

**ПРОЈЕКАТ МОДИФИКАЦИЈЕ УРЕЂАЈА ЗА ПОМЈЕРАЊЕ ТРАКАСТОГ ТРАНСПОРТЕРА****PROJECT OF MODIFICATION OF BELT CONVEYOR SHIFTING HEAD**

Милош Ђукић, Драган Живанић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

**Област – МАШИНСТВО**

**Кратак садржај** – У раду је објашњена примјена и начин рада тракастих транспортера на површинским коповима лигнита, принцип помјерања траса транспортера, те кинематика и динамика при помјерању трасе. Пројекат модификације обухвата анализу полужног механизма, анализу полуге методом коначних елемената, као и модификацију хидрауличног система цјевополагача.

**Кључне речи:** Тракасти транспортери, површински коп лигнита, помјерање тракастих транспортера, цјевополагач, хидраулика.

**Abstract** – In this thesis are explained implementation and working principle of belt conveyor in lignite open pit mines, principle of conveyor shifting, kinematics and dynamics in shifting process. Project of modification include mechanism analysis with Msc Adams software, finite element analysis of lever and modification of pipelayer hydraulic system.

**Keywords:** Shifting head, Belt conveyor shifting, Open pit mine, Pipelayer, Hydraulics.

**1. УВОД**

На површинским коповима лигнита једна од многобројних помоћних радњи је помјерање тракастих транспортера помоћу базе машине – цјевополагача и уређаја (колица) за помјерање (енг. *Shifting head*). Помјерање тракастих транспортера врши се периодично, и то када багер који откопава у блоку не може више при проласку радног фронта да утовари откопане масе на транспортер (самостално или преко самоходног претоварног транспортера). Тада је завршен утовар у максималном дохвату багера и самоходног транспортера. Други случај је када одлагач, премјештајући се са фронтом одлагања, не може одложити јаловину са постојећег положаја транспортера на потребно мјесто у висинском или дубинском блоку. На станарским површинским коповима помјерање транспортера се користи само на откопним и одлагалишним транспортерима на БТО систему (багер - трака - одлагач). С обзиром да се за вријеме помјерања транспортера, БТО систем налази у технолошком застоју и не испуњава своју функцију, смањење фреквенције периода и времена трајања помјерања има битно значење за вријеме искоришћења и

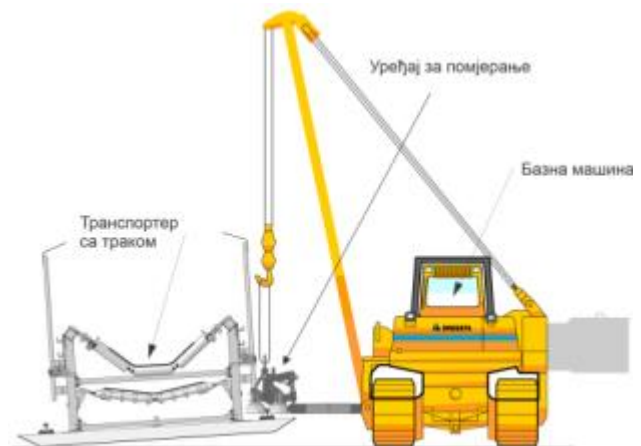
**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Живанић, ванр. проф.

основних машина и за обим производње површинског копа. Из ових разлога, а са аспекта машинског одржавања, потребно је да сви уређаји и машине које учествују у овим операцијама буду максимално расположиве и оптимизоване за што лакши и безбједнији рад. Управо ови разлози довели су до модификације постојећег уређаја за помјерање произвођача „ГТУ – Творница транспортних уређаја“ из Тузле, Босна и Херцеговина. Модификација се огледа у томе што је извршена замјена ручног механизма за отварање точкова са хидраулички управљаним механизмом, помоћу одговарајућих хидрауличних актуатора и припадајућих елемената, а притом задржавајући постојећи оквир уређаја.

**2. ПРЕМЈЕШТАЊЕ ТРАНСПОРТЕРА**

Премјештање транспортера са траком може се вршити са премјештањем које је повезано са демонтажом или деформационим помјерањем. Избор методе премјештања зависи од радне снаге потребне за извршење радова и опремљености главном и помоћном механизацијом. Одлучујући утицај има прорачун и процјена, који је од ова два начина исплативији и лакши у сваком конкретном случају. Најчешће се користи деформационо помјерање транспортера, слика 1, које је у овом раду и анализирано. Поред тога, дат је опис тракастог транспортера и његових саставних елемената: понтона, носеће конструкције, носећег ваљчаног слога (гирланде) као и опис радова код помјерања.



Слика 1. Помјерање транспортера помоћу цјевополагача и уређаја за помјерање

### 3. УРЕЂАЈ ЗА ПОМЈЕРАЊЕ

Помјерање транспортера на ново мјесто рада, од косине или ка косини етаже врши се попречно на осу транспортера. Изводи се базном машином за помјерање која има посебан уређај за хватање шина – главу са ролнама (шински хватач, у наставку рада – уређај за помјерање), слика 2.



Слика 2. Модификовани уређај за помјерање (црвено - ново конструкционо рјешење, жуто – постојеће рјешење)

### 4. БАЗНА МАШИНА - ЦЈЕВОПОЛАГАЧ

Цјевопологачи (самоходне дизалице са бочним краном) спадају у групу машина за путно – колосјечне радове те се могу користити и за дизаличне радове али и за помјерање трасе транспортера, колосјека, помјерања погонских станица и остале опреме по површинским коповима. На цјевопологач, при помјерању транспортера са траком, дјелују три силе:

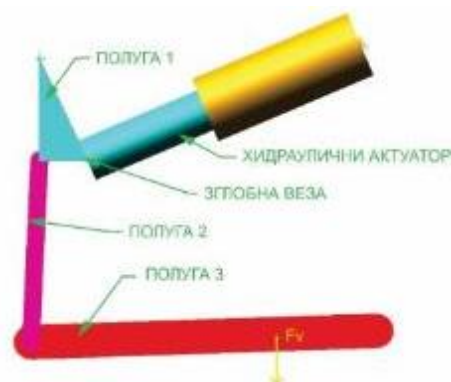
- $F_{h1}$  – хоризонтална попречна сила управна на правац транспортера (са њом уређај за помјерање вуче транспортер савлађујући главне отпоре трења дијела транспортера који се помјера);
- $F_{h2}$  – хоризонтална подужна сила, дјелује у правцу премјештања криве S (потиче од чврстоће шине и цијелог састава постројења, дјелује супротно смјеру кретања цјевопологача), а настаје као резултат деформације шине на мјесту савијања;
- $F_v$  – вертикална сила условљена тежином трасе тракастог транспортера и дјелује у правцу куке крана.

### 5. АНАЛИЗА СИЛА КОЈЕ ДЈЕЛУЈУ НА МЕХАНИЗАМ

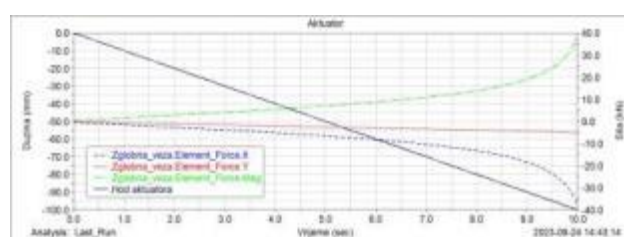
С обзиром на дозвољено вертикално оптерећење постојеће изведбе уређаја за помјерање од 150 kN, приликом разрађивања пројекта модификације одлучило се за обавезну анализу сила помоћу софтверског пакета *Msc Adams*. Анализа сила у новом склопу извршена је због измјене полужног механизма како би се могла извршити монтажа и димензионисање хидрауличног актуатора.

На позицију полуге 3, слика 3, а на којој у пракси долази до оптерећења точка, уведена је компонента вертикалне силе  $F_v$  у вриједности од 37,5 kN, што износи четвртину максималног допуштеног оптерећења (150 kN) уређаја за помјерање. Сила је

уведена тако да се њен правац и смијер не мијења са промјеном положаја полужног механизма и да прати задану тачку на полузи 3.



Слика 3. Полужни механизам новог конструкционог рјешења уређаја за помјерање



Слика 4. Резултати оптерећења полужног механизма заданом силом

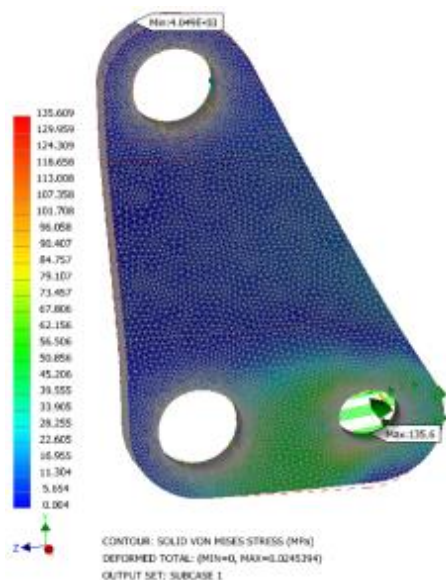
Претпоставка је да ће сва четири точка уређаја за помјерање примити једнако оптерећење. Накнадном анализом и практичним искуствима, склоп би издржао и много веће оптерећење а да не би дошло до помјерања хидрауличног актуатора с обзиром на прекорачену вриједност притиска која би се створила у њему. Анализа сила у наведеном софтверу је послужила за провјеру полуге 1 методом коначних елемената. У резултатима приказаним на слици 4 уочава се очекивано повећање компоненте силе у хоризонталном и вертикалном правцу као и суме сила које дјелују на склоп хидрауличног актуатора. Ход актуатора одговара пројектованом ходу од 99 mm.

### 6. АНАЛИЗА ПОЛУГЕ МЕТОДОМ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА

С обзиром на то да су постојеће полуге ознака 2 и 3 (слика 3.) задржане у новом конструкционом рјешењу, приступило се анализи полуге 1 помоћу методе коначних елемената у софтверском пакету *Autodesk Inventor* и његовом модулу *Inventor Nastran*. Битно је напоменути да полуга 1 не учествује у вези оквира уређаја за помјерање и шине, већ само као полуга хидрауличног актуатора, чије је једина намјена пренос кретања са клипњаче актуатора на полужни механизам. Анализа је извршена са највећим силама добијених анализом у претходном поглављу и то:

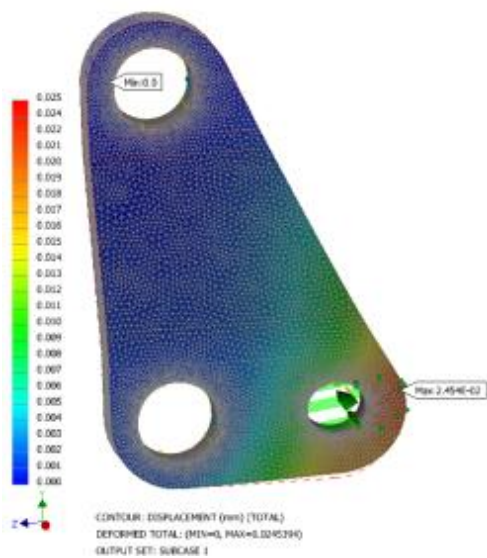
- сила у X правцу: 0 N;
- сила у Y правцу: 5300 N;
- сила у Z правцу: -37000 N.

Сила је уведена на мјесто осовинице која повезује клипњачу актуатора и саме полуге. Гранични услови су дати у складу са реалним кретањима ове полуге у њеној равни. Извршено је подешавање величине коначних елемената на 2 mm, те величине елемената локалног умрежења на 0,5 mm. Локална умрежења су дефинисана на отворима у које се постављају осовинице. Анализом напонског стања полуге добијени су велики напони у појединим зонама (али ни приближно не долазе до вриједности затезне чврстоће материјала конструкционог челика С355JP), слика 5.



Слика 5. Приказ напонског стања полуге

Велики напони се налазе у зони отвора и локалног су карактера. Анализом напона полуге долази се до просјечне вриједности до 70 МПа, што не представља значајно оптерећење.



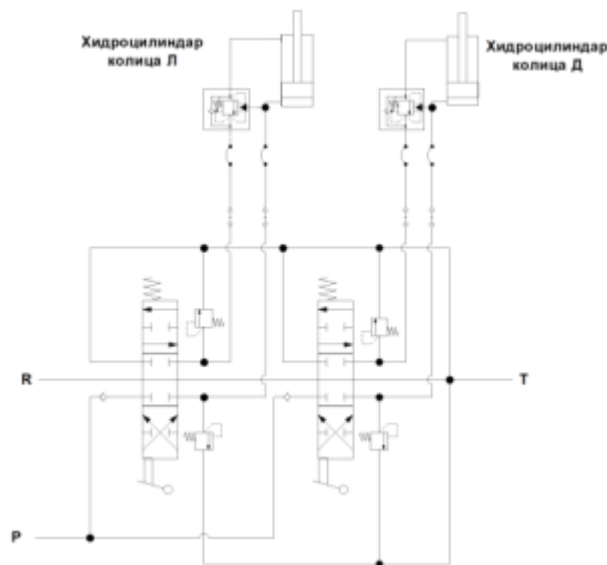
Слика 6. Тотална деформација полуге

Анализом резултата помјерања, слика 6, утврђено је да су иста веома мала. Битно је за напоменути да је полука предимензионисана, а својом конструкцијом је направљена тако да зависи од силе коју може развити хидраулични актуатор. С обзиром на модификовану

хидрауличну шему која је приказана у наставку рада, као и заштитне хидрауличне компоненте цилиндра, вриједност напона и помјерања добијених методом коначних елемената не нарушавају стабилност полужног механизма, односно задовољавају своју намјену према пројектованом рјешењу.

## 7. ХИДРАУЛИЧНИ СИСТЕМ

Поред модификације уређаја за помјерање додавањем хидрауличног актуатора и припадајућег полужног механизма, у виљу омогућавања кретања хидрауличног актуатора, приступило се и модификацији хидрауличног система цјевопологача. Пројекат је изведен у циљу што мањих трошкова, поготово при модификацији постојећег хидрауличног разводника који има шест излаза, а потребно је направити рјешење са 10 излаза. С обзиром на то да се не мијењају параметри хидрауличног система, већ се само додају 2 актуатора, није било потребно вршити прорачунавање параметара брзине или времена помјерања. Итеративним поступком одабран је цилиндар унутрашњег пречника 63 mm, клипњача пречника 25 mm, радни ход актуатора износи 99 mm, који при радном притиску уља од 200 bar развија силу од 52,5 kN са стране клипњаче, што је и више него довољно за савлађивање оптерећења од 37,5 kN.

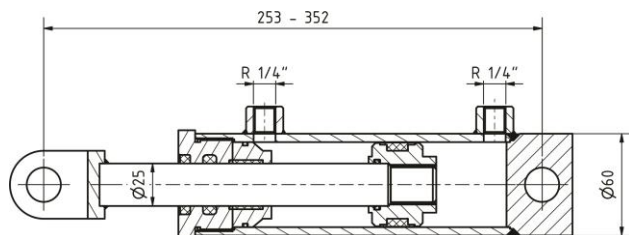


Слика 7. Дио разводника и извршних органа који је додат на постојећу хидрауличну шему цјевопологача

Хидраулични актуатор приликом рада уређаја за помјерање ће у већини случајева мировати, због чега је потребно да у сваком тренутку задржи задани положај. То се остварује употребом вентила за контролу кретања (енг. *Counterbalance valve*), који дозвољава слободан проток уља у хидроцилиндар и блокаду протока уља у супротном смјеру, све док не добије „сигнал“ односно притисак у пилотној линији или у случају када дође до пораста оптерећења за 1,3 x номиналног притиска. Вентили за контролу кретања могу се користити на страни клипа, на страни клипњаче и комбиновано. У овом случају потребно је контролисати кретање само на страни клипњаче (једноструко блокирајући вентил). Пожељно је да вентил за контролу кретања буде монтиран изравно

на цилиндар (цијевна или прирубничка веза) због могућности пуцања цријева (у овом случају на страни клипњаче), док се пилотни притисак искључиво доводи помоћу челичне бешавне цијеви.

Како би се извршило блокирање клипњаче у заузетом положају, а при употреби разводника који у неутралном положају блокира оба вода ка хидроцилиндру (што стандардна употреба вентила за контролу кретања не дозвољава јер нема вод у који може растеретити притисак), употребиће се СС тип вентила произвођача *Bosch Rexroth* за контролу кретања, који представља специјалну изведбу у односу на стандардне. У случају повећања притиска његова изведба омогућава растерећење без обзира на притисак у воду између њега и разводника и то без повећања притиска у истом и без испуштања радне материје у атмосферу.



Слика 8. Габаритне и прикључне димензије хидрауличног актуатора

## 8. ЗАКЉУЧАК

У овом раду обрађен је пројекат модификације уређаја за помјерање тракастих транспортера на површинским коповима компаније „ЕФТ Рудник и Термоелектрана“ Станари, Босна и Херцеговина. У раду је такође описан процес модификације постојећег хидрауличног система базне машине – цјевополагача помоћу програмског пакета *Automation Studio*, анализа полужног механизма помоћу програмског пакета *Msc Adams*, да би се добили улазни подаци код пројектовања хидрауличног актуатора, као и анализе полуге методом коначних елемената у програму *Autodesk Inventor Nastran*.

Специфичност овог рада поред осталог је и приказ свих релевантних оптерећења која дјелују на један уређај, а које су неопходне при пројектовању уређаја (од самог почетка па до краја процеса пројектовања), приказ услова који утичу на та оптерећења као и правци будућег развоја оваквих уређаја. Постоји широк простор за додатна унапређења који се могу имплементирати у процес помјерања тракастих транспортера на површинским коповима, а у циљу повећања прецизности помјерања, брзине процеса помјерања (самим тим смањење укупног времена застоја система због помјерања), продужавања вијека трајања свих уређаја који учествују у помјерању, као и продужавање радног вијека тракастог транспортера. У будућности се може очекивати примјена аутономних система управљања и оптимизација

радних параметара система као и конструкционих параметара самог уређаја за помјерање, што ће аутоматски довести и до смањених трошкова и времена застоја технолошког система, уз могућност аутоматског генерисања извјештаја помјерања и стања уређаја.

## 9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Игњатовић Д., Шубарановић Т., Ђенадић С., 2021. Машине и помоћни радови на површинским коповима, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, Београд.
- [2] ТТУ Тузла - Упутство за руковање и одржавање: Уређај за помјерање, 2011. Тузла.
- [3] Ritter R., Herzog A., & Drebenstedt C., „Automated dozer concept aims to cut IPCC downtime“, *Engineering & Mining Journal*, November 2014.,56-59.
- [4] [www.takraf.com/product/shifting-heads/](http://www.takraf.com/product/shifting-heads/) приступљено дана (10.10.2023.).
- [5] Dzakpata I.K., 2020. Time Utilisation Modelling of Fully Mobile In-Pit Crushing and Conveying Systems, Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at the University of Queensland, School of Mechanical and Mining Engineering.
- [6] Савић В., Уљна хидраулика – Хидрауличне компоненте и системи, Дом штампе, Зеница.
- [7] Радионички приручници произвођача *Dressta*, *Caterpillar*, *Komatsu*.
- [8] Техничка упутства компанија *Bosch Rexroth*, *Parker Hannifin*, *Sauer Danfoss* и *Contarini*.
- [9] Интерна радионичка документација компаније „ЕФТ Рудник и Термоелектрана“ Станари.

## Кратка биографија:



**Милош Ђукић** рођен је у Добоју, Босна и Херцеговина/Република Српска, 1995. год. Дипломирао је 2018. године на Факултету техничких наука, смер Механизација и конструкционо машинство, на којем исте године уписује мастер студије, смер Машинске конструкције, транспортни системи и логистика.



**Драган Живанић** рођен у Сремској Митровици 1972. год. Докторирао 2012. год, изабран у звање доцента 2014. год. а 2019. у звање ванредног професора на Факултету техничких наука у Новом Саду.