


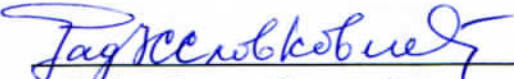

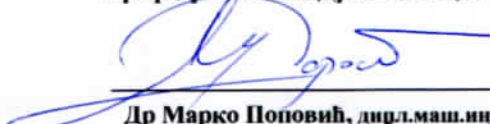
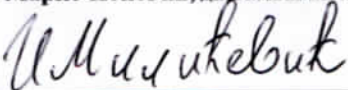
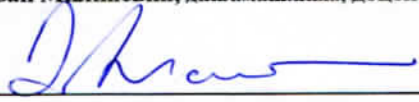
Универзитет у Крагујевцу  
Факултет техничких наука

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ЧАЧАК

ПРЕМИЉЕНО	28.04.2014		
Организација		Број дела	Предмет
	571/2		

**ИНДУСТРИЈСКИ ПРОТОТИП  
ВЕДРИЦЕ ИПТР35037  
ЗА БАГЕР ВЕДРИЧАР ЕРС 1000**

Врста техничког решења	Индустријски прототип M82
Аутори техничког решења	 Проф. др Звонимир Југовић, дипл.маш.инж.  Проф. др Радомир Славковић, дипл.маш.инж.  Проф. др Снежана Драгићевић, дипл.маш.инж.  Др Марко Поповић, дипл.маш.инж., доцент  Др Иван Милићевић, дипл.маш.инж., доцент  Драган Новаковић, дипл.инж.руд.
Назив техничког решења	Индустријски прототип ведрице ИПТР35037 за багер ведричар ЕРС 1000
За кога је рађено техничко решење	Индустријски прототип развијен је у оквиру истраживања на пројекту: „Развој нове конструкције кашике багера континуалног дејства у циљу интегрисања модуларних резних елемената“, чији је носилац Факултет техничких наука у Чачку, а партиципанти Концерн „Фармаком МБ–Индустријски комбинат Гуча“ и ПД Рударски басен Колубара.
Ко користи техничко решење	ПД Рударски басен Колубара
Година израде техничког решења	2012 – 2013.год.
Верификација резултата	Рецензенти: → Проф.др Драган Милутиновић Машински факултет, Београд → Проф.др Миломир Гашић Факултет за машинство и грађевинарство Краљево
Ко је прихватио техничко решење	Факултет техничких наука у Чачку
Примена резултата	Индустријски производ

## САДРЖАЈ

1. Област на коју се односи техничко решење	4
2. Технички проблем	6
3. Стање технике	9
4. Суштина техничког решења	13
5. Детаљан опис техничког решења	14
1. Усвојена методологија развоја техничког решења	14
2. Техничке карактеристике решења	14
3. Технологија израде и монтаже ведрице	16
4. Анализа цене коштања модуларног сегмента	21
6. Закључак	23
Прилог	24

## 1. ОБЛАСТ НА КОЈУ СЕ ОДНОСИ ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Техничко решење има примену на багерима континуалног дејства, који се као основна механизација примењују на површинским коповима угља. Дато техничко решење, намењено је за багер ведричар ЕРС 1000 (слика 1.). Конструкција ведрице и резних зуба релевантно утиче на ефикасност рада и капацитет багера. Продуктивност багера ведричара у великој мери зависи од триболошких процеса на радним органима за време њиховог функционисања. При експлоатацији резни елементи (зуб и нож ведрице) су изложени хабању, а самим тим и трошењу материјала од којих су израђени. Трошкове услед триболошких процеса на зубима и ведрицама немогуће је елиминисати, али их је у значајној мери могуће смањити триболошки исправном конструкцијом. Поред добро триболошки решених резних зуба, неопходно је такође триболошки добро решити и ведрицу. Геометријски облик ведрице је исправно решен, ако се материјал испред ведрице тако копа да зуби и нож ведрице су у контакту са материјалом, а сама ведрица не долази у додир са косином, чиме се избегава непотребно трење ведрице са стенском масом. Такође, да би се остварио потребан капацитет багера, неопходно је што адекватније прилагодити техничко-технолошке карактеристике резних елемената, односно резних зуба и ведрице карактеристикама материјала за копање и технолошким параметрима процеса резања, односно режиму рада багера.



Слика 1. Багер ведричар ЕРС1000

Табела 1. Основне техничке карактеристике багера ведричара ЕРС1000

Номинални капацитет	1400 [m <sup>3</sup> /h]
Максимални капацитет	2250 [m <sup>3</sup> /h]
Специфична сила копања	1170 [kN/m <sup>2</sup> ]
Висина копања	19 [m]
Дубина копања	16 [m]
Дужина носача ланца са ведрицама	23.5 [m]
Инсталисана снага на погонском мотору ланца	630 [kW]
Укупан број ведрица	43 [kom]
Номинални капацитет ведрице	1000 [l]
Брзина ланца са ведрицама	1.22 [m/s]
Укупна тежина багера	1150 [t]

Геометрија ведрице и резних елемената треба да задовољи широку лепезу захтева од којих су најважнији:

- процес резања и пуњења ведрице материјалом треба да се остварује са што је могуће мањим утрошком енергије,
- лепљење материјала за унутрашњу површину ведрице треба да буде елиминисано или сведено на што је могуће мању меру,
- да хабање како резних елемената тако и ведрице буде што мање,
- да откопани материјал има одговарајућу гранулацију,
- да багер као комплексан систем има потребну динамичку стабилност, а самим тим и поузданост у раду,
- да замена резних елемената на ведрицама као и самих ведрица буде лака и ефикасна
- да евентуалне хаварије на ведрицама или резним елементима услед изненадних преоптерећења не угрозе виталне функције багера.

Последице хабања резних елемената на радном органу багера су повећање потрошње енергије по јединици откопаног материјала, смањење капацитета багера, као и повећање напрезања појединих његових структура. Један од најважнијих показатеља побољшања квалитета рада багера је смањење специфичне потрошња енергије у процесу копања материјала. Смањење специфичне потрошње енергије остварује се правилним избором резних елемената, њиховим правилним постављањем на ведрицу како би се што је могуће више искључило тело ведрице из процеса резања. Такође, равномерност хабања резних елемената постављених на ведрици има велики утицај на специфичну потрошњу електричне енергије багера, где се поред избора меродавне геометрије резних елемената посебна пажња поклања геометрији ведрице и положају резних елемената на истој.

Са становништва примене модуларних резних елемената, у развоју модуларних ведрица пажњу је потребно усмерити како према облику и геометрији нове ведрице тако и положају резних елемената на ведрици са аспекта њиховог равномерног хабања, смањења отпора копања, смањења специфичне потрошње електричне енергије и обезбеђења довољне крутости система ослонци ведрице-ведрица-резни елементи. Битна карактеристика такве ведрице треба да буде њена флексибилност за примену резних делова модуларних резних елемената различите резне геометрије и различитих резних материјала, а у зависности од услова радне средине. Облик и геометрија ведрице треба да обезбеде што боље пуњење и пражњење ведрице материјалом уз елиминисање могућности појаве празних "цепова" унутар исте на којима се може налепити материјал. Поред заштите од лепљења материјала конструкционим обликом ведрице и уградњом додатних елемената, значајну пажњу треба посветити утицају положаја резних елемената на ведрици на облик одреска. У том смислу тежња је да се добије одрезак одређене површине попречног пресека са повећаном дужином на рачун смањења висине одреска. Тиме се смањује контакт унутрашње површине ведрице са одреском у процесу његовог одвајања од масива.



## 2. ТЕХНИЧКИ ПРОБЛЕМ

Багер ведричар је је специфична машина, јер су ведрице за захватање материјала континуално распоређене по вучном ланцу багера. Један багер опремљен је са 43 ведрице, свака запремине  $1\text{m}^3$ . На багеру се годишње просечно мења 120 ведрица, од чега се 30 ведрица уводи као потпуно нове, а остале се репарирају у радионици. Замена ведрице је веома сложен посао, који се изводи у теренским условима, који захтева ангажовање великог броја радника, механизације, алата и опреме. Када се мењају ведрице, обавезно се врши и замена њених резних зуба. Такође, замена резних зуба врши се увек када се уочи њихово прекомерно трошење у експлоатацији.

На багеру ЕРС 1000, ведрице су тренутно опремљене са једноделним зубима, сваки тежине 17,3 кг, који се помоћу 3 завртња везује на ведрицу. Обзиром на конструкционо извођење, током рада долази до јако неповољног трошења резних елемената и њиховог разарања (слика 2).



Слика 2. Хабање ведрице са постојећим резним зубима на багеру ведричару ЕРС1000

Основни проблеми везани за овакво конструкционо извођење ведрице са једноделним резним елементима су:

- Поузданост везе ведрица-резни елемент
- Неправилно и велико трошење резног елемента, а посредно и ножа ведрице
- Сложеност монтаже и демонтаже резног зуба
- Цена коштања одливка резног зуба, цена машинске обраде и цена пратећих трошкова монтаже и демонтаже резног зуба

Што се тиче само резних зуба, на багеру се просечно годишње замени око 1200 комада. На свим зубима се врши процес наваривања тврдог слоја (панцирање). Од овог броја укупно се уводи 800 потпуно нових резних зуба (ново одливени зуби), а осталих 400 се репарирају. Сваки зуб се при монтажи додатно обрађује, како би се подесило налегање између површине ведрице и површине зуба. Такав процес се одвија у радионицама и у теренским условима.

Замена зуба у теренским условима није једноставна и доводи до различитих проблема. Замена зуба обухвата следеће процесе:

1. Заокретање ланца и довођење жељене ведрице у положај за замену зуба
2. Сечење вијака на зуба
3. Избијање остатака вијака и одвајање дотрајалог зуба
4. Припрема лимова и налегајућих површина на ведрици и зубу
5. Заваривање плочица, постављање и подешавање склопа
6. Притезање и осигурање вијака

За демонтажу једног зуба утроши се просечно 20 мин, а за припрему и монтажу новог просечно се утроши 60мин, што укупно износи 1,2 радна часа. При замени су ангажована 3 радника.

Укупни трошкови израде и монтаже резног зуба су:

1. Трошкови одливка резног зуба
2. Трошкови додатне машинске обраде која се реализује у радионицама копова
3. Трошак завртањске везе
4. Трошак радника и материјала који учествују у замени резних зуба
5. Трошак наваривања тврдог слоја (панцирање)
6. Остали трошкови везани за време стајања багера, манипулацију и складиштење резних зуба итд.

Нов једноделни зуб је тежак 17,3кг, и има цену од 2.5 €/кг лива, што укупно износи 45€/ком. Годишњи трошак набавке нових резних зуба приближно је:  $800 \times 45\text{€} = 36.000\text{€}$ . Сваки нови зуб има додатну машинску обраду, чији трошкови износе приближно 20 €/ком, што укупно износи  $800 \times 20\text{€} = 16.000\text{€}$ . Репарација резног зуба укључује замену врха и панцирање, што износи просечно 50€ по резном зубу. Од тога, замена врха износи 20€/ком, а панцирање 30€/ком. Годишњи трошак репарације, без панцирања је:  $400 \times 20\text{€} = 8.000\text{€}$ . Трошак машинске обраде репарираних зуба садржан је у наведеној цени.

Сваки резни зуб се монтира на ведрицу помоћу 3 завртањске везе. Једна завртањска веза састоји се од следећих елемената:

- Завртањ М20 x 130, кл.чв. 10.9, цена: 1,5 €/ком.
- Навртка М20, цена: 0,25 €/ком.
- Равна подлошка за М20, цена: 0,03 €/ком.

Укупна вредност једне завртањске везе износи: 1.8 €/ком. Ако се годишње замени укупно  $1200 \times 3 = 3600$  веза, укупан трошак је 6.500 €. Узимајући у обзир и проценат расхода од око 10% (неадекватност вијака, оштећења при монтажи и сл.), годишњи трошак за завртањске везе износи приближно 7.000 €.

Трошак монтаже и демонтаже једноделног зуба на багер, састоји се из припремних и завршних радова, који се могу посматрати кроз посао бравара и заваривача. Укупно време замене постојеће једноделног зуба, у садашњим условима се процењује на 1,1нч по зубу, од чега је 60% браварски, а 40% заваривачки рад. Ако се усвоји просечна цена радног часа бравара и заваривача (6 €/нч), цена замене је 6.6 €/ком резног зуба. Узимајући у обзир и додатни и потрошни материјал, трошак замене једног резног зуба износи просечно  $6.6 \times 1.3 = 8.5$  €/ком. Ако се усвоји годишњи број замењених резних елемената, укупна цена радова монтаже и демонтаже резних зуба је  $1200 \times 8.5 = 10.000$  €.

Имајући у виду све предходно наведено, укупан трошак за израду, дораду и монтажу и демонтажу постојећих резних елемената на постојећим ведрицама, у укупној количини од 1200 ком годишње, је:

**Табела 2.** Годишњи трошак замене постојећих резних зуба за багер ведричар ЕРС 1000

Одливени нови резни зуб:	36.000 €
Машинска дорада у погону копа:	16.000 €
Репарација коришћених резних зуба:	8.000 €
Трошак везе:	7.000 €
Трошак монтаже и демонтаже:	10.000 €
Остали непредвиђени трошкови 5%:	3.000 €
<b>УКУПНО:</b>	<b>80.000 €</b>

*Напомена:*

- Наведени трошак не изима у обзир трошкове наваривања трвдом електродом, обзиром да се наваривање изводи на свим резним зубима, неvezано за конструкционо извођење, технологију израд итд.
- Наведни трошак не узима у обзир трошак услед стајања багера због замене зуба. То је због тога што се њихова замена углавном одвија у времену ремонта или времену замене комплетне ведрице, па због преклапање времена нису узети у обзир као посебан трошак.



### 3. СТАЊЕ ТЕХНИКЕ



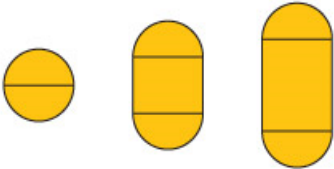
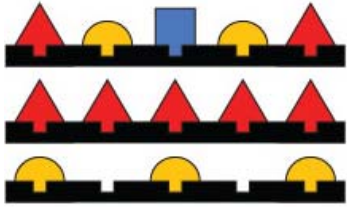
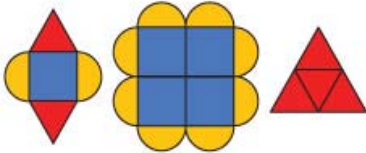

У основи предметног техничког решења, примењен је концепт модуларности и принцип модуларног конструисања резних елемената на ведрици. Модуларност се односи на концепт унификације и типизације различитих облика и димензија резних елемената или њихових одређених делова (дршка, елементи везе, итд.). Модуларно конструисање са друге стране односи се на примену флексибилног приступа у развоју резних елемената, специјално прилагођених багеру, технологији рада и карактеристикама радне средине.

У критеријуме, по којима се дефинишу димензије током процеса конструисања, спадају критеријум функције, критеријум чврстоће, критеријум крутости и допунски критеријуми. Основни критеријуми служе да се на основу спољашњих оптерећења, функционалних карактеристика и специфичних захтева конструкције, израчунају основне вредности попречних пресека, дужине и осталих функционалних димензија. Са друге стране, допунски критеријуми користе се за усклађивање израчунатих димензија и у њих спадају стандардизација, типизација, унификација и модуларно конструисање. Са аспекта развоја резних зуба то значи да се на основу типа багера и његове технологије рада, карактеристика стенског материјала, положаја и оријентације резног зуба у захвату, а на основу модела оптерећења израчунавају карактеристичне димензије и дефинишу основни облици. Тако добијене вредности се затим усклађују применом једног или више допунских критеријума. Циљ примене допунских критеријума је обезбеђивање значајних повољних економских ефеката, боље комуникације и размене техничких информација, примене проверених решења и др.

Типизација је развој фамилије производа истог типа. Детаљно се разрађује конструкција једног члана фамилије, а остали се добијају применом геометријске сличности и стандардних геометријских бројчаних низова. Због тога се постиже значајна уштеда у процесу конструисања, испитивању производа и његовој изради. Фамилија истоветног производа се формира полазећи од одговарајуће физичке карактеристике по којој је фамилија препознатљива. То је по правилу носивост, капацитет, снага и др. Унификација је сједињавање (изједначавање) типизираних компоненти у једном машинском систему. Минимизација броја типизираних компоненти остварује се уградњом истих компоненти и тамо где оне неће по својим карактеристикама бити у потпуности искоришћене. На тај начин се повећава број истих делова, подскопова и склопова у једној конструкцији. Комбиновањем типизације и унификације, као допунских критеријума за дефинисање димензија, могу се постићи значајни економски, конструкциони и технолошки позитивни ефекти.

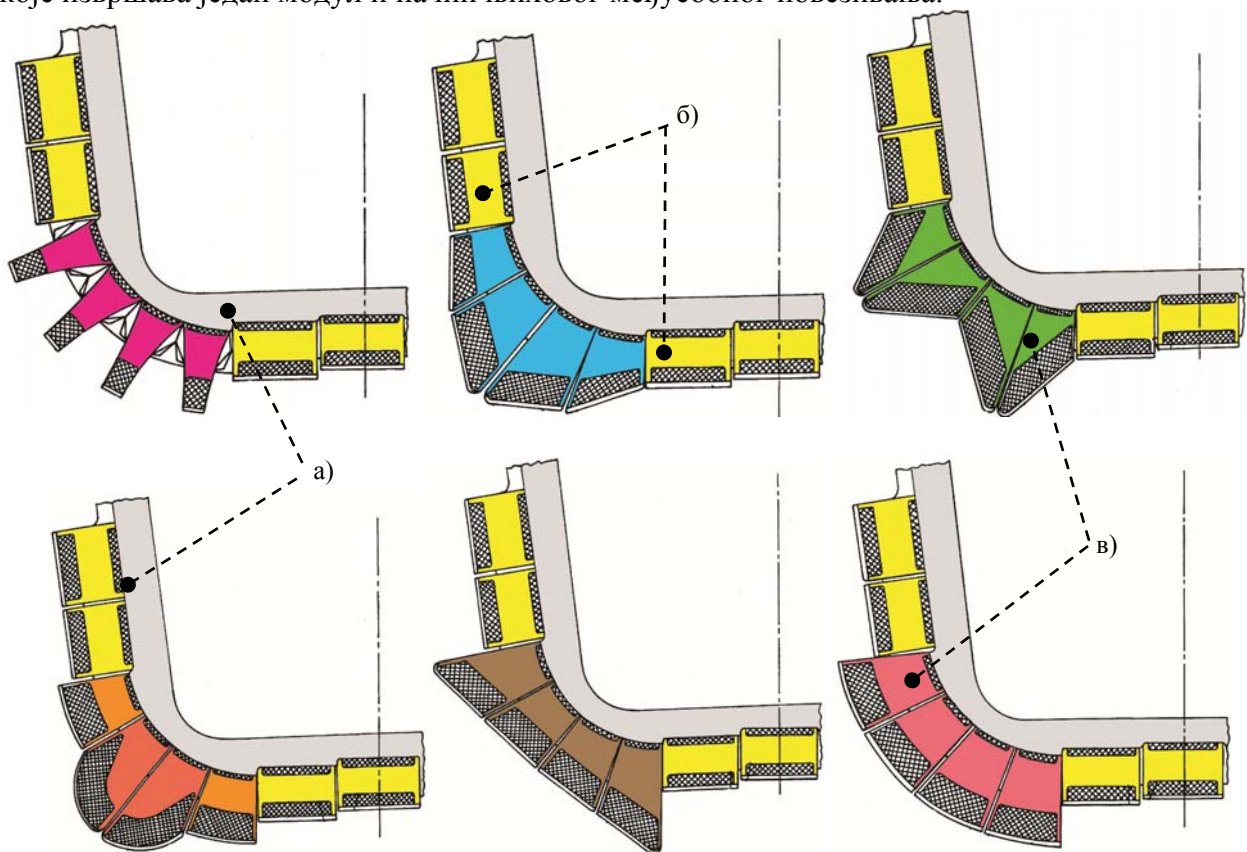
Модуларно конструисање је проширени приступ типизације и унификације на машинске системе вишег нивоа комплексности. Сложенији машински системи се при конструисању разлажу на шире целине – модуле. Они се формирају тако да се међусобно могу компоновати на различите начине. Различитим комбинацијама добијају се различити машински системи. Модули, као основни елементи, израђују се у већим серијама, а затим се различитим комбинацијама добијају различити машински системи у малом броју комада. На овај начин се решава проблем економичности производње машинских система који се израђују у различитим варијантама, али у малим серијама. Са становишта примене интегрисаног приступа конструисања резних елемената веома је важно да се дефинисање виртуелних модела резних елемената, било да се они посматрају кроз варијантна решења или крајње усвојено решење, базира управо на основним начелима примене допунских критеријума конструисања.

Табела 3. Примена модуларности у развоју резних елемената

Категорија модуларне архитектуре	Теоријска шема повезивања	Опис категорије	Примена у развоју резних елемената
Заједничка компонента		Иста модуларна компонента, уграђује се у више различитих производа	Склоп модуларног резног елемента се користи на више типова конструкције ведрице
Заједничко језгро		Примењује се иста основа, на коју се уграђују различите компоненте у зависности од концепта производа	Конструкција носача резног елемента се користи као основа за више резних врхова
Скалирана компонента		Користи се иста конструкција, при чему су у различитим производима, користи тако што јој се варирају одговарајуће димензије	На бази оновне конструкције носача и резног дела, омогућава се примена на различитим ведрицама, типовима багера и стенским материјалима
Заједничка основа		Повезивање различитих модула врши се на истој основној конструкцији	Различити облици и димензије резних елемената се модуларно компоњују на истој конструкцији ведрице
Регионална модуларност		Обезбеђује се могућност међусобног повезивања више компоненти на различите начине	Примена истих модула резних елемената, који међусобним повезивањем на различите начине образују резне зубе, нож ведрице, комплетан резни фронт итд.
Миксована модуларност		За нове компоненте или њихово повезивање користе се добре особине предходних категорија.	Примена која подразумева прилагођену комбинацију предходних модуларних архитектура

Примена типизације, унификације и модуларног конструисања у суштини се своди на дефинисање фамилије производа. Постоје два основна приступа у дефинисања фамилије производа. Први приступ је одозго на доле (проактивна платформа), која обухвата развој фамилије производа, засновану на платформи производа и њених деривата. Други приступ је приступ одоздо на горе (реактивни редизајн), у оквиру кога се реконструише или консолидује група различитих производа, применом стандардизације појединих компоненти у циљу унапређења економских ефеката. На тај начин фамилије производа се могу поделити на два основна типа: фамилије засноване на модулим и фамилије засноване на параметризацији димензија.

Код фамилије производа засноване на модулима (конфигурабилне), чланови фамилије се генеришу додавањем, заменом и/или уклањањем једног или више модула са платформе. Модуларно конструисање заснива се на изградњи блокова са специфичним интерфејсом који се могу повезати на различите начине, чинећи при томе различите конструкције. Када се говори о модулима, говори се о два њихова битна аспекта. То су број функција које извршава један модул и начин њиховог међусобног повезивања.



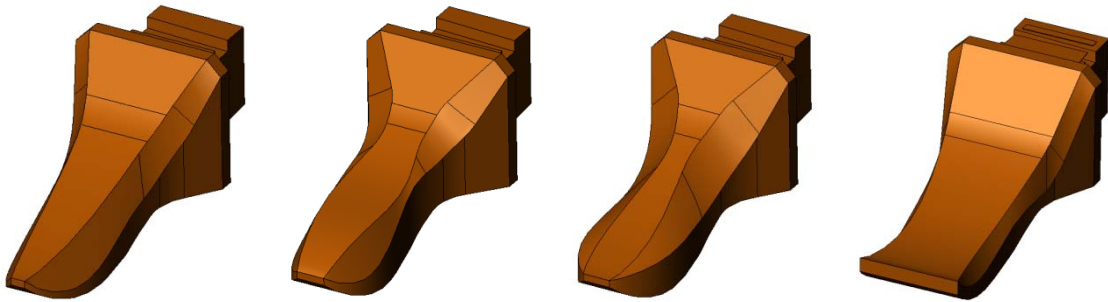
Слика 3. Концепт примене модуларних резних елемената на ведрици багера континуалног дејства

Примена концепта модуларног конструисања у оквиру интегрисаног развоја резних зуба, има велики број предности које се огледају у мањим трошковима развоја и мањим трошковима израде, уз истовремено унапређење процеса копања и повећање експлоатационог радног века.

Применом модуларног конструисања скраћује се време лансирања нове (модуларне) конструкције резног зуба, развојем само одређених компоненти. Такође, омогућава се паралелизација тимова и примена конкурентног инжењеринга, док се у исто време конструкција резног зуба “прилагођава” великом броју различитих захтева и индивидуалним потребама корисника. Варијантност, која се може јавити током разматрања потпуно нове конструкције резног зуба у производњи или у развоју,

применом овог концепта обезбеђује се брже решавање проблема и подешавање процеса. Већа ефикасност административних послова управљања техничко технолошком документацијом уз повећање ефикасности у пословима логистике, снабдевања и пословима рационализације добављача, али и боље управљање залихама и складиштењем су побољшања која се огледају у помоћним и пратећим процесима током модуларног развоја и експлоатације резних зуба.

Примена модуларног конструисања приказана на слици 3, односи се на унапређење перформанси резања и копања комплетног склопа ведрице. Унапређење се постиже на тај начин што се врши прилагођавање нападне линије резања постојећим условима и технологији рада багера, тако што се монтирају различити модули резних елемената, при чему се задржава иста конструкција ведрице. На слици је приказана ведрица (а), на којој се, у зависности од потребе, монтирају сегменти који формирају нож ведрице (б), и модуларни елементи који појединачно или у склопу чине резне зубе (в). Са друге стране, применом модуларног приступа конструисања на слици 4., је приказана фамилија резних врхова, који се могу уграђивати на истој ведрици, са исте стране ведрице или комбиновати у зависности од карактеристика материјала који се ископава итд., при чему се у основи користи исти технолошки процес производње, развоја, монтаже итд.



Слика 4. Пример фамилија резних делова модуларног зуба

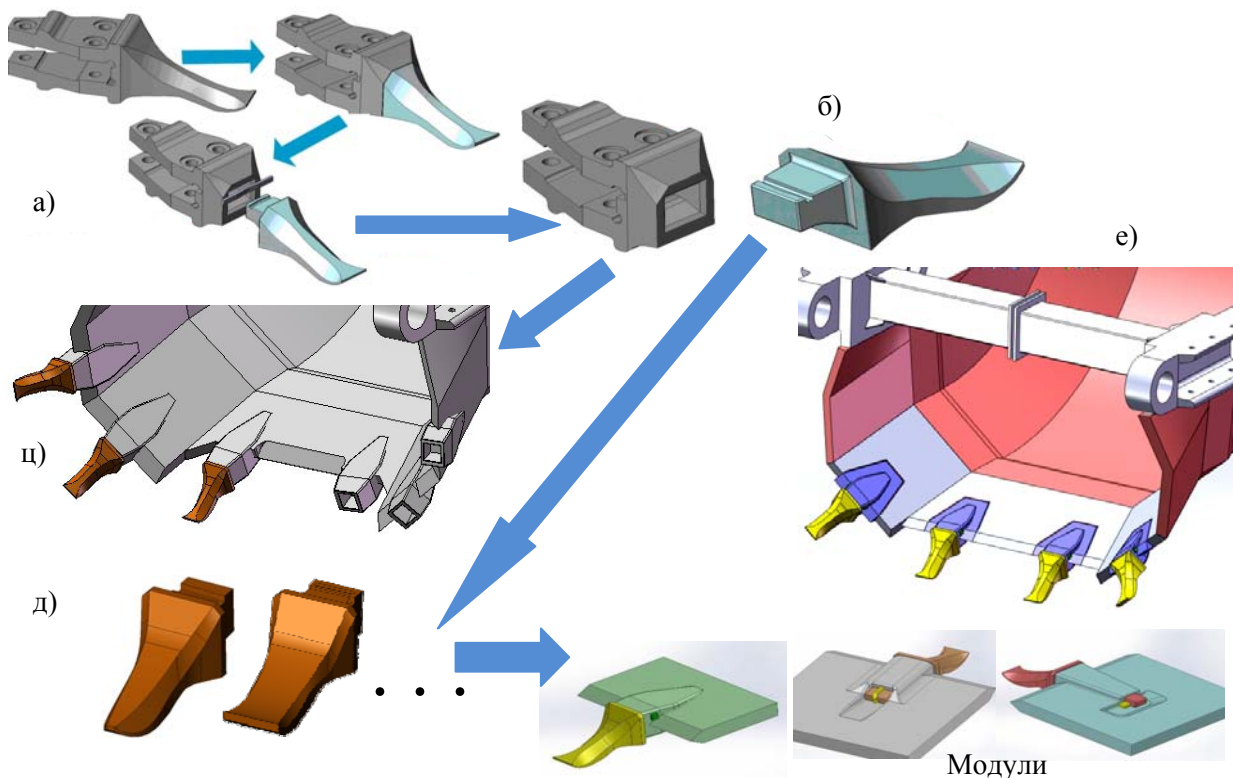
Повећање броја варијанти резних елемената и смањење времена развоја нису једине предности модуларног конструисања. Једна од главних предности јесте и смањење трошкова везаних за сам процес развоја. Такође је значајно уочити да се параметарским конструисањем и применом принципа модуларности постиже и то да се на основу жеље корисника процес конструисања не враћа на почетак, већ само у одређене завршне фазе које су уз примену савремених *CAD* алата аутоматизоване. Примена наведеног приступа омогућује да се конструисање резних елемената почне реализовати већ у фази разговора са будућим корисником. То значи да се на основу захтева корисника, који се уносе као иницијални параметри конструкције, процес конструисања конкретног решења реализује потпуно аутономно до нивоа спецификације стандардних компоненти и техничке документације, практично све што је потребно за лансирање производње и процену цене коштања. На овај начин производња резних елемената по захтеву, без обзира на њену техничку сложеност, може да се реализује веома брзо, уз минималне трошкове конструисања персонализованог решења. Оваквом брзином реаговања на жеље корисника практично се успоставља нови приступ за ефикасну и ефективну реализацију производа – *rapid to market* концепт. Поред тога, врло значајан моменат је и минимизација простора за стварање грешке, јер је већина процеса аутоматизована и вођена применом рачунара.

## 4. СУШТИНА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

На слици 5.а приказана је примењена структура развоја модуларне ведрице. Формирање основне концепције базирано је на постојећем конструкционом решењу ведрице и резних зуба (слика 5.а). На тај начин формирају се две конструкционе целине, резни део и носач резног дела, што је приказано на слици 5.б. Раздвајањем се постиже дубља анализа појединачних конструкционих проблема, јер су оптерећења и ограничења у оба случаја потпуно различити.

Следећи корак је решавање проблема конструкције ведрице (слика 5.ц), која се заснива на сједињавању ножа ведрице и носача резног дела зуба. Основни циљ је уклањање постојећег масивног држача из употребе, заменом специјалних држача, који би се одговарајућом технологијом ливења израђивали заједно са једним делом ножа ведрице. Тиме се постиже не само боља конструкција са аспекта носивости, већ и са аспекта резања стенског материјала, монтаже и демонтаже резног елемента, одржавања ведрице и др. Са друге стране, упоредо се решава проблематика резног дела (слика 5.д) са аспекта оптимизације, типизације и применом концепта модуларног конструисања. То доприноси бољем прилагођавању појединачних резних елемента условима копања. Такође, омогућава се примена различитих облика и врста резних врхова на истој ведрици багера.

Крајњи концепт модуларне ведрице приказан је на слици 5.е



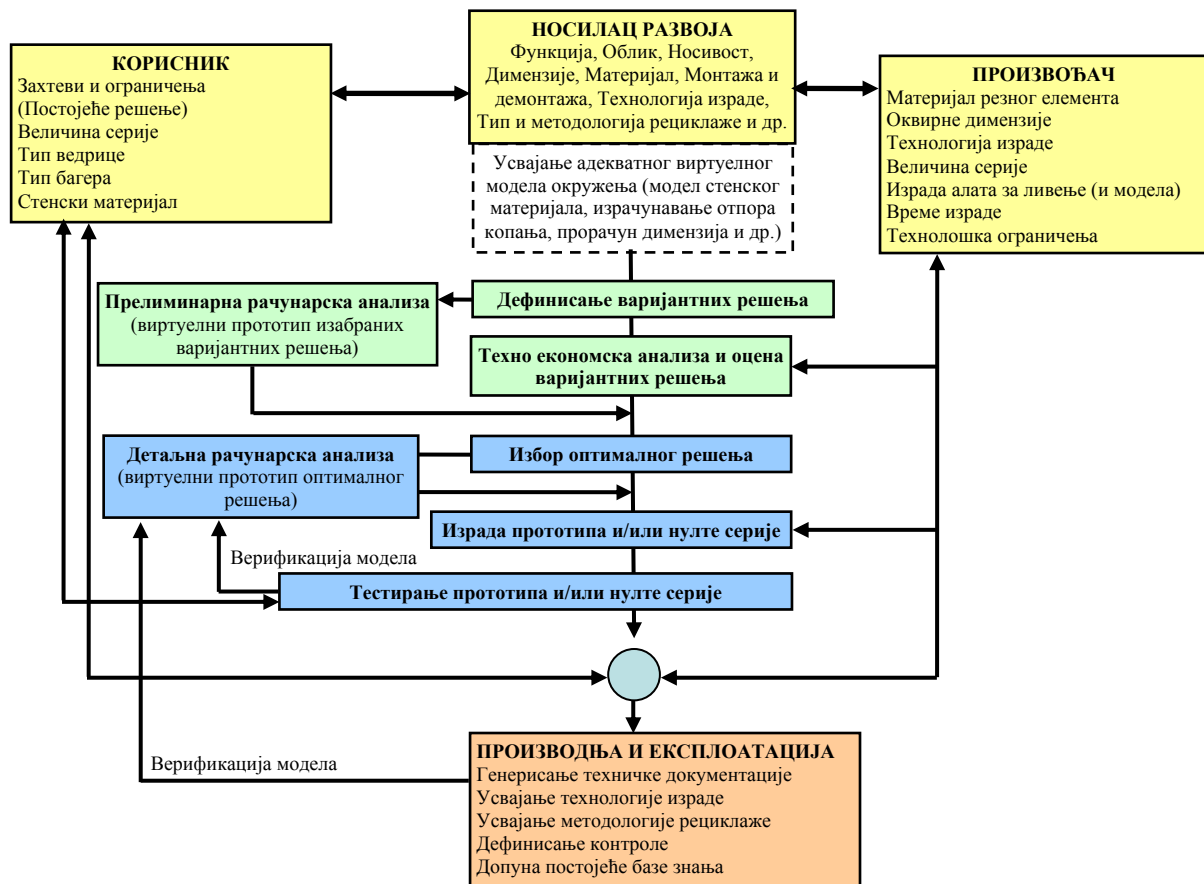
Слика 5. а), б), ц), д), е) Структура решавања проблема реализације модуларне ведрице за багер ведричар



## 5. ДЕТАЉАН ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

### 5.1 Усвојена методологија развоја техничког решења

На слици 6., шематски је приказан поступак који је коришћен за развој техничког решења прототипа модуларне ведрце ИПТР35037, за багер ведричар *ERS1000*. Приказани поступак заснива се на примени интегрисаног конструисања, при чему информатичку базу чине интегрисани *CAD/CAE/CAM* алати. Примењеним поступком су обухваћени сви процеси од дефинисања пројектног задатка (потребе корисника), па до израде физичког производа и његове монтаже на багер.



Слика 6. Шематски приказ поступка интегрисаног развоја техничког решења ведрце за багер ведричар

### 5.2 Техничке карактеристике решења

Индустрijски прототип ведрце ИПТР35037 за багер ведричар, у основи састоји се из два основна дела. То су:

- А. челична конструкција ведрце (слика 17.а)
- В. модуларни склоп резног елемента (слика 10 и слика 17.б)

Као основа је искоришћена постојећа конструкција ведрце, тако да је запремина ведрце, димензије и облик резне ивице ножа, везивање за вучни ланац багера, и технологија



израде заваривањем остала непромењена. Унапређења се односе на начин везивања, осигурања, монтаже и гемотрије резних елемената. Уместо постојећи једноделних резних елемената, који су се везивали са три вијка, убачени су модуларни сегменти. Сваки модуларни сегмент састоји се из три основна дела, и то:

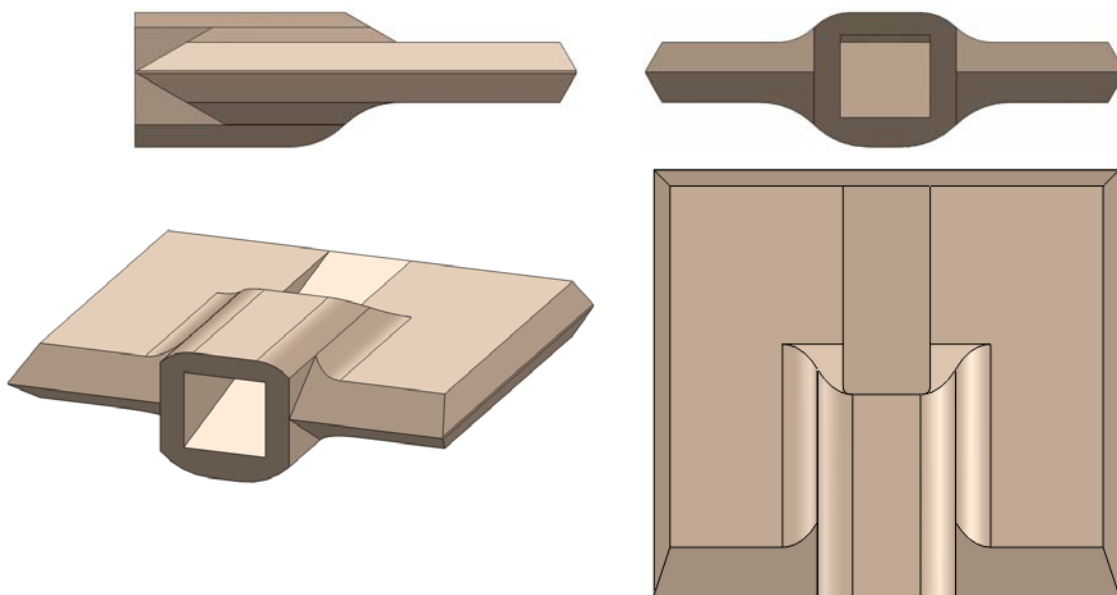
1. Модуларни носач
2. Резни део
3. Осигурач

**Модуларни носач** резног дела (слика 7.), који се имплементира у конструкцију ведрице. Имплементација се изводи заваривањем, тако да након монтаже, модуларни носач и ведрица чине неодвојиви део. Предњи део носача, изведен је као наставак ножа ведрице. Након монтаже на ведрицу, предвиђено је да се изврши наваривање у склопу (нож ведрице и предњи део носача као наставак ножа ведрице). Носач је са бочних страна изведен тако да буде погодан са аспекта заваривања за ведрицу. Носач у централном делу садржи отвор у који се убације резни део.

Укупна маса модуларног носача је 27 кг, док су његове габаритне димензије 320 x 295 x 90 мм.

Модуларни носач је предвиђен да се израђује ливењем, према предходно усвојеној технологији ливења (слика 11.). Након ливења, врши се завршна обраду чишћења унутрашњег канала за смештај резног дела зуба.

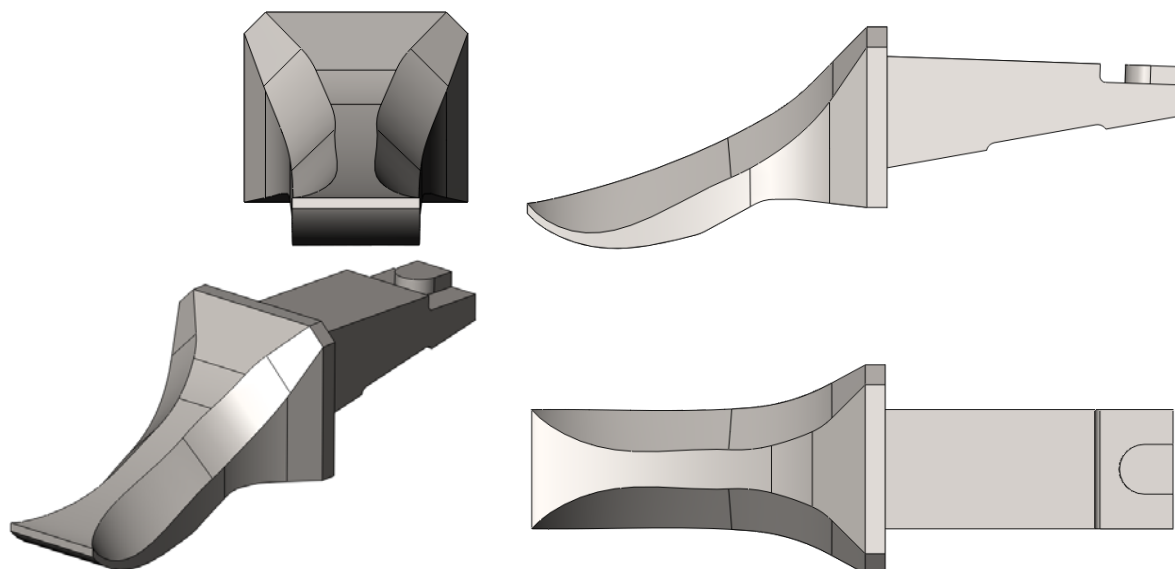
Обзиром на примену коцепта модуларности, носач се са незнатним корекцијама може имплементирати у различите контрукције ведрице.



Слика 7. Модуларни носач

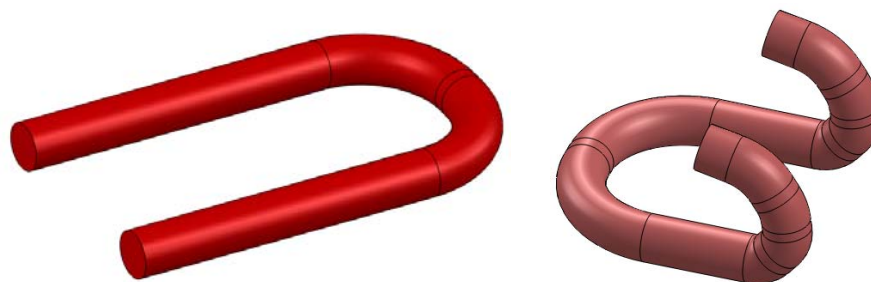
**Резни део зуба** (слика 8.) састоји се из два дела. Предњи део, односно врх има исту резну геометрију као постојећи резни зуби, са тим што је извршена унификација, тако да нема поделе на леве и десне резне зубе на ведрици. Задњи део зуба изведен је у облику трна, који се монтира у унутрашњи канал носача и делимично пролази криз њега. Дуга дршка обезбеђује већу налегајућу површину, а са тим и већу носивост решења у целини.

Укупна маса резног дела је 6.2 кг, док су његове габаритне димензије 323 x 105 x 89 мм. Током рада, резни део зуба се хаба и мења.

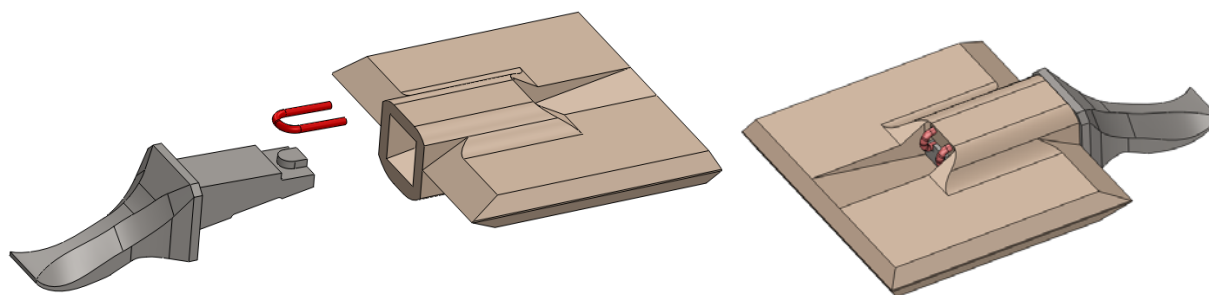


Слика 8. Резни део

**Осигурач** (слика 9.) служи да обезбеди склоп носач-резни део од испадања. Осигурач се везује са задње стране на резни део, чиме се ограничава кретање резног дела у односу на носач, тако што се током монтаже крајеви осигурача савијају. Осигурач је изведен помоћу жице  $\varnothing 8$ , дужине 150мм. Осигурач је намењен за једнократну употребу, и током замене резног дела се сече и убацује други (слика 10.).



Слика 9. Осигурач а) Немонтиран б) монтиран



Слика 10. Принцип замене и осигурања резног дела

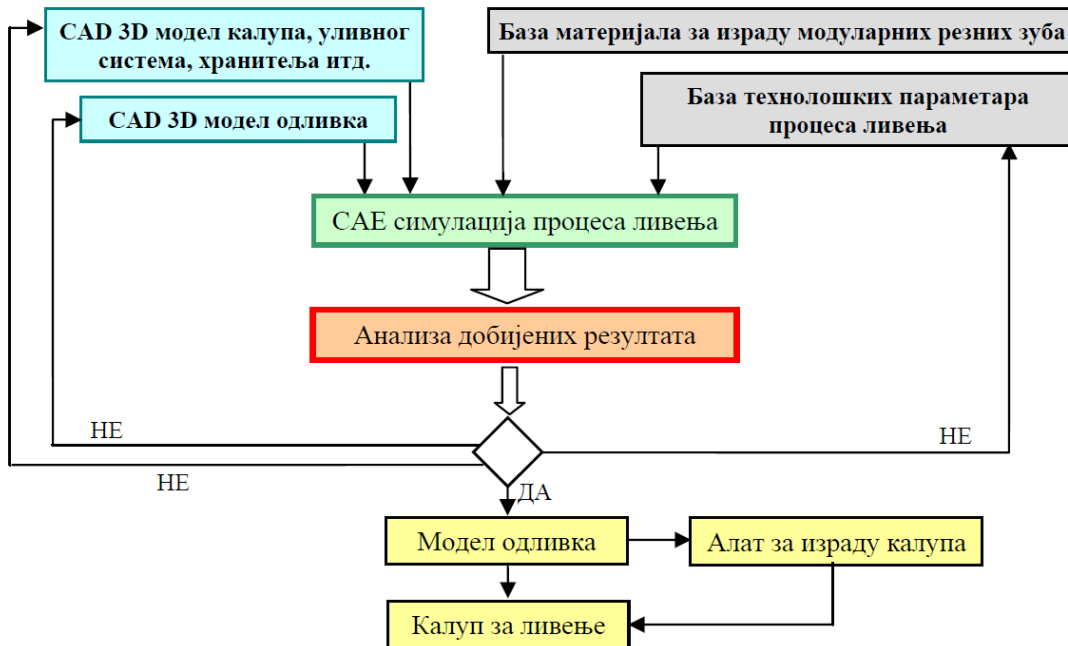
### 5.3 Технологија израде и монтаже ведрце

Као основна технологија израде модуларног сегмента ведрце усвојена је технологија ливења у песку. При пројектовању технологије ливења, тежиште је стављено на елиминисање настанка грешака у одливку, било видљивих или невидљивих, због тога што оне могу бити главни узрочник лома одливка у процесу експлоатације. Да би

се могао добити одливак потребних техничко технолошких карактеристика, извршена је анализа у три кључна сегмента:

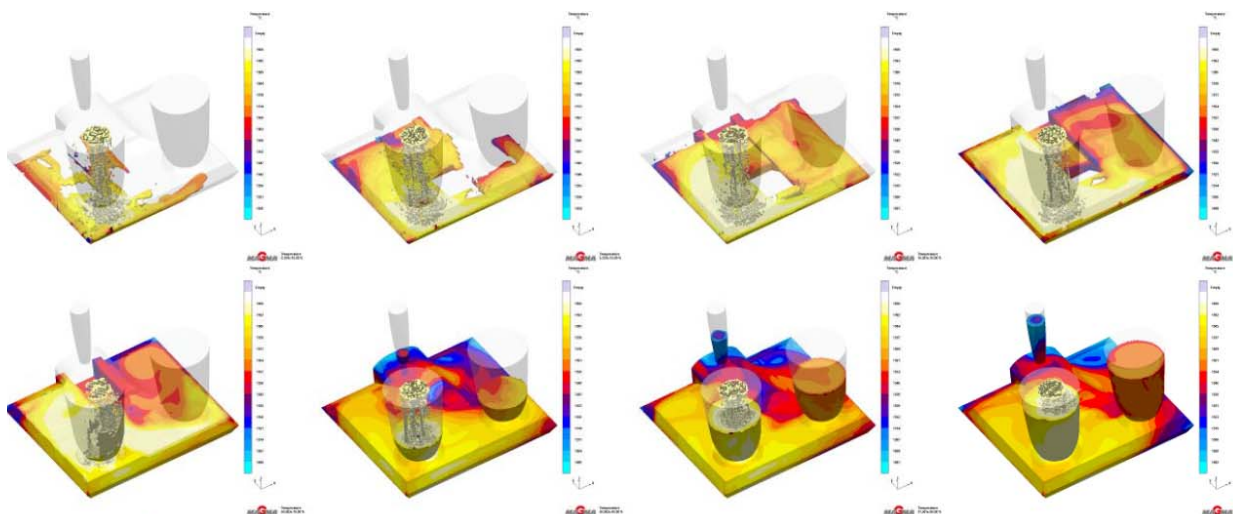
- 1) Анализа технолоичности ливења
- 2) Дефинисање методе ливења и методологије израде калупа за ливење
- 3) Дефинисање технолошких параметара лива

На слици 11., приказана је шема на бази које је извршен избор и подешавање технологије ливења модуларног сегмента

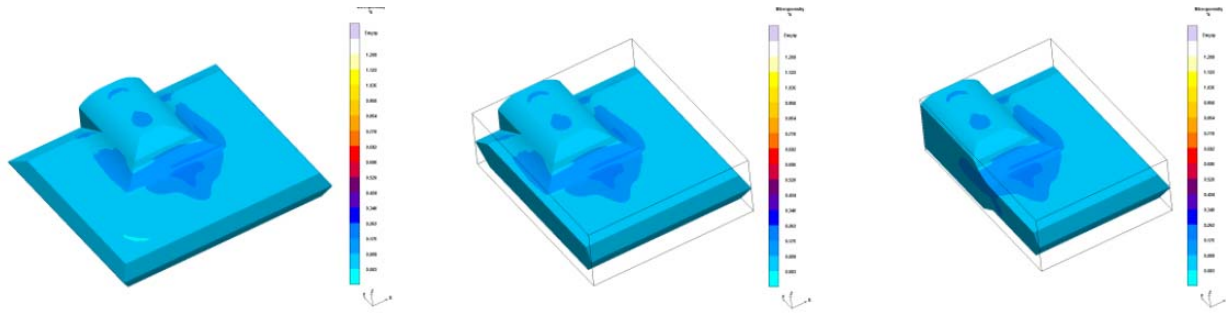


Слика 11. Методологија анализе технолоичности усвојене конструкције модуларног сегмента, и подешавање параметара ливења применом одговарајуће симулације

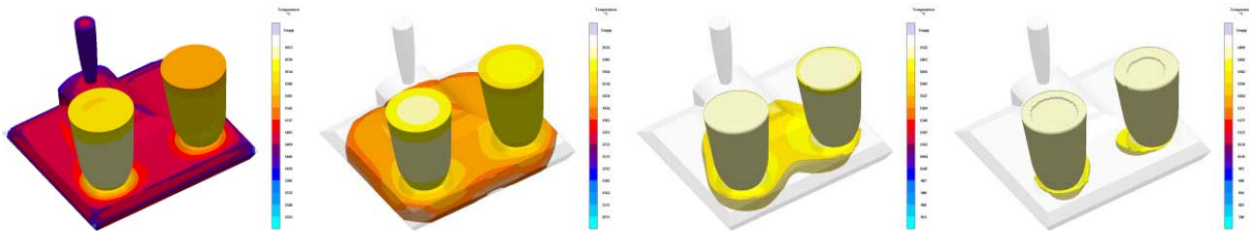
На сликама 12., 13., и 14., приказани су неки од резултата који су добијени током анализе технолоичности конструкције и симулације процеса ливења модуларних сегмената ведрице.



Слика 12. Анализа пуњења калупа одливка – склоп калупа модуларног сегмента ведрице



Слика 13. Анализа микропорозности модуларног сегмента



Слика 14. Критеријум очвићавања

Након подешавања технологије ливења и избора технолошких параметара, изведено је одливање и завршна обрада одливака, што је дато у табели 4. У табели 5., приказани су усвојени параметри технологије ливења за резни део зуба.

Табела 4. Припрема и израда делова модуларног сегмента

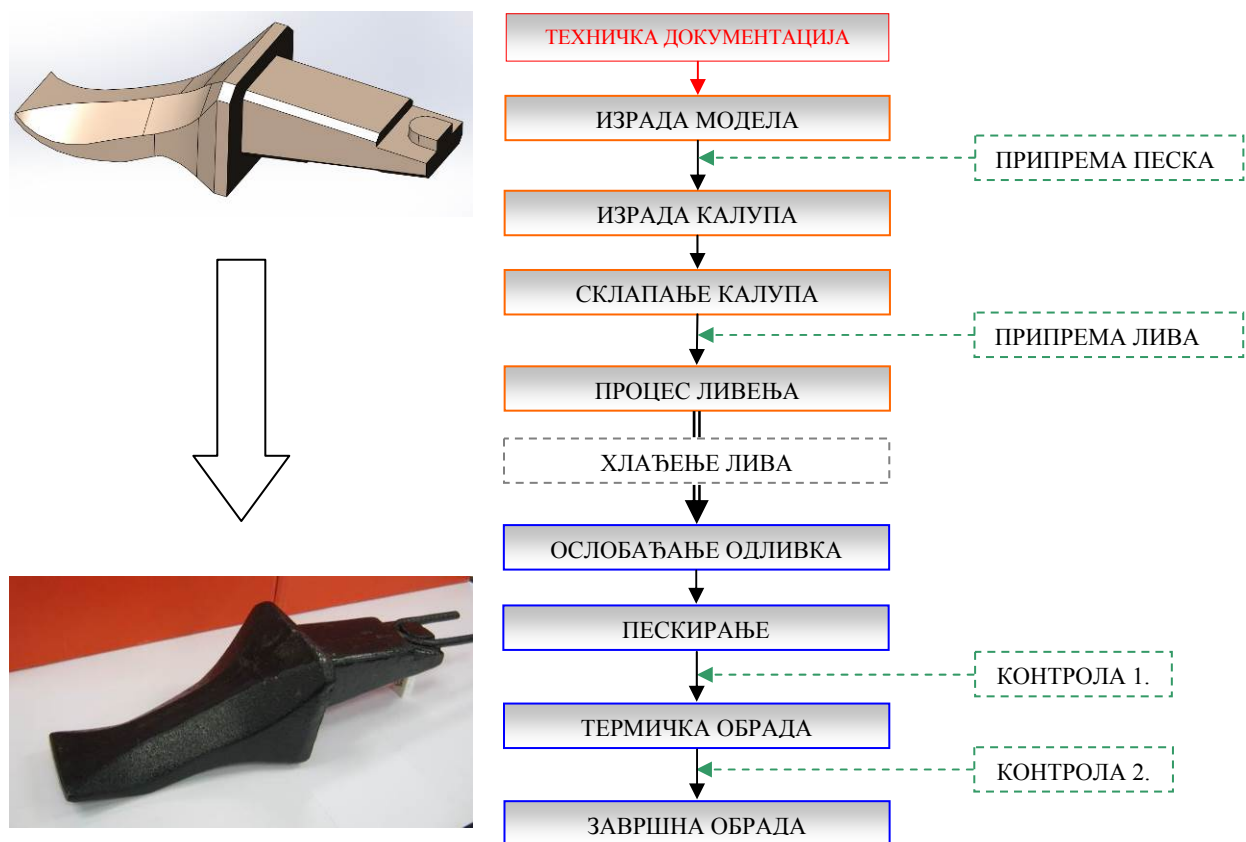
<p>А. Припрема модела за калуп резног дела и модуларног сегмента</p>			
<p>Б. Израда пешчаних калупа и припрема ливења</p>			
<p>Ц. Ливење, хлађење и вађење одливка из калупа</p>			
<p>Д. Завршна обрада одливака</p>			



Табела 5. Подаци за ливење резног дела

Материјал одливка:	X120Mn12 (ХРОМОСИЛ)
Хемијски састав материјала	C=0.3-0.4%, Si=1.4-1.7%, Mn=1-1.4%, P <sub>max</sub> =0.020%, S <sub>max</sub> =0.020%, Cr=1.25-1.5%, Ni=0.4-0.6%, Mo=0.17-0.22%
Калупа за ливење:	Калуп је од: CO <sub>2</sub> песка Калуп се премазује: цирконским премазом
Почетна температура лива:	t=1560-1580°C
Ливање:	Гравитацијско, у пешчани калуп
Врста лонца:	Нагибни лонац

Припрема и израда модуларних сегмената ведрице (носача и резног дела), реализована је сагласно шеми датај на слици 15.



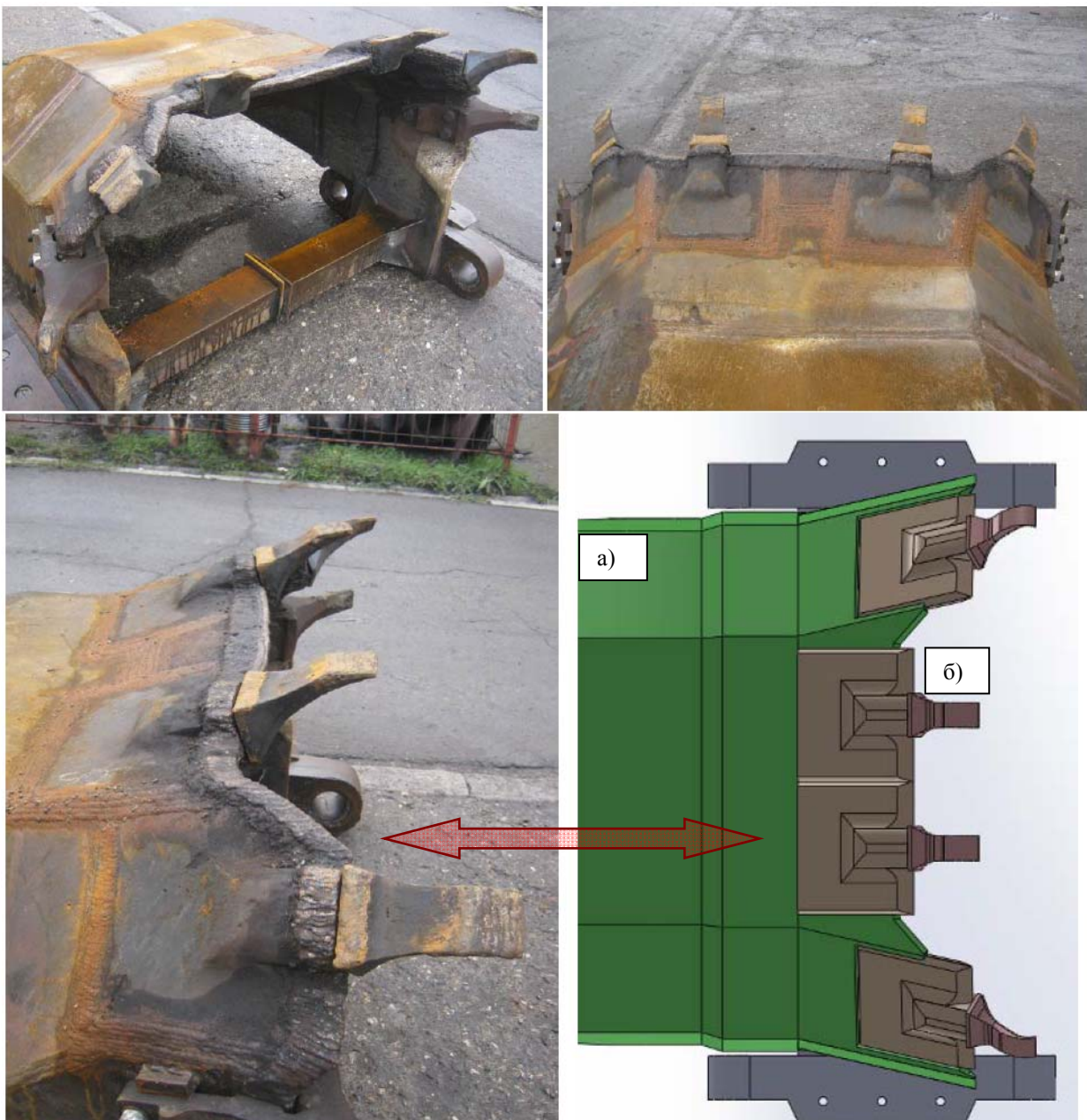
Слика 15. Шематски приказ израде модуларног сегмента ведрице

Након процеса ливења и завршне обраде, врши се припрема и заваривање модуларног носача за ведрицу, како би се добила једна нераздвојива целина. У случају развоја техничког решења - индустријског прототипа модуларне ведрице, искоришћена је постојећа ведрица, која је исечена и припремљена за убацивање модуларног носача. Задржавајући геометрију ведрице, као и исти начин везивања ведрице за багер и њено ојачање, извршена је уградња одливених модуларних сегмената на ведрицу, што је приказано на слици 16. и слици 17. На слици 18., приказана је ведрица монтирана на багеру током експлоатационог испитивања.

У будуће, ведрице ће у самом поступку израде бити прилагођене за постављање различитих модуларних сегмената.



Слика 16. Припрема постојеће ведрце багера ведричара



Слика 17. Индустијски прототип модулрне ведрце припремљен за експлоатационо испитивање и одговарајући полазни солид модел





Слика 18. Индустрijски прототип ведрице монтиран на багер и тестирање у експлоатационим условима

#### 5.4 Анализа цене коштања модуларног сегмента

Трошак замене резних зуба код примене модуларног решења, обухвата следеће трошкове:

1. Трошак набавке и уградње модуларног носача резног дела
2. Трошак набавке резног зуба
3. Трошак завршне обраде резног зуба који се реализуј на површинском копу
4. Трошак осигурача
5. Трошак радника и материјала који учествују у замени резних зуба
6. Трошак наваривања тврдог слоја (панцирање)
7. Остали трошкови везани за време стајања багера, манипулацију и складиштење резних зуба итд.

Трошак набавке у уградње модуларног носача, није трошак који би се везивао за трошак замене резних зуба. Носач се уграђује у предходно припрељени део ведрице, тако да трошкови везани за овај део су трошкови везани за замену ведрица. Трошак израде и уградње носача, у поређењу са класичним извођењем ведрице би био занемарљиво већи.

Под претпоставком да би се мењао исти број резних елемената, односно 1200 ком годишње, при чему је цена једног резног зуба 2.5€/кг, односно  $6.2 \times 2.5\text{€} = 16\text{€}$ , укупан трошак набавке резних зуба би био  $1200 \times 16 \text{€} = 20.000\text{€}$ . Усвојено је да се комплетна количина годишње потребе зуба уводи као нова без репарирања, јер је цена набавке новог зуба, мања од цене његове репарације. Обзиром на конструкционо извођење, машинска обрада нових резних елемената, би била минимална и не би износила више од 2€/ком, односно укупно  $1200 \times 3 \text{€} \sim 4.000\text{€}$ .

Осигурач је израђен од арматурне жице  $\varnothing 8$  мм и дужине 150мм, па је његова укупна маса приближно 0.06кг/ком. Цена арматурне жице је 0.8€/кг, па је цена материјала осигурача приближно 0.05 €/ком. Ако се укључи и цена израде, односно сечења и савијање, укупна цена осигурача је приближно 0.1€/ком. Годишња потреба је 1200 ком, па уз расход од 10%, укупан трошак осигурача би био  $\sim 150\text{€}$ .

Експлоатационим испитивањем, утврђено је да демонтажа постојећег и монтажа новог резног зуба може да се реализује за 5мин, односно 0.1нч, при чему је потребан само један радник. Обзиром да нема предходне припреме нити заваривања, монтажу и демонтажу резног зуба може извести полуквалификован радник, па ако се усвоји вредност од 3,5€/нч, трошак замене свих зуба на годишњем нивоу је  $1200 \times 0.1 \times 3.5 = 450 \text{ €}$ .

Имајући у виду све предходно наведено, укупан трошак за израду, монтажу и демонтажу нових резних елемената на модуларним ведрицама, у укупној количини од 1200 ком годишње, је:

**Табела 6.** Годишњи трошак замене нових резних зуба за багер ведричар ЕРС 1000

Одливени нови резни зуб:	20.000 €
Машинска дорада у погону копа:	4.000 €
Репарација коришћених резних зуба:	0 €
Трошак везе:	150 €
Трошак монтаже и демонтаже:	450 €
Остали непредвиђени трошкови 5%:	500 €
<b>УКУПНО:</b>	<b>25.000 €</b>

*Напомена:*

- Наведени трошак не изима у обзир трошкове наваривања трвдом електродом, обзиром да ни у случају постојећих резних елемената није узет у обзир
- Наведни трошак не узима у обзир трошак услед стајања багера због замене зуба. То је због тога што се њихова замена углавном одвија у времену ремонта или времену замене комплетне ведрице, па због преклапање времена нису узети у обзир као посебан трошак.

## 6. ЗАКЉУЧАК

Експлоатационим испитивањем прототипа предметног техничког решења у периоду од два месеца, у коме је прототип модуларне ведрице испитиван у експлоатационим условима на површинском копу (*закључак дат у прилогу овог извештаја*), потврђена је усвојена концепција као и низ предности које она има у односу на постојеће решење.

Предности техничког решења модуларне ведрице ИПТР35037 у односу на постојеће решење ведрице за багер ведричар ЕРС 1000, огледају се у следећем:

1. Нижи производни трошкови склопа ведрице
2. Нижи трошкови демонтаже и монтаже похабаних резних елемената у експлоатационим условима
3. Значајно краће време замене похабаних резних зуба у теренским условима
4. Обзиром на конструкцију ведрице, техничко решење има бољу резну ивице и нападне углове резања
5. Облик трошења резних зуба и ножа ведрице је током периода експлоатације веома добар
6. Трошкови везани за утрошак материјал резних зуба по тони откопаног материјала су значајно нижи

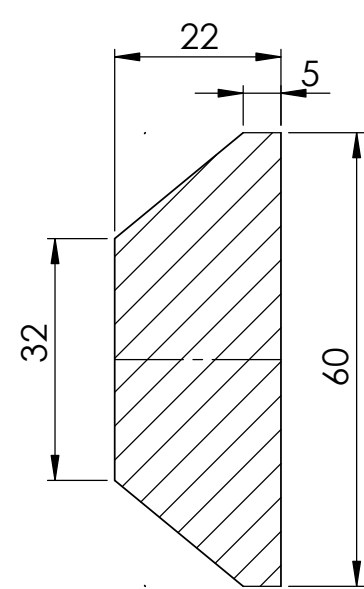
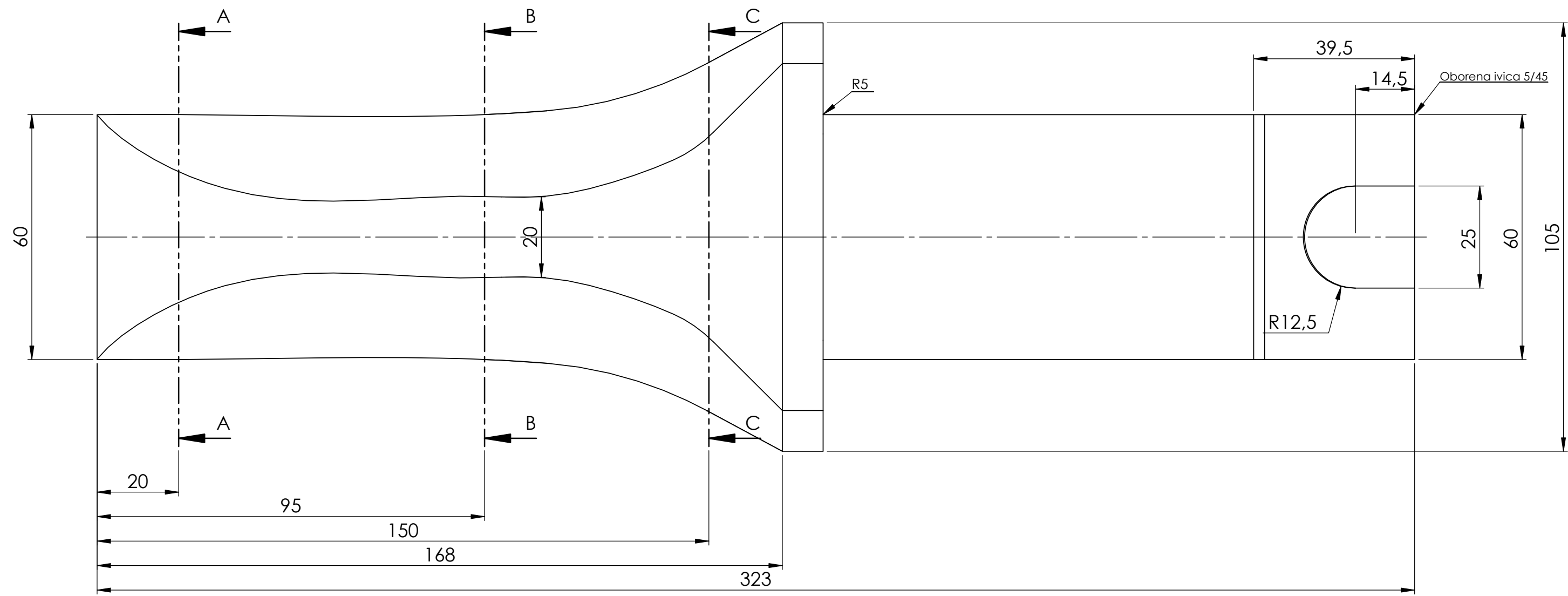
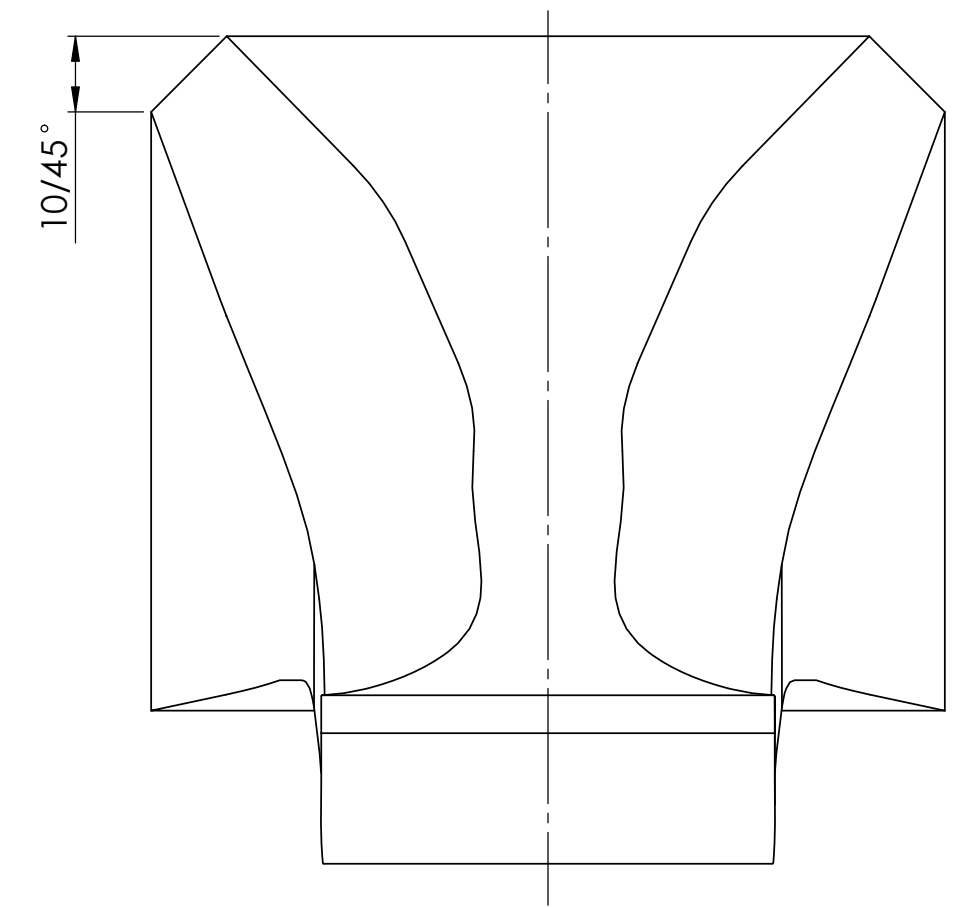
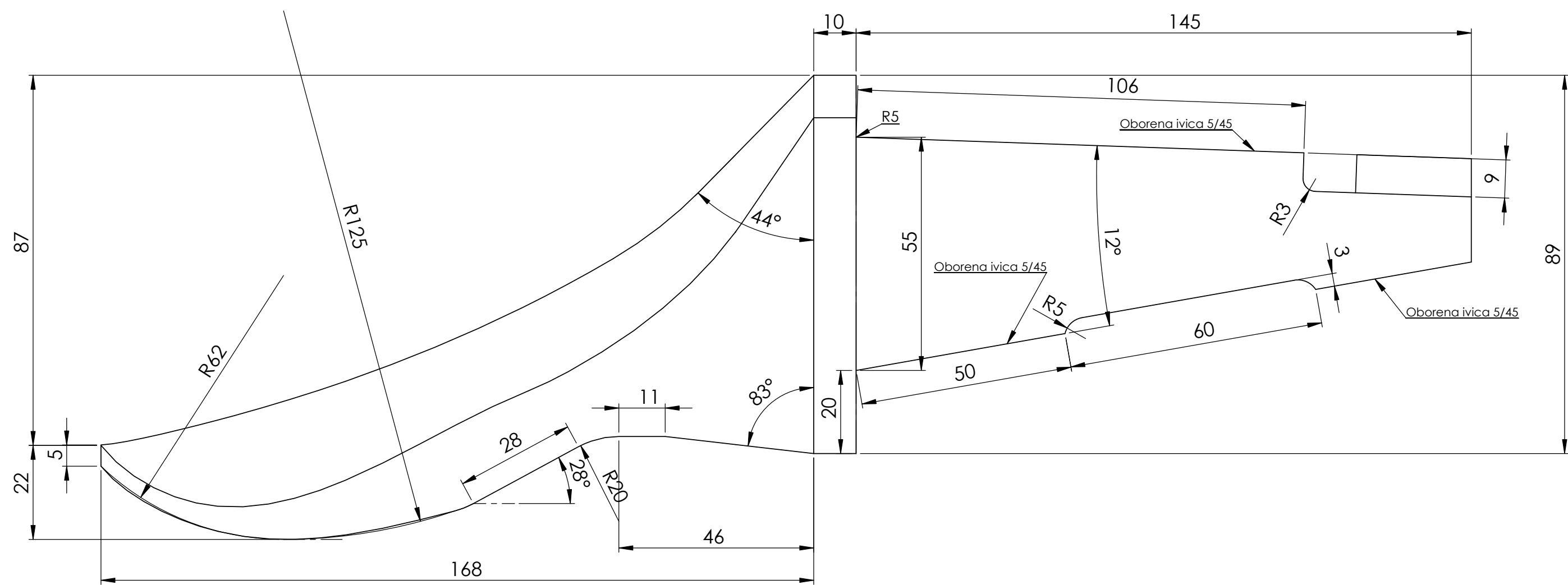
У наставку је приказана табела упоредних трошкова израде, замене и потрошње резних елемената у случају постојеће ведрице и у случају прототипа модуларне ведрице на годишњем нивоу за све ведрице на багеру ведричару ЕРС 1000.

**Табела 7.** Упоредни преглед годишњих трошкова замене постојећих резних зуба и резних зуба модуларне конструкције ведрице ИПТР35037

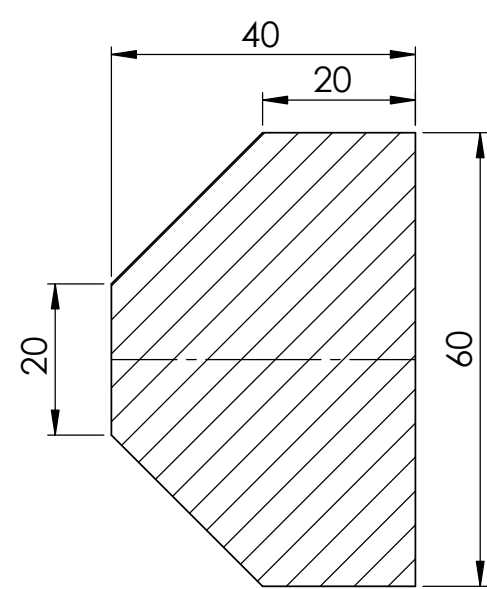
Назив трошка	Постојеће решење	Техничко решење ИПТР35037	% разлика
Одливени нови резни зуб:	36.000 €	20.000 €	-44,4%
Машинска дорада у погону копа:	16.000 €	4.000 €	-75,0%
Репарација коришћених резних зуба:	8.000 €	0 €	-100,0%
Трошак везе:	7.000 €	150 €	-97,9%
Трошак монтаже и демонтаже:	10.000 €	450 €	-95,5%
Остали непредвиђени трошкови 5%:	3.000 €	500 €	-83,3%
<b>УКУПНО:</b>	<b>80.000 €</b>	<b>25.000 €</b>	<b>-68,8%</b>

# ПРИЛОГ

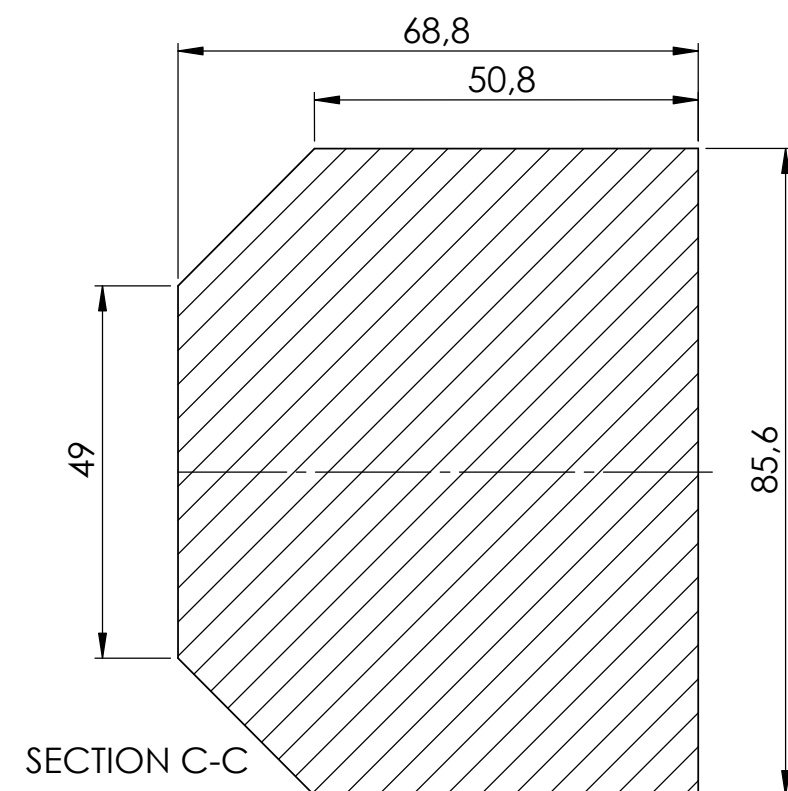
1. Техничка документација носача и резног дела
2. Извештај експлоатационог испитивања индустријског прототипа ведрине ИПТР35037



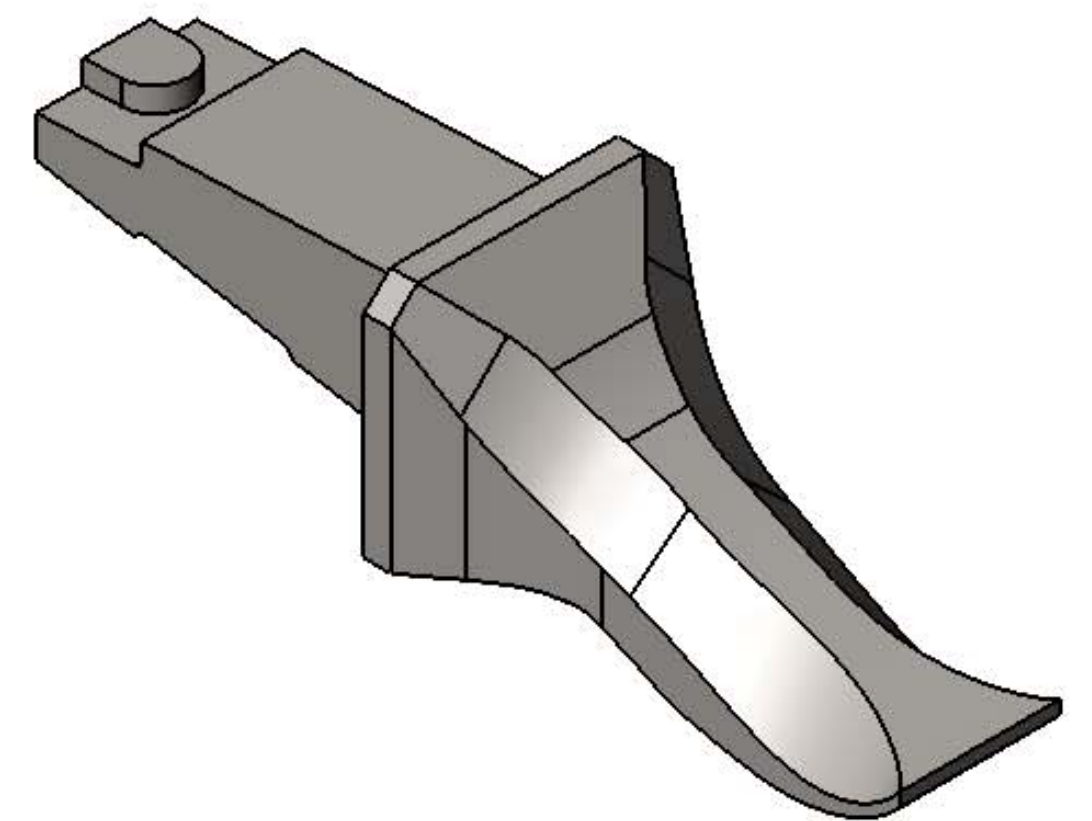
SECTION A-A



SECTION B-B

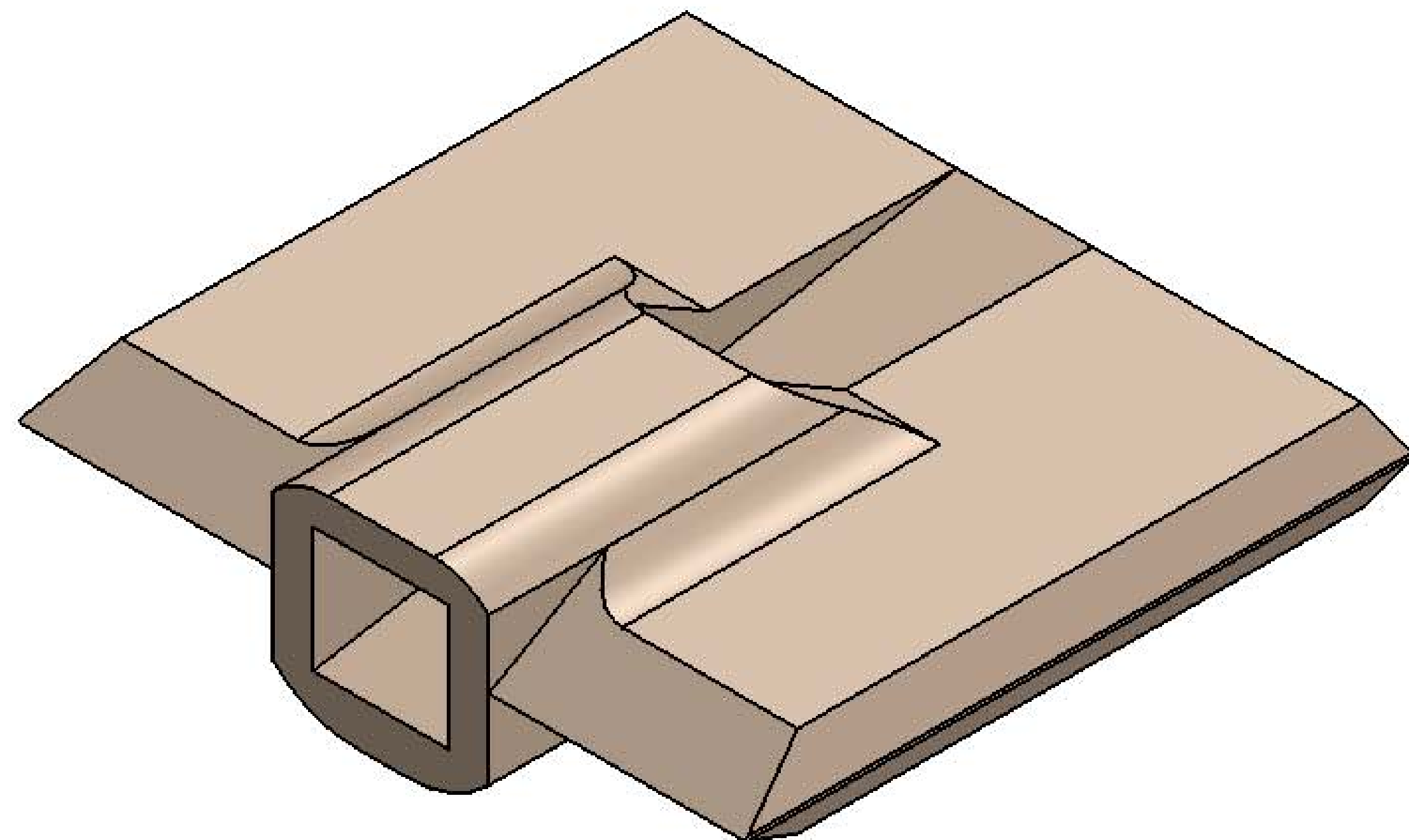
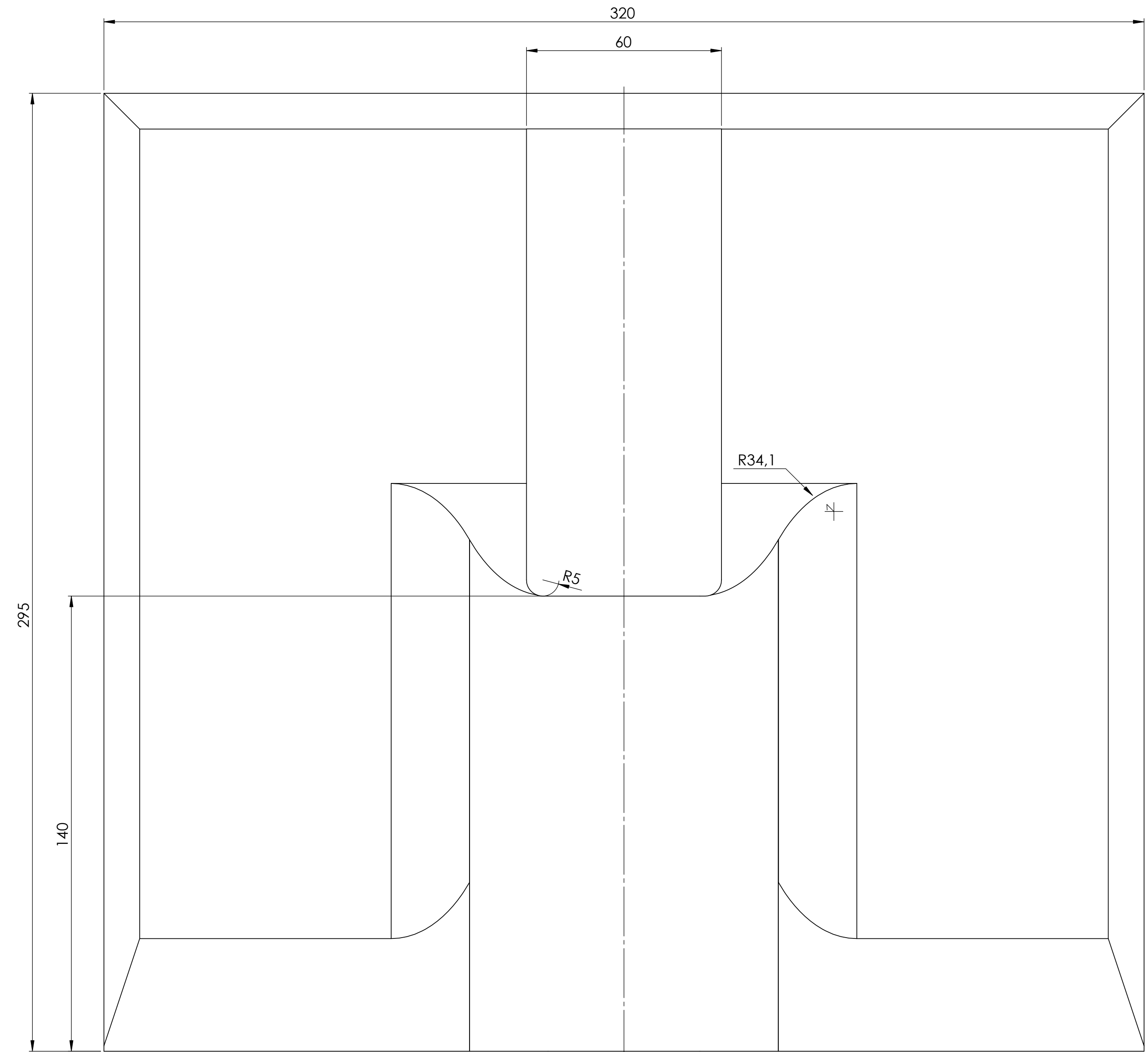
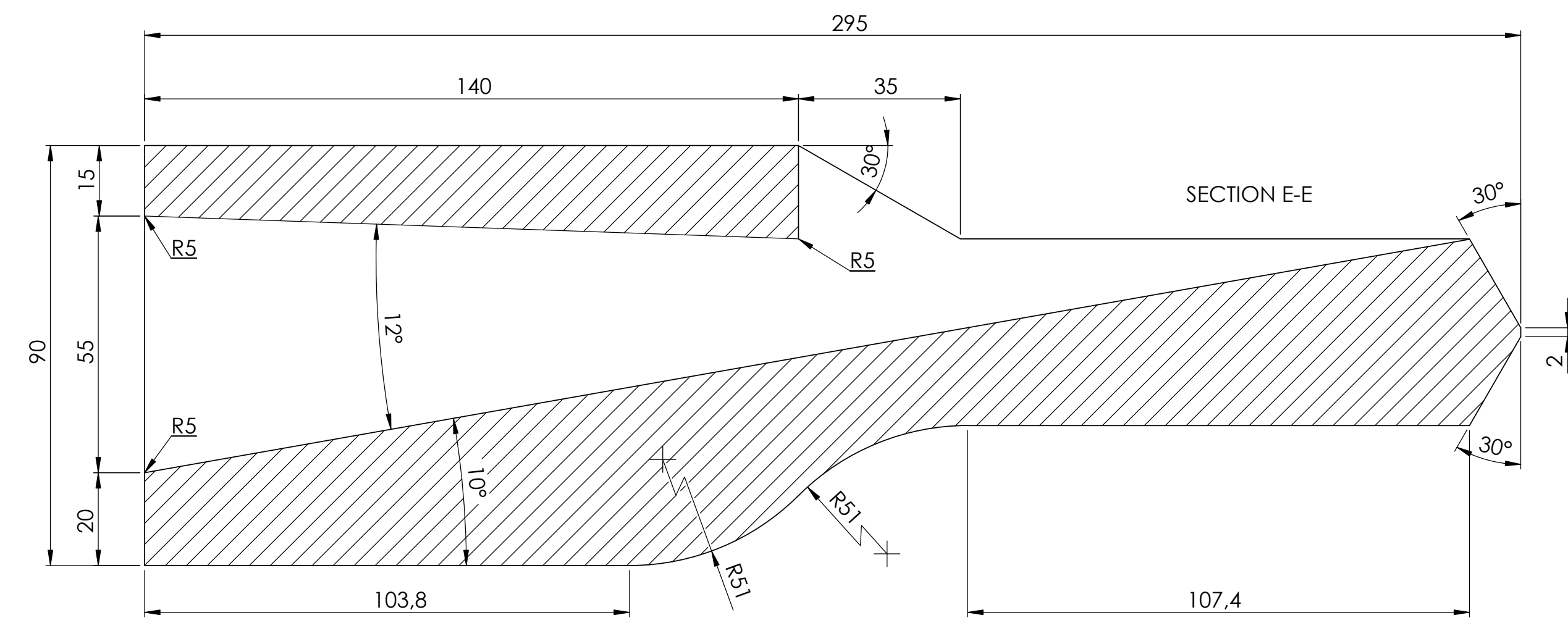
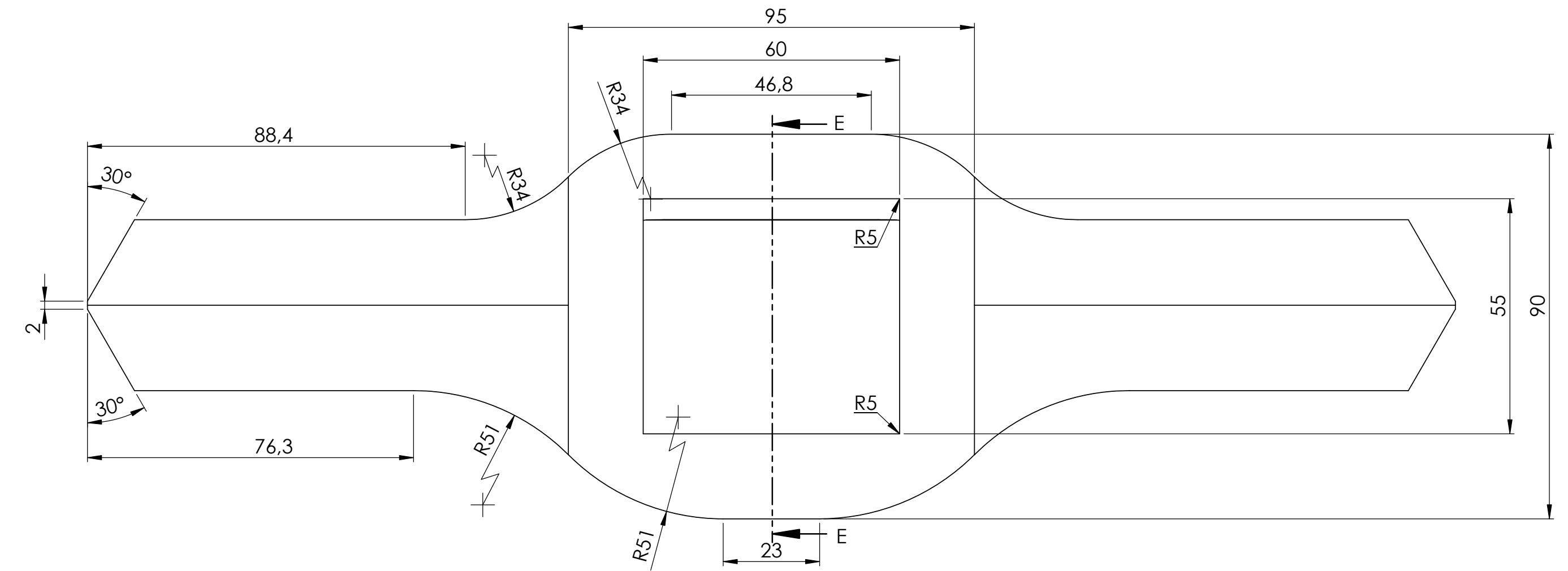
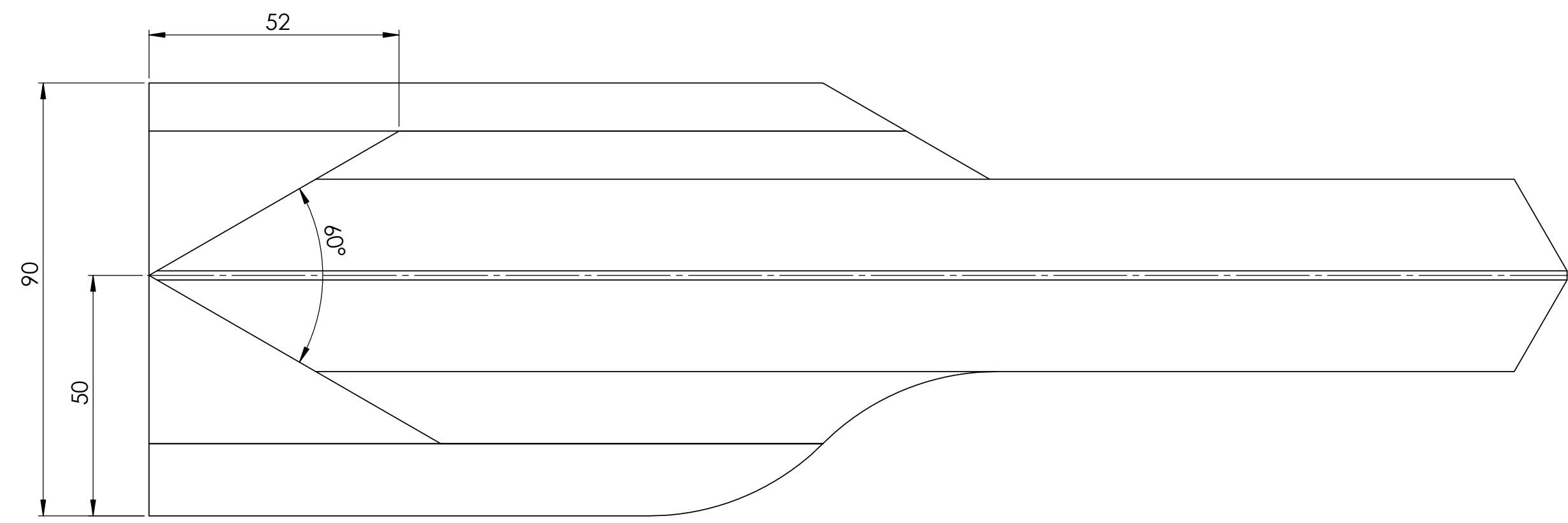


SECTION C-C



NAPOMENA: odgovara geometriji postojećegjednodelnog reznog zuba za bager vedričar

Projekat: TR35037	
Fakultet tehničkih nauka Čačak	
TITLE: Rezni deo modularnog reznog zuba za bager vedričar - V7	
DWG NO. Crtez 1.	A2
SCALE:1:1	SHEET 1 OF 2



Projekat: TR35037	
Fakultet tehničkih nauka Čačak	
TITUL: Nosač reznog dela modularnog reznog zuba za bager vedričar - V7	
DWG NO. Crtez 2.	A1
SCALE: 1:1	SHEET 2 OF 2

NAPOMENA: ostali radijusi min 3mm



Погон Тамнава Западно поље

Број: 7-26-2120

Датум: 19.03.2014

ДН

21-03-2014  
2-01-2015

**Извештај о пробном раду реконструисане ведрнице на багеру Ведричару  
ERs 1000/20 на ПК „Тамнава Западно поље“**

Пројекат Факултета техничких наука из Чачка, под називом „Развој нове конструкције кашике багера континуалног дејства у циљу интегрисања модуларних резних елемената“, предвидео је израду прототипа ведрнице за багер Ведричар и испитивање исте у експлоатацији.

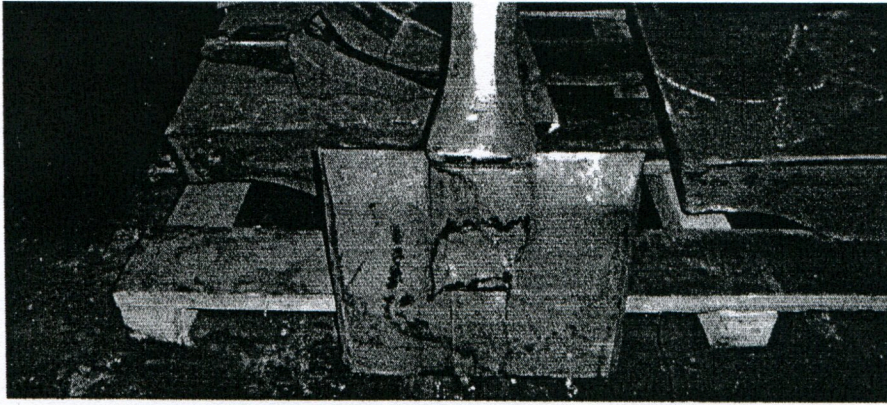
Прототип ведрнице је урађен у периоду октобар – децембар 2013.год. (слика 01).



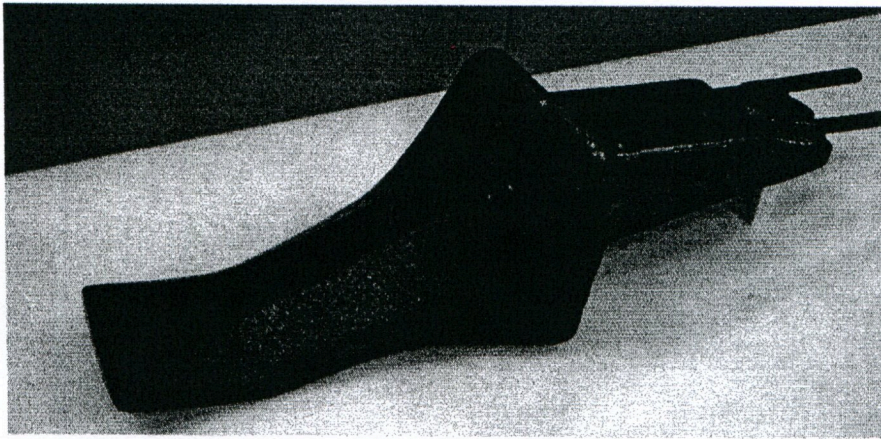
Слика 01

Реконструкција је обухватила израду 4 сегмента ножа ведрнице (слика 02). Ти сегменти након међусобног заваривања представљају нож ведрнице, а истовремено су и носачи зуба. Циљ техничког унапређења је смањење трошкова одржавања и повећање погодности одржавања. Модуларни резни елементи (слика 03) новог техничког решења задржавају постојећу функционалност, уз смањење отпора копања, мање су масе, једноставнији за израду, унифицирани су, једноставно и брзо се монтирају и демонтирају. Овим пројектом је извршена оптимизација резних елемената Ведричара.



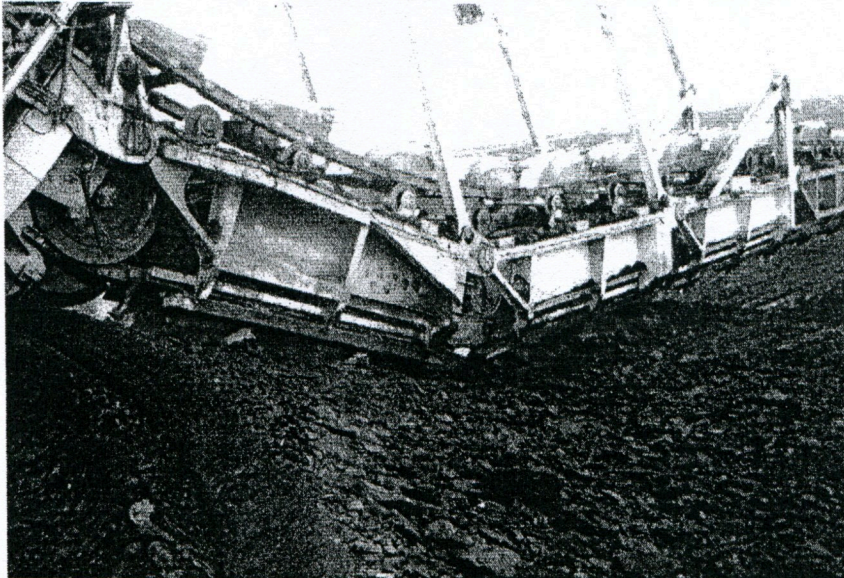


Слика 02



Слика 03

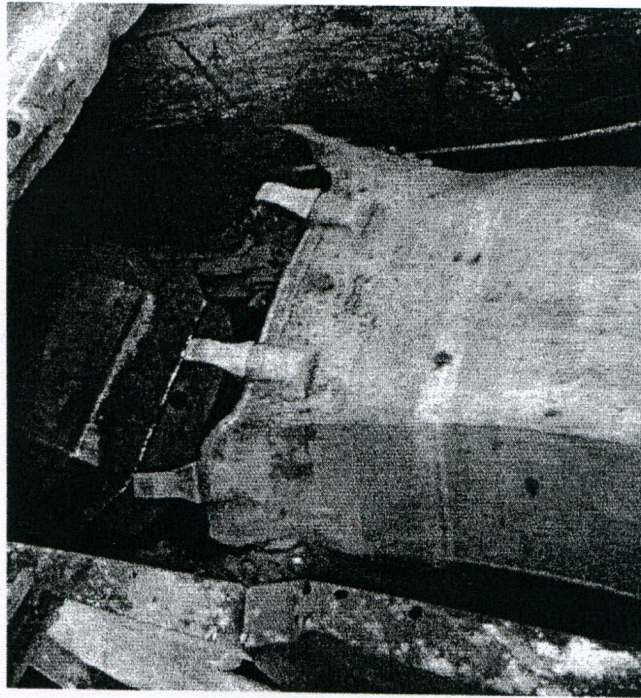
На захтев за испитивање реконструисане ведрине Заменик директора Колубаре је 20.12.2013.год. актом бр. 2-01-10809 дао сагласност, а монтажа исте је извршена 28.01.2014.год. Ведрина је након уградње на Ведричар праћена у експлоатацији. Следећа фотографија показује услове у којима је багер радио (слика 04).



Слика 04

A handwritten signature or mark, possibly a name or initials, located in the bottom right corner of the page.





Слика 05

Слика 05 показује ведрницу у току експлоатације.

Од 28.01. до 04.03.2014.год. Ведричар је радио 545 часова на откопавању угља и 155 часова на откопавању међуслојне јаловине и кварцног песка. При томе је откопано приближно 430 000 t угља и приближно 120 000 m<sup>3</sup> јаловине.

На реконструисаној ведрници се нису јавили проблеми који су везани за нож и резне елементе:

- није било лома ведрице (ни прслина на ножу),
- није било повећаног хабања ножа ведрице,
- зуби се нису савијали и ломили, није било испадања ни прекомерног хабања,
- зуби се правилно хабају,
- осигурач зуба и дршке зуба су сагласни са џеповима, па је остварено правилно забрављивање, а зазор између зуба и дршке се није повећавао.

На основу свега реченог, реконструисана ведрница је у пробном раду показала добре резултате, па се ово техничко унапређење може применити и на осталим ведрницама.

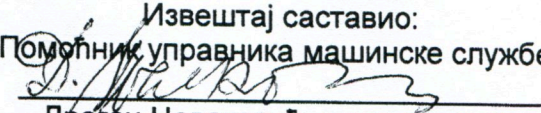
Датум: 19.03.2014.

Доставити:

- Техничком директору ПК Барошевац,
- Главном машинском инжењеру,
- Архиви

Извештај саставио:

Помоћник управника машинске службе:

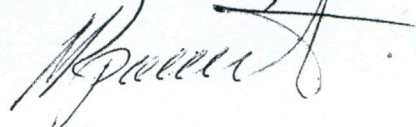
  
Драган Новаковић, дипл.руд.инж.

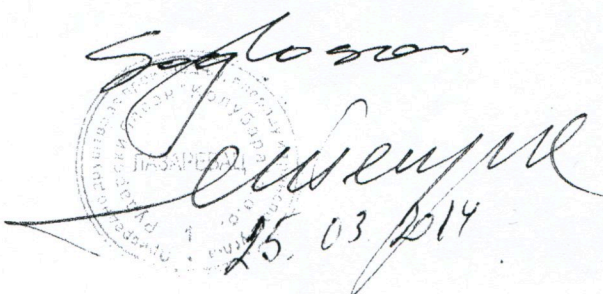
Согласан:

Мирослав Родичић, гл. м.с.з.м.и.

Јојкић 20.03.2014.

Мирослав Родичић, Тех. Директор кофене



  
25.03.2014



**ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ  
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

**Број 112 – 2100/5**

**26. 12. 2012. год.**

**Ч А Ч А К**

На основу члана 84. Статута Факултета техничких наука факултета, чл. 20. ст. 5. Правилника о уџбеницима и другим наставним публикацијама бр. XXIV-1600/15 од 9. јула 2008. год., на предлог Катедре за опште машинство, бр. 2112. од 25. децембра 2012. год., Наставно-научно веће, на седници одржаној 26. децембра 2012. год., донело је

**О Д Л У К У**  
**о именовану рецензената**

**Именују се рецензенти за техничко решење под називом "Прототип нове кашике багера ведричара ERS1000", и то:**

- 1. Др Миомир Гашић, ред. проф.,** Машински факултет, Краљево, научна област: Механизација и носеће конструкције,
- 2. Др Драган Милутиновић, ред. проф.,** Машински факултет, Београд, научна област: Производно машинство.

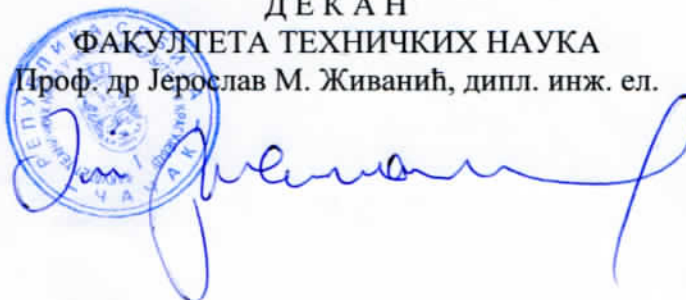
Доставити:

- именованима,
- Катедри за опште машинство,
- архиви ННВ.

**ДЕКАН**

**ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА**

Проф. др Јерослав М. Живанић, дипл. инж. ел.



ПРИМЉЕНО			
Оргјед.	Број	Прилог	Вредност

Одлуком Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку бр. 112-2100/5 од 26.12.2012.год. године именован сам за рецензента техничког решења "Индустријски прототип ведрице ИПТР35037 за багер ведричар ЕРС 1000" аутора проф. др Звонимира Југовића, проф. др Радомира Славковића, проф. др Снежане Драгићевић, др Марка Поповића, др Ивана Милићевића и Драгана Новаковића. На основу предлога овог техничког решења које је достављено у писменој форми, заједно са извештајем његовог експлоатационог испитивања, подносим следећи:

## ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење "Индустријски прототип ведрице ИПТР35037 за багер ведричар ЕРС 1000" аутора проф. др Звонимира Југовића, проф. др Радомира Славковића, проф. др Снежане Драгићевић, др Марка Поповића, др Ивана Милићевића и Драгана Новаковића, је приказано на 24 странице А4 формата, писаних са 12пт фонтом и садржи 17 слика. Састављено је од шест поглавља и прилога.

Техничко решење има примену на багерима континуалног дејства, који се као основна механизација примењују на површинским коповима угља. Техничко решење обзиром да обухвата и ведрицу и резни зуб, спада у ужу област резних елемената багера континуалног дејства. Техничко решење је тестирано на багеру ведричару ЕРС 1000, али се може применити и на осталим типовима багера ведричара.

У поглављу где је описан технички проблем, анализирани су основни недостаци постојеће ведрице и једноделних резних зуба. Посебно су назначени неповољни облици хабања ведрице и резног зуба и њихов утицај на рад багера. У оквиру поглавља приказан је обим и опис послова које је потребно спровести да би се извршила замена постојећих похабаних резних зуба на ведрици, при чему су посебно истакнути укупни трошкови замене. Такође, дата је анализа укупних трошкова по једном багеру ведричару на годишњем нивоу, а који су директна последица коришћења постојеће конструкције ведрица и једноделних резних зуба.

У поглављу детаљног описа техничког решења, дат је основни поступак развоја техничког решења ведрице ИПТР35037. Као методологија развоја предметног техничког решења, усвојен је концепт интегрисаног развоја производа. У поглављу је

дат преглед техничких карактеристика, и усвојене технологија израде и завршне монтаже техничког решења. Такође, анализирани су укупни трошкови на годишњем нивоу, које би багер ведричар имао, применом предметног техничког решења ведрице ИПТР35037.

У оквиру закључка, наведене су све предности техничког решења у односу на постојеће решење ведрице код багера ведричара ЕРС 1000. Израдом прототипа и експлоатационим испитивањем предметног техничког решења потврђено је да су трошкови израде резних елемената (нож ведрице и резни зуби) значајно мањи, да је хабање резних елемената повољније и у мањем обиму, да је замена резних зуба у експлоатацији бржа и захтева ангажовање мањег броја радника, као и то да је конструкција техничког решења поузданија са становишта разарања и испадања резних зуба из лежишта на ведрици.

Закључком је приказано и поређење укупних трошкова багера везаних за резне елементе, применом постојеће ведрице и у случају примене техничког решења ведрице ИПТР35037. Тим је показано да је примена новог решења ведрице и резног елемента са економског аспекта далеко повољнија од постојећег решења ведрице са једноделним резним зубима.

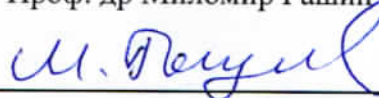


## МИШЉЕЊЕ

Техничко решење **"Индустријски прототип ведрине ИПТР35037 за багер ведричар ЕРС 1000"**, теоријски је обрађено и испитано тако да задовољава форму индустријског прототипа. Такође, извршена је његова верификација на багеру ведричару ЕРС 1000 у условима експлоатације на површинском копу Тамнава Западно поље, ДП Колубара у периоду 28.1.2014 до 4.3.2014.год.

Обзиром да дато техничко решење представља унапређење постојећег подсистема копања код багера ведричар ЕРС 1000, предлажем Наставно-научном већу Факултету техничких наука у Чачку да **"Индустријски прототип ведрине ИПТР35037 за багер ведричар ЕРС 1000"**, прихвати као ново техничко решење.

Проф. др Миломир Гашић



---

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА			
ЧАЧАК			
Пријемни број	28.04.2012		
Организација	Број	Датум	Вредност
	571		

Одлуком Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку бр. 112-2100/5 од 26.12.2012.год. године именован сам за рецензента техничког решења **"Индустријски прототип ведрице ИПТР35037 за багер ведричар ЕРС 1000"** аутора проф. др Звонимира Југовића, проф. др Радомира Славковића, проф. др Снежане Драгићевић, др Марка Поповића, др Ивана Милићевића и Драгана Новаковића. На основу предлога овог техничког решења које је достављено у писменој форми, заједно са извештајем његовог експлоатационог испитивања, подносим следећи:

## ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење **"Индустријски прототип ведрице ИПТР35037 за багер ведричар ЕРС 1000"** аутора проф. др Звонимира Југовића, проф. др Радомира Славковића, проф. др Снежане Драгићевић, др Марка Поповића, др Ивана Милићевића и Драгана Новаковића, је приказано на 24 странице А4 формата, писаних са 12пт фонтом и садржи 17 слика. Састављено је од шест поглавља и прилога. Наслови поглавља су:

1. Област на коју се техничко решење односи
2. Технички проблем
3. Стање технике
4. Суштина техничког решења
5. Детаљан опис техничког решења
6. Закључак
7. Прилог (техничка документација и извештај експлоатационог испитивања)

Техничко решење има примену на багерима континуалног дејства, који се као основна механизација примењују на површинским коповима угља. Техничко решење обзиром да обухвата и ведрицу и резни зуб, спада у ужу област резних елемената багера континуалног дејства. Техничко решење је тестирано на багеру ведричару ЕРС 1000, али се може применити и на осталим типовима багера ведричара.

У поглављу где је описан технички проблем, анализирани су основни недостаци постојеће ведрице и једноделних резних зуба. Посебно су назначени неповољни облици хабања ведрице и резног зуба и њихов утицај на рад багера. У оквиру поглавља приказан је обим и опис послова које је потребно спровести да би се извршила замена

постојећих похабаних резних зуба на ведрици, при чему су посебно истакнути укупни трошкови замене. Такође, дата је анализа укупних трошкова по једном багеру ведричару на годишњем нивоу, а који су директна последица коришћења постојеће конструкције ведрице и једноделних резних зуба.

У оквиру поглавља детаљног описа техничког решења, приказан је основни поступак развоја техничког решења ведрице ИПТР35037. Као методологија развоја предметног техничког решења, усвојен је концепт интегрисаног развоја производа. У поглављу је дат преглед техничких карактеристика, и усвојене технологија израде и завршне монтаже техничког решења. Такође, анализирани су укупни трошкови на годишњем нивоу, које би багер ведричар имао, применом предметног техничког решења ведрице ИПТР35037.

У оквиру закључка, наведене су све предности техничког решења у односу на постојеће решење ведрице код багера ведричара ЕРС 1000. Израдом прототипа и експлоатационим испитивањем предметног техничког решења потврђено је да су трошкови израде резних елемената (нож ведрице и резни зуби) значајно мањи, да је хабање резних елемената повољније и у мањем обиму, да је замена резних зуба у експлоатацији бржа и захтева ангажовање мањег броја радника, као и то да је конструкција техничког решења поузданија са становишта разарања и испадања резних зуба из лежишта на ведрици.

Осим тога, у закључку је извршено поређење укупних трошкова багера везаних за резне елементе, применом постојеће ведрице и у случају примене техничког решења ведрице ИПТР35037. Показано је да примена предметног техничког решења са економског аспекта далеко повољнија од постојећег решења ведрице са једноделним резним зубима.

## МИШЉЕЊЕ

Техничко решење **"Индустријски прототип ведрине ИПТР35037 за багер ведричар ЕРС 1000"**, је адекватно теоријски обрађено и физички реализовано у форми индустријског прототипа, који је верификован на багеру ведричару ЕРС 1000 у експлоатационим условима површинског копа Тамнава Западно поље, ДП Колубара у периоду 28.1.2014 до 4.3.2014.год.

Описано техничко решење представља унапређење комплетног подсистема копања код багера ведричар ЕРС 1000, а посебно ведрине и резних зуба, па предлагем Наставно-научном већу Факултету техничких наука у Чачку да **"Индустријски прототип ведрине ИПТР35037 за багер ведричар ЕРС 1000"**, прихвати као ново техничко решење.

Проф. др Драган Милутиновић





**ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ  
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

Број 28 – 555/11

30. 04. 2014. год.

**Ч А Ч А К**

На основу члана 84. Статута Факултета техничких наука, Наставно-научно веће Факултета, на седници одржаној 30. априла 2014. год., донело је

**О Д Л У К У**

**I ПРИХВАТА СЕ** извештај рецензената и **усваја се техничко решење** под називом: **"Индустијски прототип ведрнице ИПТР35037 за багер ведричар ЕРС 1000"**, чији су аутори: **др Звонимир Југовић, ред. проф.,** Факултет техничких наука у Чачку, **др Радомир Славковић, ред. проф.,** Факултет техничких наука у Чачку, **др Снежана Драгићевић, ред. проф.,** Факултет техничких наука у Чачку, **др Марко Поповић, доцент,** Факултет техничких наука у Чачку, **др Иван Милићевић, доцент,** Факултет техничких наука у Чачку и **др Драган Новаковић, ред. проф.,** Машински факултет у Београду.

**II** Извештај рецензената из тачке I, саставни је део ове Одлуке.

Доставити:

- именованим ауторима,
- продекану за науку и међународну сарадњу,
- архиви ННВ.



**ДЕКАН**  
**ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА**  
Проф. др Јерослав М. Живанић, дипл. инж. ел.