

UNIVERZA V MARIBORU  
FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO

Saša RAŠEVIĆ

## **VZDRŽEVANJE TRANSPORTNEGA VOZIČKA**

Diplomsko delo  
Visokošolski strokovni študijski program  
Strojništvo

Maribor, junij 2012



**Univerza v Mariboru**

*Fakulteta za strojništvo*

## **VZDRŽEVANJE TRANSPORTNEGA VOZIČKA**

Diplomsko delo

Študent: Saša RAŠEVIĆ  
Študijski program: Visokošolski, Strojništvo  
Smer: Vzdrževanje  
Mentor: doc. dr. Darko Lovrec  
Mentor: doc. dr. Samo ULAGA

Maribor, junij 2012



Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

Številka: S.1234

Datum in kraj: 16.12.2011, Maribor

Na osnovi 330. člena Statuta Univerze v Mariboru (Ur. l. RS, št. 1/2010)  
izdajam**SKLEP O DIPLOMSKEM DELU**

Saši Raševiću, študentu visokošolskega strokovnega študijskega programa **STROJNIŠTVO**, smer **VZDRŽEVANJE**, se dovoljuje izdelati diplomsko delo pri predmetu **Vzdrževanje hidravličnih in pnevmatičnih sistemov**.

Mentor: **doc. dr. Darko Lovrec**  
Somentor: **doc. dr. Samo Ulaga**Naslov diplomskega dela: **Vzdrževanje transportnega vozička**Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku: **Transport-trolley maintenance**Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z »Navodili za izdelavo diplomskega dela« in ga oddati v treh izvodih do **16.12.2012** v referatu za študentske zadeve članice.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na senat članice v roku 3 delovnih dni.

Dekan:

red. prof. dr. Niko Samec

Obvestiti:

- kandidata,
- mentorja,
- somentorja,
- odložiti v arhiv



## **I Z J A V A**

Podpisani Saša Rašević izjavljam, da:

- je bilo predloženo diplomsko delo opravljeno samostojno pod mentorstvom doc. dr. Darka Lovreca in doc. dr. Sama Ulage;
- predloženo diplomsko delo v celoti ali v delih ni bilo predloženo za pridobitev kakršnekoli izobrazbe na drugi fakulteti ali univerzi;
- soglašam z javno dostopnostjo diplomskega dela v Knjižnici tehniških fakultet Univerze v Mariboru.

Maribor, \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Darko Lovrecu in mentorju doc. dr. Samo Ulagi za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela.

Posebna zahvala velja staršem, ki so mi omogočili študij.

## VZDRŽEVANJE TRANSPORTNEGA VOZIČKA

**Ključne besede:** rekonstrukcija, 3D modeliranje, agresivna atmosfera, varnost

**UDK:** 658.58:621.86(043.2)

### POVZETEK

*Namen diplomske naloge je bilo izdelati nov transportni voziček, katerega naloga je prevažanje rešetk iz ene kadi v drugo pri postopku kromanja na oddelku Galvana v podjetju Gorenje d.d.. Pri izdelavi novega transportnega vozička je bilo potrebno spremeniti konstrukcijo, ter izbrati nov material, ki se bo upiral koroziji agresivnega medija  $H_2SO_4$ .*

*Obstoječi transportni voziček, se kljub rednemu vzdrževanju ni mogel upirati agresivnemu okolju in je s tem povzročal vsakoletne stroške. Voziček poganja elektromotor, ki je vezan v krmilno omaro celotnega procesa, na vozičku pa so tudi zaradi varnosti stikala za takojšnji izklop.*

*Za izdelavo novega vozička je bilo potrebno najprej planirati zaustavitev linije, zaradi izdelave novih načrtov, ki so bili potrebni pri modeliranju. Glede na prisotnost kisline  $H_2SO_4$  je bila izmed razpoložljivih materialov izbrana nerjaveča pločevina AISI 904L, katera je ustrezala predvidenim zahtevam, s spremembo konstrukcije pa hkrati tudi omogoča daljšo življenjsko dobo materiala.*

*Rezultat diplomske naloge je preprečitev porušitve konstrukcije obstoječega vozička zaradi preventivnega ukrepanja, tako da smo izdelali nov boljši transportni voziček z upoštevanjem vseh varnostnih standardov. Z izbiro novega materiala pa smo zmanjšali stroške in čas vzdrževanja.*

## TRANSPORT-TROLLEY MAINTENANCE

**KEY WORDS:** reconstruction, 3D modelling, aggressive atmosphere, safety

**UDK:** 658.58:621.86(043.2)

### ABSTRACT

*The purpose of this diploma work, is to make a new manipulation trolley for transporting lattices from one tub to another in a chroming process of a galvanisation section in the company Gorenje d.d. When manufacturing a new cart, design changes had to be made, and new material that can resist aggressive  $H_2SO_4$  medium had to be chosen.*

*Existing movement trolley, despite regular maintenance couldn't withstand aggressive environment, and was thereby causing annual costs. The trolley is driven by an electric motor, connected to a whole process regulation. It also includes safety switches for immediate shutdown.*

*To manufacture a new trolley, first a whole production line shutdown had to be planned, because of making new plans necessary for 3D modelling.*

*Regarding to presence of  $H_2SO_4$  acid, among the available materials stainless steel AISI 904L was chosen, because it corresponded to anticipated demands. With a construction redesign it also enables longer lifetime of a material.*

*The result of this diploma work is preventing a collapse of the existing cart due to proper action, by making a new and improved cart in compliance with all safety standards. With a new material selection we also reduced costs and maintenance time.*

# KAZALO

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>- 1 -</b>
1.1	OPIS DIPLOMSKEGA DELA IN PODJETJA GORENJE D.D. ....	- 1 -
1.2	PROBLEM IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA .....	- 1 -
<b>2</b>	<b>SPLOŠNO O VZDRŽEVANJU</b> .....	<b>- 3 -</b>
2.1	NAMEN VZDRŽEVANJA .....	- 3 -
<b>3</b>	<b>OPIS POSTOPKA KROMIRANJA</b> .....	<b>- 5 -</b>
3.1	NIKLANJE IN DEKORATIVNO KROMIRANJE.....	- 5 -
3.2	OPIS PROCESA KROMIRANJA .....	- 6 -
3.3	RAZKROMANJE.....	- 10 -
3.4	VARSTVO PRI DELU .....	- 12 -
3.5	VARSTVO OKOLJA .....	- 13 -
<b>4</b>	<b>POSTOPEK REKONSTRUKCIJE IN VZDRŽEVANJA TRANSPORTNEGA VOZIČKA</b> .....	<b>- 15 -</b>
4.1	NAMEN TRANSPORTNEGA VOZIČKA .....	- 15 -
4.1.1	<i>Potreba po izdelavi novega transportnega vozička</i> .....	- 15 -
4.2	PRIPRAVA DELA .....	- 17 -
4.3	IZBIRA MATERIALA.....	- 17 -
4.4	MODELIRANJE V 3D OKOLJU .....	- 18 -
4.4.1	<i>Konstruktivna rešitev</i> .....	- 19 -
4.5	VZDRŽEVANJE OBSTOJEČEGA VOZIČKA.....	- 20 -
4.6	DELOVANJE VOZIČKA IN VARNOST.....	- 21 -
4.7	IZDELAVA TRANSPORTNEGA VOZIČKA .....	- 22 -
<b>5</b>	<b>REZULTATI</b> .....	<b>- 27 -</b>
<b>6</b>	<b>DISKUSIJA</b> .....	<b>- 28 -</b>
<b>7</b>	<b>SKLEP</b> .....	<b>- 29 -</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURA</b> .....	<b>- 30 -</b>
<b>9</b>	<b>PRILOGE</b> .....	<b>- 31 -</b>



## KAZALO SLIK

Slika 1: Nalagalno mesto izdelkov .....	- 5 -
Slika 2: Zalogovnik izdelkov .....	- 6 -
Slika 3: Biološko in katodno razmaščevanje .....	- 6 -
Slika 4: Izpiralna kad z vodo .....	- 7 -
Slika 5: Jedkanje v 10 – 20 % kislini $H_2SO_4$ .....	- 7 -
Slika 6: Potujoče izpiranje z vodo .....	- 8 -
Slika 7: Nikljanje .....	- 9 -
Slika 8: Kromiranje .....	- 9 -
Slika 9: Sušenje .....	- 10 -
Slika 10: Ostanke kroma .....	- 11 -
Slika 11: Kad za razkromanje .....	- 11 -
Slika 12: Varnostno stikalo .....	- 12 -
Slika 13: Opozorilne table .....	- 13 -
Slika 14: Postopek filtracije .....	- 14 -
Slika 15: Rekon postopek .....	- 14 -
Slika 16: Poškodbe konstrukcije .....	- 16 -
Slika 17: Zaprta konstrukcija .....	- 16 -
Slika 18: Model konstrukcije transportnega vozička v 3D okolju .....	- 19 -
Slika 19: Izgled uporabljenih ojačitev .....	- 19 -
Slika 20: Spremenjena konstrukcija .....	- 20 -
Slika 21: Pogonska gred s kolesi .....	- 21 -
Slika 22: Pogonski elektromotor .....	- 21 -

Slika 23: Varnostno stikalo .....	- 22 -
Slika 24: Varjenje transportnega vozička .....	- 23 -
Slika 25: Kotni uporniki .....	- 23 -
Slika 26: Varjenje upornikov .....	- 24 -
Slika 27: Elektromotor z reduktorjem .....	- 24 -
Slika 28: Kolesa .....	- 25 -
Slika 29: Sestavljen transportni voziček .....	- 26 -

## **KAZALO TABEL**

Tabela 1: Primerjava materialov [3] .....	- 18 -
Tabela 2: Stroški .....	- 27 -

## KRATICE

AISI	-	American International Supply, Inc.
FS	-	Fakulteta za strojništvo
EN13306	-	Evropski standard Terminologija vzdrževanja
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	Žveplena kislina
3D	-	Tridimenzionalno

# **1 UVOD**

## **1.1 Opis diplomskega dela in podjetja Gorenje d.d.**

Podjetje Gorenje d.d. ima za slovensko gospodarstvo velik pomen, del svoje proizvodnje in dejavnosti pa izvaja tudi s svojimi tovarnami drugod po Evropi. Podjetje je specializirano na področju gospodinjskih aparatov in tudi drugih panog kot so kuhinjsko pohištvo, trgovina, orodjarstvo, servis ter proizvodnja industrijske opreme. Podjetje predstavlja velik sistem, ki vključuje mnogo zaposlenih in različen spekter kadra. Začetki Gorenja segajo v leto 1950, ko so pričeli izdelovati kmetijske stroje in pridobivati gradbene materiale. V letu 1958 so se preusmerili v proizvodnjo štedilnikov na trda goriva, kar nekako predstavlja zametek današnje dejavnosti. Danes je podjetje poznano po velikem številu različnih proizvodov, ki jih podjetje uvršča v svoj proizvodni program.

Tema diplomske naloge se nanaša na podjetje Gorenje d.d. iz Velenja in sicer podrobneje na dejavnost oddelka Vzdrževanje in investicije. Delovne prakse, ki jih opravljamo študentje v gospodarstvu, so večinoma praktično naravnane pri čemer gre za reševanje določenega tehničnega problema. Podobno je bilo tudi v pričujočem primeru, v okviru katerega je bilo potrebno poiskati primerne konstrukcijske in ostale ukrepe, z namenom podaljšati življenjsko dobo transportnega vozička, ki se uporablja v zahtevnih obratovalnih razmerah. Problem, ki ga je bilo potrebno rešiti je predstavljen v uvodu naloge, v nadaljevanju pa pot rešitve in končni dosežek.

## **1.2 Problem in cilji diplomskega dela**

Problematika diplomskega dela se nanaša na oddelek Galvana in sicer na postopek kromiranja. Pri tem je bilo potrebno predelati že obstoječi transportni voziček za prevoz rešetk iz ene kadi v drugo, ob upoštevanju novega materiala, ki bo zdržal pogoje v

katerih obratuje in pa izvesti manjšo spremembo konstrukcije z namenom podaljšati obstojnost vozička.

Glavni cilji diplomskega dela so:

- izbrati boljši material,
- upoštevati stroške v odvisnosti materiala,
- zasnovati boljšo konstrukcijo.

## 2 SPLOŠNO O VZDRŽEVANJU

Pomen besede »vzdrževanje« je, da nekaj vzdržujemo v obstoju, ob delovanju oziroma podaljšujemo življenjsko dobo nekega gradnika ali celotnega sklopa. V strojništvu pogosto uporabljamo različne postopke in strategije vzdrževanja, kot npr. preventivno vzdrževanje, kurativno vzdrževanje, načrtno vzdrževanje itd., pri čemer se cilji vzdrževanja hkrati navezujejo na zmanjševanje stroškov, ohranjanje kakovosti, boljši nadzor, konkurenčnost itd. Vzdrževanje kot tako predstavlja v podjetjih strošek, pri čemer so lahko ti stroški v nekaterih primerih veliki in nenadni ali pa se pojavljajo v manjših obdobjih. Podjetja se sama odločijo na podlagi sistema delovanja, kakšna vrsta vzdrževanja je najprimernejša oz. za njihovo proizvodnjo ali obratovanje predstavlja manjši strošek in tistega se poslužujejo. Podjetja, ki se poslužujejo postopka vzdrževanja pravilno in v zadostni meri so bolj uspešna ter tako lažje dosegajo višjo kakovost delovanja, kot podjetja, ki zanemarjajo vzdrževanje ker jim le ta po njihovem mnenju predstavlja »nepotreben« strošek.

### 2.1 Namen vzdrževanja

Namen vzdrževanja je, da sledimo razvoju tehnologije in pa trendom na trgu, s tem omogočamo podjetju konkuriranje na trgu. Vzdrževanje je panoga s katero povečujemo stopnjo zanesljivosti in razpoložljivost strojev oz. sredstev za potrebno delovaje. V preteklosti so se posluževali kurativnega vzdrževanja – takrat, ko se pokvari se tudi popravi, kar je sprva bilo nujno potrebno za obratovanje procesov. Z leti se je vzdrževanje razvilo do te mere, da podjetja jemljejo vzdrževanje »bolj resno«, kajti poslanstvo vzdrževanja podjetju omogoča stabilno proizvodnjo, načrtovano in organizirano, s tem pa je tudi samo vzdrževanje lažje obvladljivo. Vendar pa tako kot vsaka dejavnost, tudi vzdrževanje zahteva določen strošek, kateri v ozadju vsega tega

predstavlja določen dobiček. Za potrebe razumevanja pojmov in postopkov s področja vzdrževanja obstajajo standardi, ki veljajo za točno določene vrste aktivnosti in postopke vzdrževanja. Namen standardov je, da nam pomagajo pri organizaciji in vpeljavi pravilnega vzdrževanja v podjetje. V naše okolje je za ta namen bil vpeljan standard EN 13306.

Standard EN13306 je predvsem v pomoč uporabnikom z napotki, kako se lotiti določenih procesov, za lažje opredeljevanje procesa so v tem standardu zbrani vsi nujno potrebni izrazi, ki kot osnovo predstavljajo napotke kako se lotiti načrtovanja in organizacije vzdrževanja, ter uporabo tehnične dokumentacije, kar na koncu pripomore k boljšemu delovanju procesov.

Osnovna področja standarda so:

- vzdrževanje, cilji vzdrževanja, zahtevane funkcije,
- rezervni deli, osnova sredstva,
- razpoložljivost, zanesljivost, vzdrževalnost,
- odpovedi, vzroki, poslabšanja,
- okvare, stanja pripravljenosti,
- nadziranje, obnova, preverjanje,
- čas delovanja, zahtevan čas,
- analiza okvar, dokumentacija, seznam delovnih sredstev,
- strošek življenjske dobe, učinkovitost, povprečen čas popravila.

### 3 OPIS POSTOPKA KROMIRANJA

#### 3.1 Niklanje in dekorativno kromiranje

V podjetju Gorenje d.d. se postopek kromiranja uporablja pri končni obdelavi izdelkov pri čemer je prvi nanos iz niklja debeline plasti 15  $\mu\text{m}$ , in šele nato se nanese dekorativni nanos kroma v debeline 5  $\mu\text{m}$ . Postopek se začne pri nalagalnem mestu (Slika 1), kjer delo opravljata dve delavki tako, da izdelke iz zalogovnika (Slika 2) nalagata na rešetke. Od tega mesta naprej je postopek avtomatiziran in traja od 1,5 do 2,5 ure, odvisno od postopka, da pride izdelek ponovno nazaj na isto mesto.



Slika 1: Nalagalno mesto izdelkov





Slika 2: Zalogovnik izdelkov

### 3.2 Opis procesa kromiranja

Proces steče v prvih kadeh prikazanih na sliki 3 in sliki 4, kjer poteka postopek priprave za nanos sloja kroma.



Slika 3: Biološko in katodno razmaščevanje



**Slika 4: Izpiralna kad z vodo**

Pri celotnem procesu predstavlja problem jedkanje v četrti kadi (Slika 5) s kislino  $H_2SO_4$ , koncentracije 10 – 20 %, kar je zaradi njene agresivnosti bilo potrebno upoštevati pri izbiri novega materiala. Ta problem bi bilo možno delno rešiti tudi na način, da bi čas trajanja transporta rešetk iz kadi za jedkanje v kad za izpiranje bil krajši pri čemer bi bilo tudi manj kapljanja kisline po transportnem vozičku.



**Slika 5: Jedkanje v 10 – 20 % kislini  $H_2SO_4$**



**Slika 6: Potujoče izpiranje z vodo**

Pri tem postopku se pojavi problem, kjer agresivni medij, v našem primeru  $H_2SO_4$ , kaplja na transportni voziček (Slika 6). To se dogaja v času obešanja rešetk na voziček ter tudi pri izpiranju, ko šobe pod tlakom brizgajo vodo po rešetkah in je celotno okolje omočeno z mešanico vode in kisline.

Za tem postopkom si sledijo postopki anodnega razmaščevanja, ki traja 5 min, izpiranje z vodo ter dekapiranje v  $H_2SO_4$  s čemer se predpriprava na kromiranje konča.





**Slika 7: Nikljanje**

Po končanem postopku predpriprave se v kadeh prične postopek pol sijajnega nikljanja (Slika 7), ki traja 15 min in se nadaljuje s postopkom sijajnega nikljanja. V kadeh se nahajajo košare iz titana napolnjene z nikljevimi anodami. Ko se postopek nikljanja konča, steče izpiranje pred postopkom kromiranja (Slika 8), ki poteka v kadeh s svinčnimi anodami in traja približno 5 min.



**Slika 8: Kromiranje**

Ko se kromiranje (Slika 8) konča, se izdelki izpirajo v mehki vodi, ki jo je potrebno filtrirati v vodi, segreti na temperaturo med 50 in 60 °C.



**Slika 9: Sušenje**

Zadnji postopek celotnega procesa predstavlja sušenje končanih izdelkov v kadeh (Slika 9), kjer znaša temperatura približno 70 °C.

### **3.3 Razkromanje**

Rešetke na katerih so naloženi izdelki za obdelavo, se sčasoma nabere krom, zato moramo te rešetke občasno očistiti. Potrebno je uporabiti postopek t.i. razkromanja. Poleg čiščenja rešetk pa lahko ta postopek uporabimo tudi za izdelke, ki so preveč zažgani ali pa niso zadostno obdelani. Ostanke kroma na rešetki prikazuje slika 10, slika 11 pa prikazuje kad v kateri se vrši postopek razkromanja.



Slika 10: Ostanke kroma



Slika 11: Kad za razkromanje



### 3.4 Varstvo pri delu

Kadar poteka delo v tako agresivnem okolju kot je oddelek Galvana je potrebno upoštevati vse varnostne napotke in pa uporabljati vso ustrezno zaščitno opremo za zagotavljanje večje varnosti pri opravljanju samega dela.

Za še večjo varnost samih delavcev v bližini kadi, kjer se gibajo avtomatizirana dvigala, pa je potrebna dodatna zaščita z varnostnimi stikali (Slika 12), ki omogočajo izklop linije oziroma gibanje dvigal. Varnostno stikalo deluje tako, da potegnemo žico, ki je napeljana ob celotni liniji kromanja, s katero preprečimo, da bi se delavec preveč približal sami liniji.



**Slika 12: Varnostno stikalo**

Na prisotno nevarnost pri delu, kot npr. nevarnost jedkih snovi, nevarnost škodljivih oz. jedkih snovi, nevarnost strupov, ..., opozarjajo tudi številne opozorilne table. Del teh opozoril je prikazanih na sliki 13.



Slika 13: Opozorilne table

### 3.5 Varstvo okolja

Varstvo okolja je panoga katera se ukvarja z varovanjem okolja pri čemer upoštevamo temu namenjene določene standarde in predpise.

To še posebej velja za obravnavani postopek kromiranja, kjer so prisotni agresivni mediji, katere je potrebno ustrezno skladiščiti in pa redno pregledovati. Tako pri postopku »Rekon«, ki je dejansko čistilna naprava, kjer s pomočjo filtrirne črpalke in pa filtrirnega papirja (Slika 14), ločimo koncentracijo sijajnega niklja od vode. Postopek poteka tako, da s pomočjo elektrolize ločimo trde delce z regeneracijo elektrolita, in potem te trde delce vrnemo nazaj v proizvodnjo.





Slika 14: Postopek filtracije



Slika 15: Rekon postopek

## **4 Postopek rekonstrukcije in vzdrževanja transportnega vozička**

Šele sedaj, ko so dobro poznani specifična tehnologija in celotna problematika vezana na postopek galvanske obdelave izdelka, ter vsi problemi v povezavi s tem, se lahko lotimo predelave uporabljanega transportnega vozička. Le na ta način je predelava lahko uspešna.

Za začetek je potrebno najprej spoznati nalogo transportnega vozička, v kakšnem okolju deluje in spoznati celoten postopek, ki poteka na tem avtomatiziranem procesu. Šele, ko imamo odgovore na vsa ta zastavljena vprašanja, lahko pričnemo z rekonstrukcijo. Najprej se je potrebno posvetiti vprašanju, kako bomo zagotovili dostop do vozička in, ali je za določene posege potreben zastoj procesa, ali je potrebno izvesti meritve katere so nujno potrebne pri izdelavi novega transportnega vozička in podobno.

### **4.1 Namen transportnega vozička**

Namen transportnega vozička je prevažanje rešetk z izdelki v kadi med izpiranjem iz ene strani v drugo, po tirnicah, ki so na kadi. Zahteve vozička so, da nosi svojo težo in pa težo rešetk ter izdelkov na njih, zato je potrebno pri izbiri novega materiala upoštevati debelino dosedanjega materiala, ki se ni bil zmožen dovolj dolgo upirati kljub premazom v agresivnemu okolju kisline  $H_2SO_4$ .

#### **4.1.1 Potreba po izdelavi novega transportnega vozička**

S slike 16 je zelo nazorno vidno kako je material na kritičnih točkah konstrukcije dotrajan in poškodovan. Zaradi odprtin se v notranjosti konstrukcije zadržuje mešanica vode in kisline, kar pripelje do dodatnega najedanja materiala v notranjosti konstrukcije (Slika 17).



**Slika 16: Poškodbe konstrukcije**



**Slika 17: Zaprta konstrukcija**

Zaradi odprtin na vozičku pride pri izpiranju z vodo do zadrževanja kisline tudi v notranjosti vozička. S tem se omogoči kislini  $H_2SO_4$ , da razjeda material.

## 4.2 Priprava dela

Pri snovanju bolj primerne izvedbe vozička, je najprej potrebno izdelati nove načrte. Zato je bilo potrebno organizirati oz. predvidevati zastoj avtomatiziranega procesa ob upoštevanju, da proces deluje 24 ur in vse dni v tednu. Za lažjo izdelavo tehnične dokumentacije je bilo potrebno obstoječi voziček, s pomočjo vzdrževalcev in z ustrezno opremo, razstaviti na samem mestu uporabe. Za nekatere dele, ki so redno vzdrževani, kot so to tekalna kolesa ni bilo potrebno izdelati tehnične dokumentacije.

## 4.3 Izbira materiala

Najprej je bilo potrebno poiskati podjetje, ki se ukvarja s prodajo in dobavo materialov primernih za novi voziček. Ta bo izdelan na podlagi zahtev, po brezhibnem delovanju in dolgotrajni življenjski dobi navkljub zahtevnim obratovalnim razmeram. Podjetje INOXCENTER d.o.o., ki dobavlja nerjavno jeklo in ponuja tudi ostale usluge, kot npr. svetovanje pri izbiri materiala, je na podlagi pogojev, kot je odpornost na kislino  $H_2SO_4$ , podalo podatke o dobavljivosti, obliki (plošča, profil), debelini ter ceni za nekaj različnih materialov, ki jih je možno dobaviti in tudi uporabiti pri izvedbi novega vozička. Material za izdelavo transportnega vozička se je izbiral na podlagi dobave, primerjalne tabele (Tabela 1) ter zahtev, ki so bile pomembne za življenjsko dobo.

Zahteve pri izbiri novega materiala:

- dolga življenjska doba,
- cenovno ugodno,
- izboljšati obstoječo konstrukcijo,
- upoštevanje kisline  $H_2SO_4$ .

**Tabela 1: Primerjava materialov [3]**

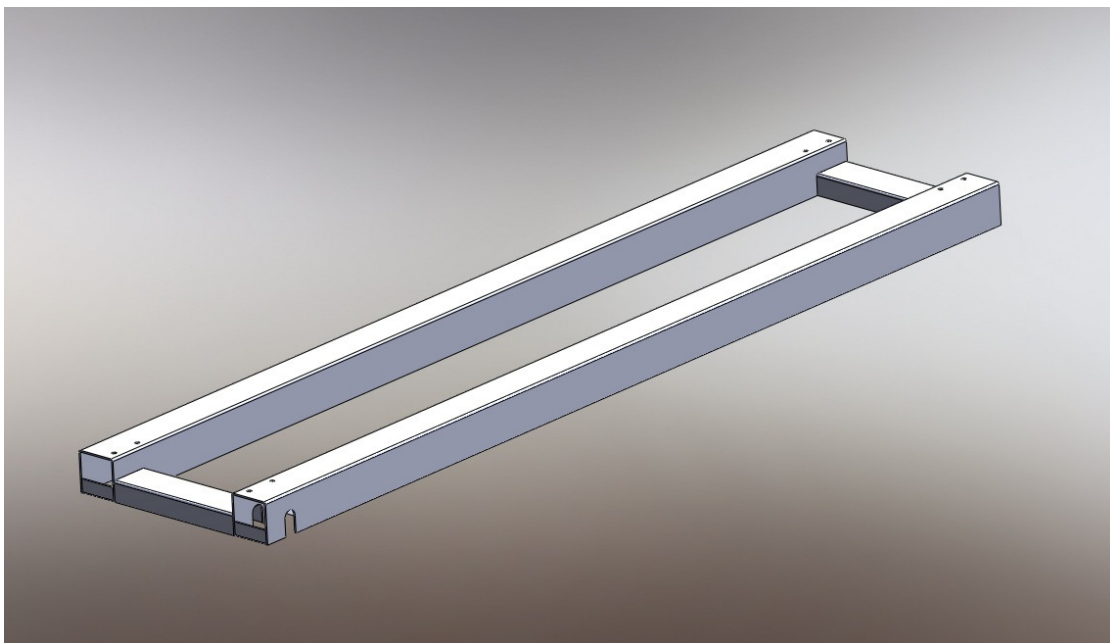
Outokumpu	4404	254SMO	654SMO	904L
% Cr	17	20	24	20
% Ni	10	18	22	18
% Mb	2.1	6.1	7.3	4.3
korozija letno (mm)	>6	0.27	0.06	0.47

V tabeli so za primerjavo podani le tisti materiali, ki so primerni za takšno agresivno okolje, kakršno je v našem primeru. Za ustrezen material smo se odločili na podlagi vsebnosti Molibdena, ki je sicer dokaj redek element, in je obstojen tudi na zraku ter se ne raztaplja v kislinah, zato je primeren za molibdenova jekla.

#### 4.4 Modeliranje v 3D okolju

S pomočjo uporabe ustreznega programa je bilo konstruiranje transportnega vozička veliko hitreje izvedljivo, kar predstavlja manjši strošek. Za lažjo predstavbo končnega izdelka se na ta način lahko natančno določi tudi količina potrebnega materiala za izdelavo, kajti izbira materiala je specifična in bi bile zaloge nepotrebne (stroški!)

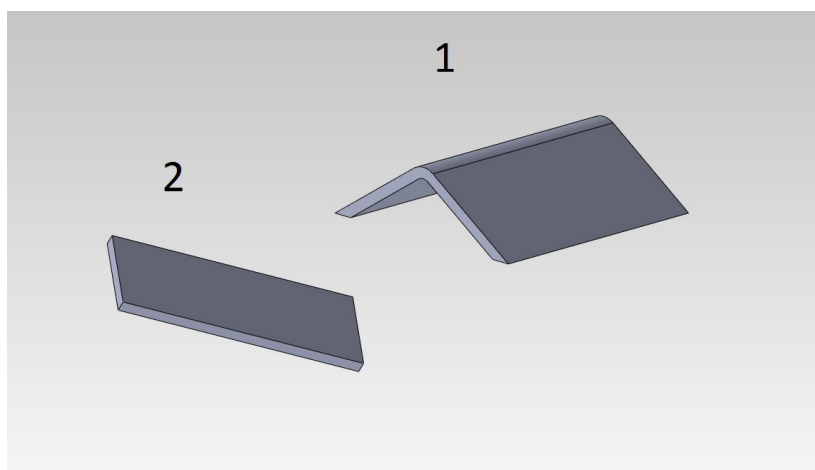
Najprej je pri modeliranju potrebno preveriti ali je možno izdelati transportni voziček v enem kosu ali pa bo potrebno varjenje dveh polovic. Zato je potrebno najprej preveriti razpoložljivost orodij za upogibanje in, če je možno upogibati takšno dolžino. Zaradi natančnosti izdelave transportnega vozička je bilo potrebno ploščo natančno razrezati na širino, za varjenje s TIG postopkom pa je bilo potrebno upoštevati segrevanje materiala in zato delati presledke, da se material ne bi preveč segrel in posledično upogibal. Del konstrukcije novega vozička, kot 3D model, prikazuje slika 18.



Slika 18: Model konstrukcije transportnega vozička v 3D okolju

#### 4.4.1 Konstrukcijska rešitev

Pri modeliranju smo prišli do več možnih rešitev, npr. kako spodnji del konstrukcije ojačiti. Prva možna rešitev je bila uporaba ploščice (Slika 19), ki seveda predstavlja manjši strošek in zahteva manj časa za izdelavo.

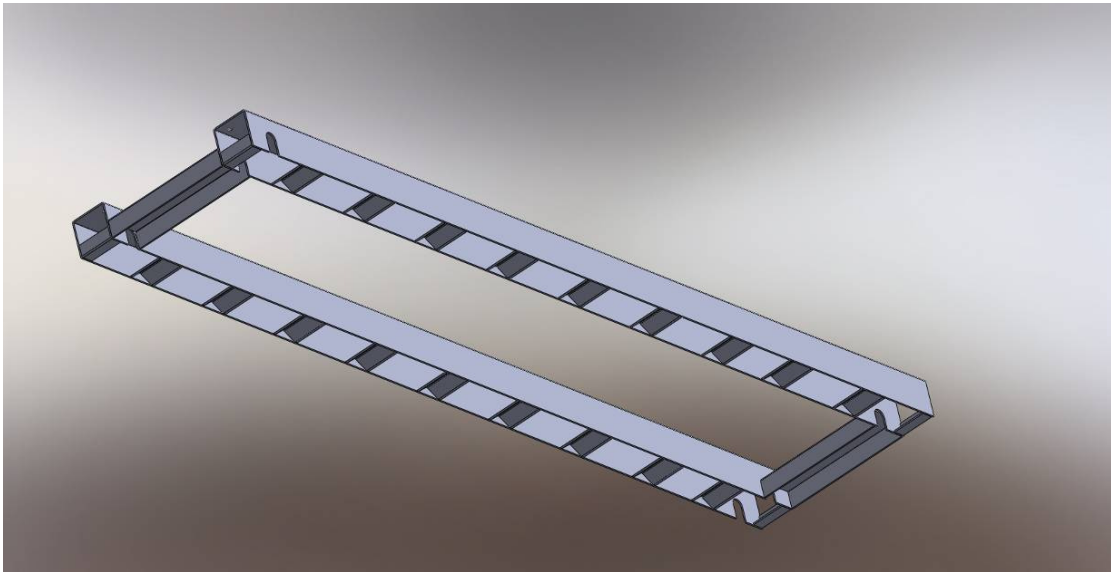


Slika 19: Izgled uporabljenih ojačitev



Rešitev, ki je bila upoštevana je bil kotnik (Slika 19), za katerega je bilo potrebno vložiti več časa pri izdelavi in pa končnem varjenju na konstrukcijo. Kotnik se izkaže za boljšo rešitev navkljub večjim stroškom, bo pa konstrukcija s to rešitvijo bolj ojačena in pa stabilna.

Sprememba konstrukcije je vidna s slike 20, kjer se dobro vidi kako je sedaj profil odprt in ojačen s pomočjo omenjenih kotnih upornikov.



Slika 20: Spremenjena konstrukcija

#### 4.5 Vzdrževanje obstoječega vozička

Potrebe po zahtevah vzdrževanja obstoječega vozička so redna menjava pogonskih koles in pa ležajev enkrat letno, kar bo tudi v prihodnje potrebno upoštevati pri novem transportnem vozičku. Pogonska kolesa so ustrezno plastificirana - zaradi kisline  $H_2SO_4$ , ki najeda tekalne površine. Pri vsaki menjavi pogonskih koles je potrebno zaradi preventivnega vzdrževanja menjati tudi ležaje. Pogonsko gred prikazuje slika 21.



Slika 21: Pogonska gred s kolesi

#### 4.6 Delovanje vozička in varnost

Za delovanje vozička je potrebno tudi ustrezno krmiljenje elektromotorja, ki je vezano na cikel celotne linije kromiranja (Slika 22). Za varnost transportnega vozička je poskrbljeno z varnostnimi stikali (Slika 23), ki izklopijo transportni voziček v primeru, če pride do prekoračitve meje kadi oz. če se pojavi kakšna ovira med transportom.



Slika 22: Pogonski elektromotor





Slika 23: Varnostno stikalo

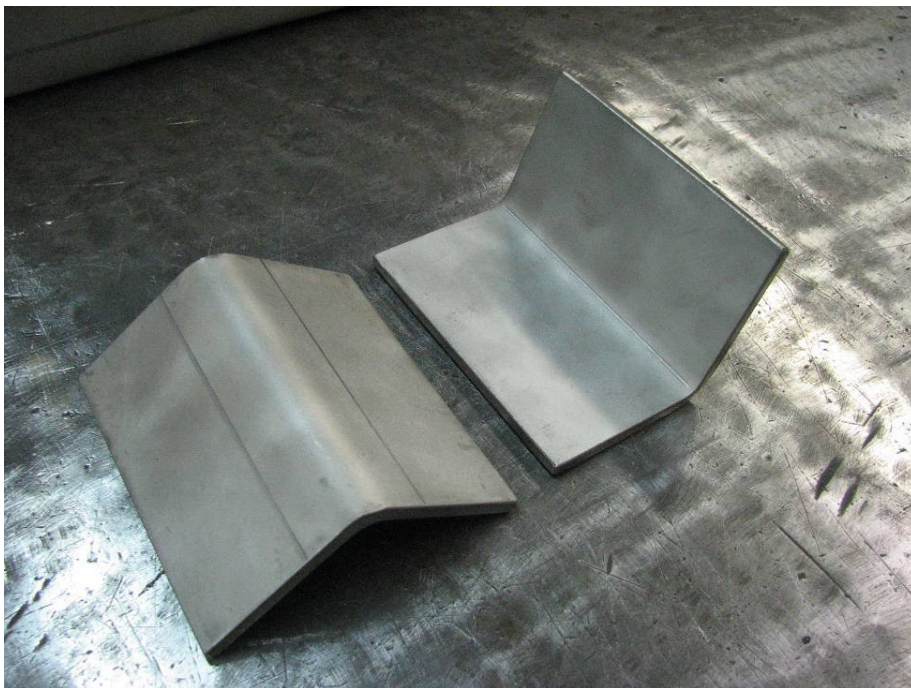
#### 4.7 Izdelava transportnega vozička

Za izdelavo transportnega vozička je bilo potrebnih več izdelovalnih postopkov, razrez, krivljenje in varjenje s TIG postopkom (Slika 24). Zaradi dolžine transportnega vozička pa je bila pri krivljenju potrebna velika natančnost. Material, v našem primeru nerjavno jeklo AISI 904L, je dobavljiv v ploščah dimenzije 3000 x 1500 x 5 mm. Dimenzije plošče predstavljajo izhodišče za izračun potrebne količine materiala za izdelavo transportnega vozička.

Na slikah od 24 do 28 je prikazanih nekaj podrobnosti zasnove novega transportnega vozička, od varjenja posameznih delov (npr. kotnih opornikov), pa do montaže pogonskega elektromotorja in pogonskih koles.

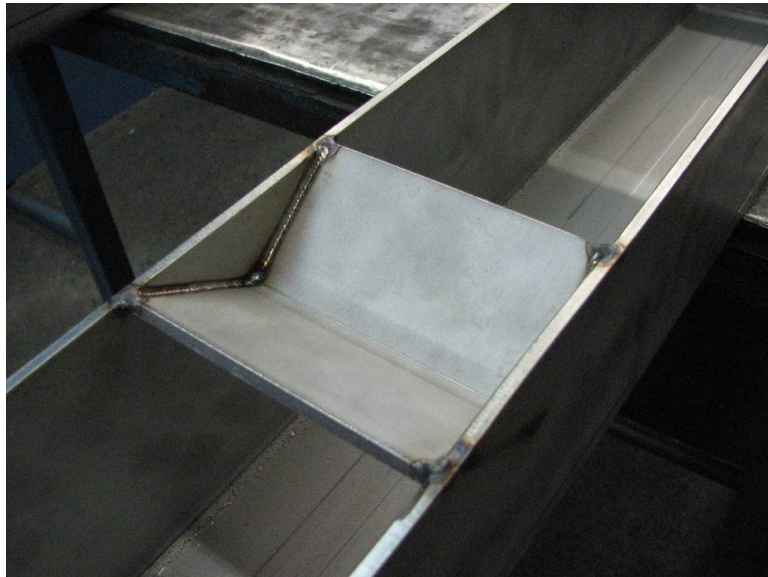


**Slika 24: Varjenje transportnega vozička**



**Slika 25: Kotni uporniki**





**Slika 26: Varjenje upornikov**



**Slika 27: Elektromotor z reduktorjem**

Elektromotor z reduktorjem (Slika 27), ima ustrezno prestavno razmerje, ki omogoča transportnemu vozičku zadostno moč in pa hitrost za prevažanje rešetk. Motor ima zobniško polžno gonilo z nasadno izvedbo in je namenjen lažjim aplikacijam.

Podatki elektromotorja:

- tip: SEW-EURODRIVE SA47
- vrtljaji: 1320/18 vrt/min
- moč : 0,18 kW
- izhodni navor: 68 Nm



**Slika 28: Kolesa**

Kolesa (Slika 28) so ustrezno zaščitena z gumo odporno na kislino, kar vozičku podaljša življenjsko dobo do enega leta, oziroma omogoči, da zdržijo do naslednjega preventivnega vzdrževanja. UCP (UC-vrsta ležaja, P-oblika ohišja) ležajne enote so iz

ohišja in pa vgradnih ležajev, ohišja so izdelana iz sive litine na katerih so mazalke, ki omogočajo naknadno mazanje preko mazalnih luknjic v utoru ležaja. Izvedba je primerna zaradi tega, ker lahko deluje v težjih obratovalnih pogojih, posledično pa tudi znižamo stroške zaradi ohranitve ohišja ali obratno z zamenjavo.



**Slika 29: Sestavljen transportni voziček**

Sestavljen transportni voziček, prikazan na sliki 29, je pripravljen za montažo na oddelku Galvane. Pri zamenjavi starega transportnega vozička z novim, je potrebno predvideti zaustavitev proizvodnje, saj med delovanjem ni mogoče ustrezno zamenjati ter priklopiti vseh varnostnih senzorjev in pogonskega elektromotorja v krmilni omari celotne linije.

## 5 REZULTATI

Zaradi izbire boljšega materiala in manjše spremembe konstrukcijske smo dosegli daljšo življenjsko dobo transportnega vozička. Z novim materialom smo dosegli, da ne bo potrebno premazovanje konstrukcije z ustreznimi kislinsko odpornimi barvami, ki se na dosedanjem transportnem vozičku niso ustrezno obnesle, ter s tem povzročali vsakoletni strošek potreben za premazovanje konstrukcije vozička. Z ustrežno izbiro materiala po ugodni ceni smo dosegli dolgo življenjsko dobo samega vozička in hkrati zmanjšali strošek vzdrževanja. Največji neposredni strošek vzdrževanja po rekonstrukciji predstavljajo pogonska kolesa in pa ležaji.

**Tabela 2: Stroški**

stroški/čas	zaustavitev	material	ure	skupaj
Investicija	1.000 EUR/h	4.000 EUR	8 h	12.000 EUR
Prej	1.000 EUR/h	200 EUR	4 h	4.200 EUR
Sedaj	1.000 EUR/h	100 EUR	2 h	2.100 EUR

Iz tabele 2 je razvidno, kakšni so stroški zaustavitve linije in stroškov investicije za nov transportni voziček. Same prednosti investicije so, da se bo zmanjšal zastoj ob vsakem vzdrževanju in pa, da se bo sama investicija povrnila v šestih letih. Slabost, ki jo predstavlja investicija je pa nenadni velik strošek, a je ta nujno potreben.

## 6 DISKUSIJA

Izdelava novega transportnega vozička, bo zaradi novega materiala in pa konstrukcijske rešitve podaljšala življenjsko dobo konstrukcije na ocenjeno 30 let. Prednosti tega so, da v prihodnje vozička ne bo potrebno premazovati s kislinsko odpornimi barvami, ki so do sedaj predstavljale vsakoletni strošek. Na podlagi več različnih materialov, ki so odporni na kislino  $H_2SO_4$  pa je bil izbran tisti, ki je bil najbolj primeren glede na samo izdelavo, dobavo in pa ceno v primerjavi z drugimi materiali. Glede na to, da upoštevamo hitrost razjedanja pločevine v sami kislini v velikosti 0,47 mm/leto in da je pločevina debela 5 mm, bi le-ta zdržala približno 10 let. Ker pa je material le deloma izpostavljen kislini se bo ta doba upiranja podaljšala na ocenjeno dobo.

Potreba vzdrževanja transportnega vozička bo v prihodnje skrčena le na redno menjavo plastificiranih koles in pa UCP ležajev.



## 7 SKLEP

Namen diplomske naloge je bilo izvesti rekonstrukcijo transportnega vozička za prevažanje rešetk v oddelku Galvana.

Zaradi izdelave novih načrtov si je bilo najprej potrebno ogledati v kakšnem okolju deluje transportni voziček in pa kakšna je njegova naloga. Zatem je sledilo načrtovanje zaustavitve proizvodnje v za to najprimernejšem času, tako so se lahko izmerile dimenzije samega transportnega vozička, katere so bile potrebne za izdelavo računalniškega 3D modela.

Med modeliranjem je bilo potrebno poiskati dobavitelje kislinsko odpornih pločevin, s katerimi se je na podlagi zahtevanih pogojev izbralo nekaj različnih pločevin, ki so se zmožne upirati razjedanju kisline  $H_2SO_4$ . Iz ekonomskega vidika in pa hitre dobave smo se odločil za material AISI 904L, ki je dovolj dober za izdelavo transportnega vozička. Zaradi izboljšanja konstrukcije in pa daljše življenjske dobe transportnega vozička se je upoštevala boljša konstrukcijska rešitev, katera je spremenila lastnosti samega vozička.

Zaradi boljšega materiala bo v prihodnosti vzdrževanje povzročilo manjši strošek in s tem tudi sam čas vzdrževanja, ki ga predstavljajo kolesa in pa ležaji.

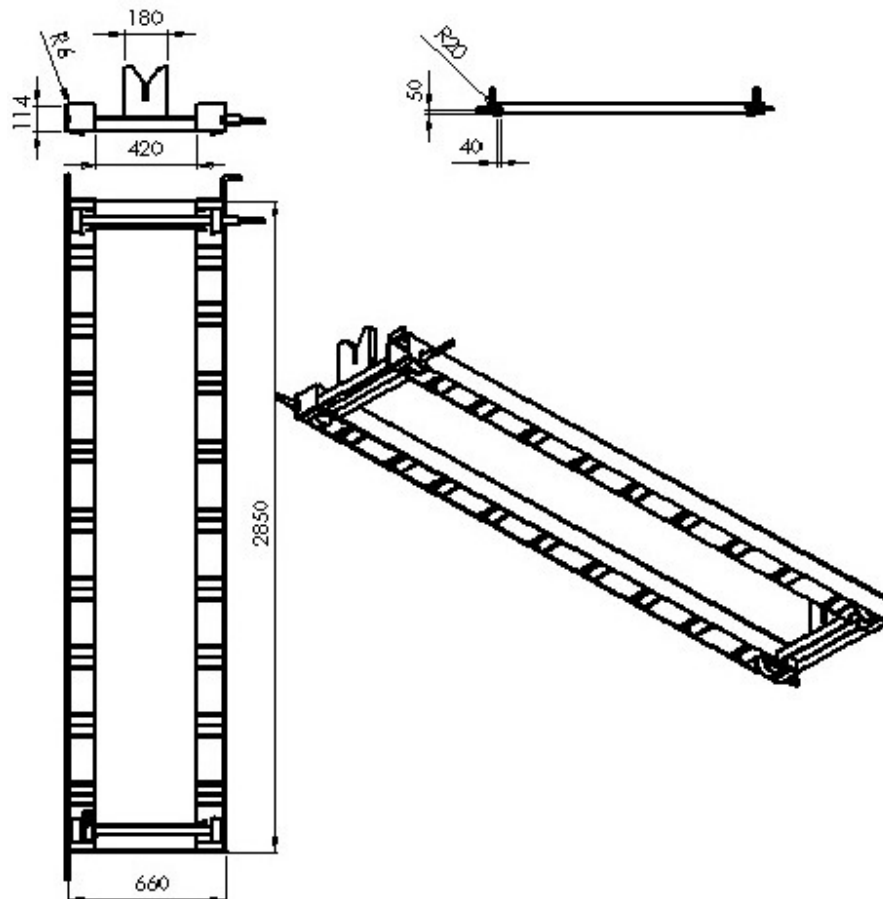


## 8 LITERATURA

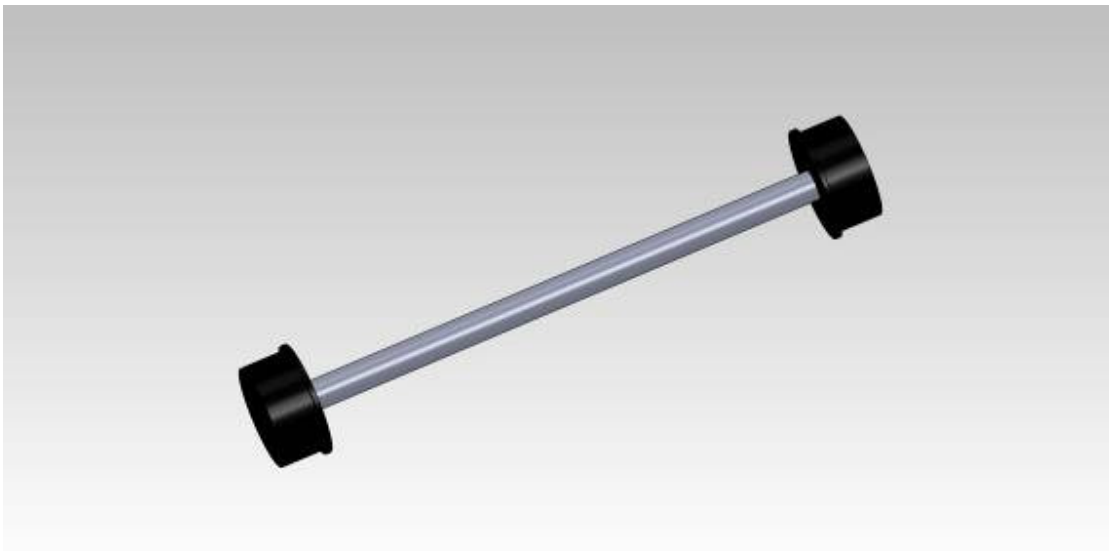
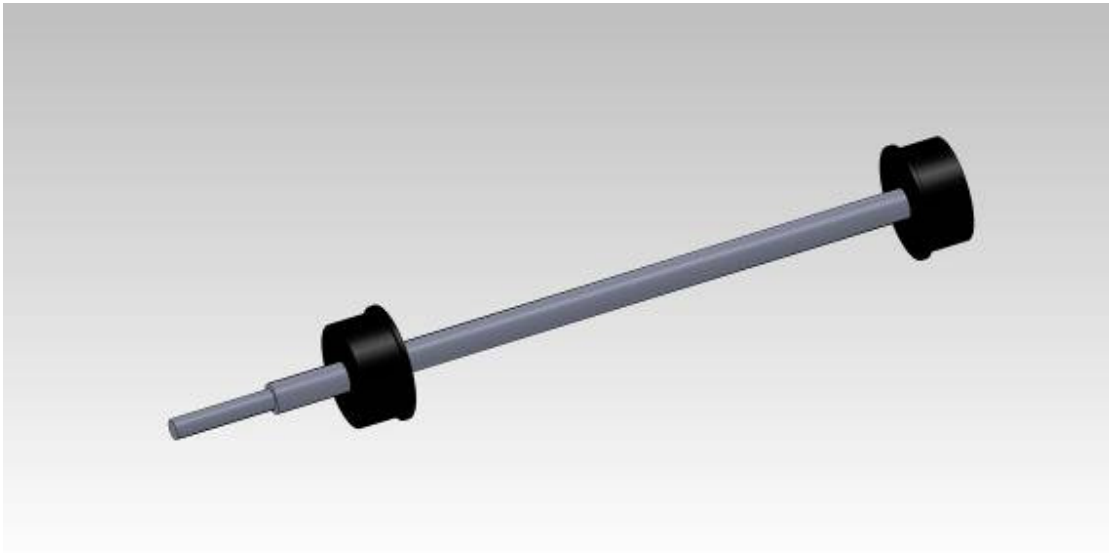
- [1] Andrej Androjna, Bojan Rosi. Celostno obvladovanje vzdrževanja. slovenska izdaja. Tržič: Učila International, 2008.
- [2] Vzdrževanje ; Zapiski predavanj ; Samo Ulaga
- [3] Outokumpu [Svetovni splet]. Dostopno na:  
<http://www.outokumpu.com/en/Products/Grades/Pages/default.aspx> [2012-03-15]
- [4] Viri v podjetju Gorenje d.d., Partizanska 12, 3503 Velenje, Slovenija
- [5] Gorenje d.o.o. [Svetovni splet]. Dostopno na:  
[http://www.gorenjegrup.com/si/skupina\\_gorenje/](http://www.gorenjegrup.com/si/skupina_gorenje/)[2012-03-15]

## **9 PRILOGE**

- [1] Sestavljen transportni voziček
- [2] Model pogonskih koles
- [3] Model plastičnega nosilca rešetk

**Priloga 1: Sestavljen transportni voziček**

## **Prologa 2: Model pogonskih koles**



**Priloga 3: Model plastičnega nosilca rešetk**

