.

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

НОВИ САД

На основу захтјева за издавање Потврде број: 01-706/1 од 21.02.2018. године упућена од Факултет техничких наука - Универзитет у Новом Саду, и з д а ј е с е

ПОТВРДА

Да је М.Х. „Електропривреда Републике Српске“, ЗП „Рудник и Термоелектрана Угљевик“ АД Угљеик, Република Српска, корисник уређаја „МЕРНО-ДИЛАТАЦИОНИ МОДУЛ“ у склопу техничког рјешења „МЕТОДА И РАЗВОЈ УРЕЂАЈА ЗА САНАЦИЈУ НОСЕЋЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ТРАКАСТИХ ТРАНСПОРТЕРА“ који је уграђен на носећој конструкцији Тракастог транспортера Тр-1.

Аутори наведеног техничког рјешења су истраживачи са Факултета техничких наука из Новог Сада: др Јован Владић, редовни професор, др Радомир Ђокић, доцент и Танасије Јојић, сарадник у настави.

Техничко рјешење је урађено у оквиру Елабората „Санација носеће конструкције тракастог транспортера ТР-1“, чији је носилац био проф. др. Јован Владић.

Наведено техничко рјешење је уграђено и контролисано у току 2017. године. Перманентним праћењем стања носеће конструкције транспортера, констатује се да је рјешење поуздано и функционално.

ДОСТАВЉЕНО:

1. Наслову,
2. Руководиоцу РЈ „Рудник“,
3. а/а.-

РУКОВОДИЛАЦ РЦ „ЕМО“ РЈ „РУДНИК“

Марко Опсеница, дипл.инж.маш.

РУКОВОДИЛАЦ РЈ „РУДНИК“

Раде Косановић, дипл.инж.руд.

