



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Strojništvo

Modul: Proizvodnja

# **SNOVANJE IN KONSTRUIRANJE MERILNE PRIPRAVE**

Mentor: Dr. Lidija Rihar  
Lektorica: Metka Bartol, prof. slov.

Kandidat: Jure Kadivec

Ljubljana, januar 2021

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorici Lidiji Rihar za pomoč in spodbudo pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvala velja tudi direktorici podjetja Precisium d.o.o. Tanji Kavčič za sprejem na praktično izobraževanje v času mojega šolanja. Še posebej hvala sodelavcema v konstrukciji, mentorju Igorju Mubiju in Anžetu Gašpircu, ki sta mi ves čas izvajanja prakse pomagala z veliko uporabnimi nasveti, pa tudi pri izbiri teme za diplomsko delo.

## **IZJAVA**

Študent Jure Kadivec izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Lidije Rihar.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne \_\_\_\_\_

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

## **POVZETEK**

Standardi v avtomobilski industriji zahtevajo kar največjo angažiranost in visoko kakovost na vseh področjih delovanja. Še posebej je to pomembno na trgu dobaviteljev, kjer je konkurenca, sploh na globalnem področju, res velika.

V diplomskem delu sem raziskal in predstavil problem zagotavljanja dimenzijske ustreznosti izdelkov (polizdelkov, končnih proizvodov) s pomočjo merilnih priprav, ki so lahko snovane in konstruirane. Uspešnost in učinkovitost postopka se kažeta v skladnosti merilne priprave z naročnikovimi zahtevami, preverimo pa jo v merilnici podjetja z uporabo merilnih pripomočkov. Samo snovanje in konstruiranje pa sta računalniško podprta s programsko opremo CATIA.

V tem delu predstavljena analiza postopka prinaša tudi možnosti za njegove izboljšave. Izdelal sem predlog za optimizacijo postopka v kratkoročnem in srednjeročnem obdobju. Merilna priprava, pri konstruiranju katere sem sodeloval, je bila namenjena določenemu sestavnemu delu tečaja pokrova motorja vozila audi A8. Postopek konstruiranja merilne priprave neposredno vpliva na kakovost izdelka in le nedvoumno razumljiv inženirjem v največji možni meri minimalizira možnost napake v postopku.

## **KLJUČNE BESEDE**

- snovanje
- konstruiranje
- merilnica
- merilna priprava
- sestavni del
- CATIA
- postopek

## **ABSTRACT**

Standards in automobile industry demand maximal engagement in high quality on all areas of the process. Especially on the market of suppliers, because of the globally large competition.

In my thesis I have explored and presented the problem of ensuring dimensional adequacy of the products (semi-finished products, finished products), based on a made measuring preparation for products through-out the process of initialization and construction. Success and effectiveness of the process is shown in the compliance of the measuring preparation with subscribers demands, which is checked in the measurement department of the company with suitable accessories. The process of initialization and construction in computer aided with CATIA software.

Presented analysis of the process also includes improvement options for the procedure. I have included proposition for short term and long term optimization of the procedure. The measuring preparation in which I have participated, was made for specific structure part of the hinge on a motor lid for Audi A8.

Process of constructing the measuring preparation directly effects product quality. It is unambiguously understandable for engineers and it minimizes chances for errors in the process.

## **KEYWORDS**

- initialization
- construction
- measurement department
- measuring preparation
- component part
- CATIA
- process

## KAZALO

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji dela .....	1
1.3	Predstavitev okolja .....	1
1.4	Predpostavke in omejitve .....	2
1.5	Metode dela .....	3
2	MERILNICA IN MERILNI PRIPOMOČKI .....	3
2.1	Splošno o merilnici .....	3
2.2	Merilni pripomočki .....	4
	Višinomer .....	4
	3D koordinatni merilni stroj.....	5
	Ročna merilna orodja .....	6
	Merilne kladice .....	7
	Merilna ura »Pupitas« .....	7
	Merilni trni .....	8
2.3	Graviranje .....	9
3	PROGRAMSKA OPREMA CATIA.....	9
3.1	Uporaba CATIA programske opreme .....	11
4	POSTOPEK IZDELAVE MERILNE PRIPRAVE .....	12
4.1	Pripravljanje ponudb .....	12
4.2	Poslovanje na tujih trgih .....	12
4.3	Programska oprema.....	13
4.4	Zahteve in želje kupcev.....	13
4.5	Izdelava merilne naprave .....	14
4.6	Teža priprave in izbira materialov.....	16
4.7	Komponente na merilni pripravi.....	17
4.7	Pakiranje in izdaja izdelka .....	19
5	OPTIMIZACIJA PROCESA IZDELAVE MERILNE PRIPRAVE .....	20
5.1	Analiza obstoječega stanja.....	20
5.2	Možnost izboljšave procesa .....	22
5.3	Predlog podjetju za izboljšavo .....	25
6	ZAKLJUČEK .....	26
	LITERATURA IN VIRI .....	29

## KAZALO SLIK

Slika 1: Višinomer MITOTOYO LH-600 .....	4
Slika 2: Optični orodni mikroskop TESA VISIO 200 .....	5
Slika 3: 3D-koordinatni merilni stroj .....	6
Slika 4: Ročna merilna orodja.....	7

Slika 5: Merilne kladice.....	7
Slika 6: Merilna ura »Pupitas« .....	8
Slika 7: Merilni trn.....	8
Slika 8: Naprava za graviranje.....	9
Slika 9: Primer uporabe CATIA.....	11
Slika 10: Primer konstrukcije merilne priprave .....	15
Slika 11: Merilna priprava .....	16
Slika 12: Prikaz spraznitve .....	17
Slika 13: Komponente merilne priprave .....	18
Slika 14: Točka vpenjala (Lastni vir) .....	18
Slika 15: Pogled ročnega vpenjala (Lastni vir) .....	19
Slika 16: Prikaz postavitve merilne ure (Lastni vir).....	19

### **KRATICE IN AKRONIMI**

CAD:	Computer Aided Design
CAE:	Computer Aided Manufacturing
CAM:	Computer Aided Engineering
CNC:	Computer Numerically Controlled (računalniško numerično krmiljenje)
CATIA:	Computer Aided Three-dimensional Interactive Application

# 1 UVOD

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Standardi v avtomobilski industriji zahtevajo kar največjo angažiranost in visoko kakovost na vseh področjih delovanja. Še posebej je to pomembno na trgu dobaviteljev, kjer je konkurenca, sploh na globalnem področju, res velika.

V delu raziskujem problem zagotavljanja kakovosti – točnosti merilnih priprav za sestavne dele v postopku (procesu) snovanja in konstruiranja. Pri konstrukciji merilne priprave je nujno treba upoštevati tolerance, saj gre za zelo natančne izdelke z malo odstopanja.

Merilna priprava, pri konstruiranju katere sem tudi sam sodeloval, je bila namenjena določenemu sestavnemu delu tečaja pokrova motorja vozila audi A8. Za lažje razumevanje in spoznavanje področja so priložene slike snovanja in konstruiranja. Konstruktorji se glede merilnih priprav dogovarjajo neposredno s stranko. Pomembno je, da stranki ustrezajo glede njenih želja in specifičnih zahtev.

V času celotnega praktičnega izobraževanja sem pridobil veliko znanja na področju komunikacije s strankami, kar je dobrodošlo za mojo nadaljnjo poklicno kariero.

## 1.2 CILJI DELA

Temeljni cilj dela je v teoriji in praksi spoznati proces snovanja in konstruiranja merilne priprave v podjetju Precisium ter predlagati njegove morebitne izboljšave.

V teoretičnem delu opisujem podjetje, merilnico in merilne priprave, ki se uporabljajo v samem podjetju. V praktičnem delu pa proces snovanja, konstruiranja in izdelave merilne priprave, analizo dela ter morebitno optimizacijo.

Rezultat dela je na podlagi mojega neposrednega in praktičnega sodelovanja v procesu snovanja in konstruiranja merilnih priprav spoznati, analizirati in ovrednotiti sam proces ter pripraviti predloge za njegove morebitne izboljšave.

## 1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Praktično izobraževanje sem opravljal v družinskem podjetju Precisium d.o.o., ki je na trgu prisotno že več kot 40 let. Podjetje je ustanovil g. Ludvik Kavčič, ki je še danes zelo aktiven v podjetju. Danes podjetje zaposluje več kot deset visokousposobljenih in motiviranih strokovnjakov, ki znajo svetovati, razviti in izdelati kar najbolj komplicirane izdelke. Podjetje je začelo z izdelavo kontrolnikov za avtomobilsko



industrijo, danes pa deluje tudi na drugih področjih, kot sta npr. farmacija, elektro industrija ... Še vedno pa podjetje največ deluje v avtomobilski industriji, kjer se je tudi najbolj uveljavilo.

Podjetje je v svojem začetku delovalo bolj lokalno. Pred nekaj leti so opazili priložnost tudi na tujih trgih, kjer delujejo povsem konkurenčno drugim podjetjem. Njihova širitev v tujino se je začela najprej v Rusijo, kamor je težko prodreti, saj zahtevajo, da mora podjetje, ki tja prodaja določeno količino izdelkov, po nekaj letih tam postaviti vsaj del proizvodnje. Pozneje so se osredotočili tudi na nemški in avstrijski trg.

Glavna dejavnost podjetja je razvoj nadzornih priprav po naročilu. Specializirano je za merila in merilne priprave za kontrolo proizvodnje. Proizvodni program podjetja sestavljajo (vir: [www.precisium.si](http://www.precisium.si)):

- kontrolno merilni program:
  - je glavni proizvodni program, ki ga sestavljajo merila, s katerimi se izvaja nadzor stabilnosti procesa v proizvodnji;
- program orodij:
  - je dopolnilni program, ki obsega izdelavo natančnih, zahtevnih izdelkov in orodij v ozkih tolerančnih območjih;
- storitve:
  - program obsega natančne obdelave in dodelave na sodobnih strojih v okviru vrhunsko opremljenega laboratorija, kjer izvajajo različne meritve in brušenja.

V tej branži je najpomembnejša natančnost in v podjetju Precisium d.o.o. izdelajo izdelke tudi do tisočinke milimetra natančno. Poleg izdelave orodij se ukvarjajo še z obdelavo in dodelavo izdelkov, npr.: koordinatno brušenje CNC, rezkanje na strojih CNC, žična erozija CNC, struženje na stružnicah CNC, merjenje na koordinatnem merilnem stroju CNC, okroglo brušenje na strojih CNC, ploščinsko in profilno brušenje in brušenje navojev.

## 1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Diplomsko delo se loteva problematike kompleksnosti procesa, postopkov snovanja in konstruiranja merilnih naprav, ki dopušča možnost napak z neposrednim vplivom na kakovost izdelka.

Med raziskavo in spoznavanjem s problematiko diplomskega dela sem postavil hipotezo: *»Postopek snovanja in konstruiranja merilne priprave neposredno vpliva na kakovost izdelka in le nedvoumno razumljiv inženirjem v največji možni meri minimalizira možnost napake v postopku.«*

Postavljeno hipotezo sem v diplomskem delu potrdil.

Določene omejitve predstavljajo tudi zaupni viri, ki sem jih sicer dobil na vpogled, predstavljajo pa poslovno skrivnost v podjetja. Gre za dokumentiranje specialne prakse, ki pomaga k dvigu konkurenčnosti podjetja na globalnih trgih.

## 1.5 METODE DELA

V teoretičnem delu so za prikaz obstoječega stanja uporabljene različne metode dela, in sicer:

- metoda intervjuja – neposredno postavljanje odprtih vprašanj mentorju in sodelavcem, kar prinaša ključna spoznanja pri obravnavi merilnih naprav in postopkov,
- opisna metoda – opis trenutnega stanja in
- metoda združevanja – z njo so se vključile obravnave drugih virov.

V praktičnem (raziskovalnem) delu so uporabljene:

- metoda demonstracije – neposredni prikaz določenih opravil,
- analitična metoda – razčlenitev organizacijskega in tehnološkega vidika procesa snovanja in konstruiranja merilnih priprav ter
- metoda sinteze, s katero smo v zaključku združili glavne ugotovitve raziskovalnega dela v povezavi s teoretičnimi izhodišči.

## 2 MERILNICA IN MERILNI PRIPOMOČKI

Merilna priprava je kontrolni pripomoček, s katerim se poenostavi preverjanje dimenzijske ustreznosti izdelka (polizdelka, končnega proizvoda). Na merilnih pripravah lahko izvajamo kontrolo več dimenzij v enem (istem) vpetju, kar prinaša prednosti v procesu merjenja. Meritev se izvede na način, da se merjeni izdelek vpne v samo merilno pripravo.

Za ta namen je v podjetju vzpostavljena visokotehnološka merilnica, kjer se izvedejo meritve vpetih izdelkov, s tem pa se posredno testirajo tudi izdelane merilne priprave. V merilnici se izvedejo tudi nekatera druga opravila v procesu snovanja in konstruiranja, kot je npr. graviranje ploščice za merilno pripravo.

Merilnica in merilni pripomočki so ključnega pomena za testiranje učinkovitosti in uspešnosti procesa snovanja in konstruiranja merilne priprave.

### 2.1 SPLOŠNO O MERILNICI

Merilnica je prostor, ki je ogrevan na stalno temperaturo 21 °C. V njej se ne sme prašiti in mora biti vedno pospravljena. Prav tako je moteča neposredna svetloba sonca, saj

lahko že majhna sprememba temperature vpliva na spremembo meritve. Materiali, ki se nahajajo v merilnici, se zaradi sprememb temperature lahko krčijo oziroma raztezajo, zato mora biti ta z vidika temperaturnih pogojev optimalna.

Merilnica je zelo pomembna v procesu dela, ki ga opravlja podjetje Precisium d.o.o. V merilnici delavci preverijo, ali je izdelani kos pravilnih mer in znotraj tolerančnega območja. Nekatere stranke zahtevajo poročila merjenja iz merilnice, tako da jih mora podjetje priložiti naročenemu izdelku. V merilnici lahko merijo vse izdelke, ki jih izdelajo v podjetju. Tako podpirajo različne naprave, ki omogočajo meritve na večjih in manjših kosih.

## 2.2 MERILNI PRIPOMOČKI

Merilne pripomočke se uporablja za natančno merjenje kosov ter za lažjo izdelavo poročila z meritvami izdelka. Uporabnost pripomočkov se razlikuje glede na obliko in velikost ter predvsem natančnost, s katero mora biti kos pomerjen. Ti pripomočki se uporabljajo v merilnici. Nekatera ročna merilna orodja ter merilne ure pa se uporabljajo tudi v delavnici za nadzor med delom.

### Višinomer

Z višinomerom lahko merimo samo višino ter debelino določenega kosa. Višinomer je postavljen na mizi iz marmorja zaradi ravnosti in konstantne temperature, ki ne povzroča segrevanja kosa.



Slika 1: Višinomer MITOTOYO LH-600  
(Lastni vir)

### **Optični orodni mikroskop oziroma kamera za merjenje**

Optični orodni mikroskop se uporablja za merjenje manjših kosov, ki jih ni mogoče pomeriti s 3D-koordinatnim merilnim strojem. Mikroskop se uporablja za merjenje dolžin in premerov, kos pa merimo tako, da premikamo mizo v osi X in Y. Prav tako se lahko premika v osi Z, s katero približujemo oziroma izostrimo kos za lažje merjenje.

Ta naprava je optimalna za merjenje navojev in raznih mikroskopskih obdelovancev, kjer so zelo pomembne tisočinke milimetra.



*Slika 2: Optični orodni mikroskop TESA VISIO 200  
(Lastni vir)*

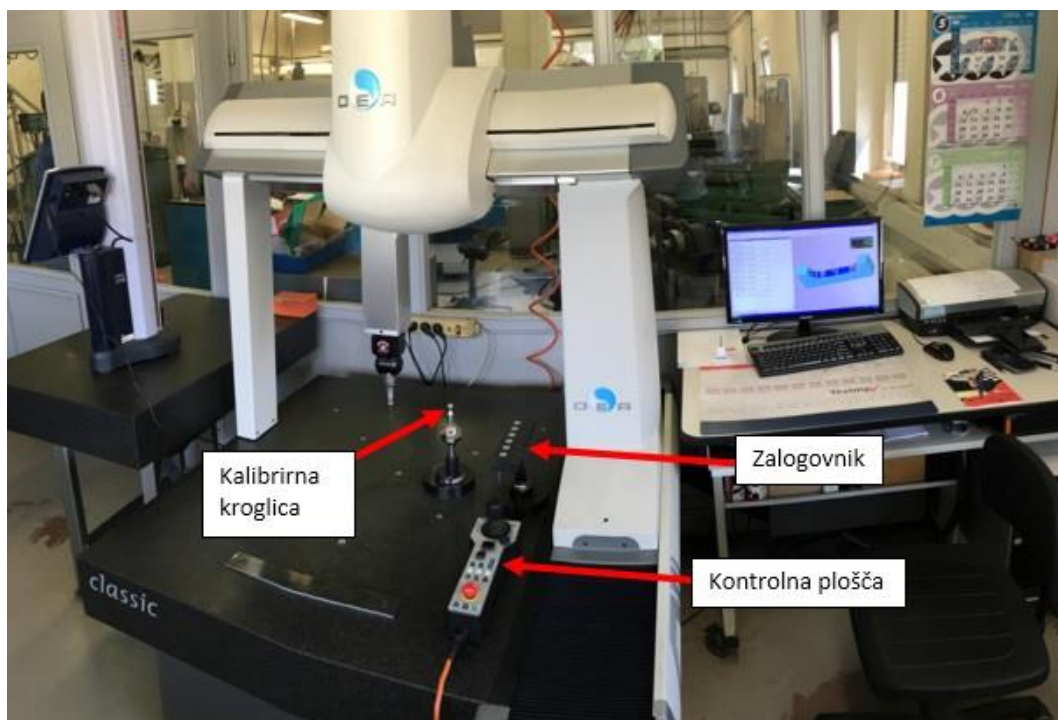
### **3D-koordinatni merilni stroj**

3D-koordinatni merilni stroj je prav tako postavljen na marmornato ploščo. Za premikanje tipala se uporablja nadzorna plošča. Tipala glede na velikost kosa, ki ga merimo, lahko zamenjamo (v zalogovniku, kar merilni stroj naredi sam), vendar jih je

pred uporabo treba kalibrirati na kalibrirni kroglici. Tipala se razlikujejo glede na premer ter dolžino tipal. Tipala vplivajo tudi na natančnost merjenja.

Največji kos, ki ga lahko merimo na tem 3D-koordinatnem merilnem stroju, ima dimenzije 500 x 500 x 700 mm. Zraven 3D-koordinatnega merilnega stroja imamo računalnik, na katerem se nam izpišejo merilni rezultati merjenja.

V računalniški program lahko uvozimo model kosa, nato pa tipalu določimo točke, s katerimi lahko izmerimo ravnost površine, dolžine, razdalje in cilindre. Seveda lahko program za merjenje pripravimo tudi sami, odvisno od težavnosti kosa ter zahtevanih meritev. Na koncu meritev se izpiše poročilo, ki vsebuje vse izmerjene mere in je lahko sestavni del kosa, ki ga prejme stranka.



Slika 3: 3D-koordinatni merilni stroj  
(Lastni vir)

### Ročna merilna orodja

V merilnici so pomembna tudi ročna merilna orodja, s katerimi na hitro lahko premerimo določene dimenzije, ki nas zanimajo. Poznamo več vrst pomičnih meril, ki se razlikujejo glede na velikost in obliko zapisa rezultata. Oblika zapisa rezultata je lahko digitalna ali analogna.

Poleg pomičnih meril se uporabljajo tudi različne vrste mikrometrov. Največ se uporabljata zunanji mikrometer oziroma mikrometer za merjenje premerov in notranji

mikrometer oziroma mikrometer za merjenje izvrtin. Mikrometri so lahko digitalni ali analogni.



Slika 4: Ročna merilna orodja  
(Lastni vir)

### Merilne kladice

Merilne kladice se uporabljajo za merjenje končnih mer in za nastavljanje točne mere na mikrometru.



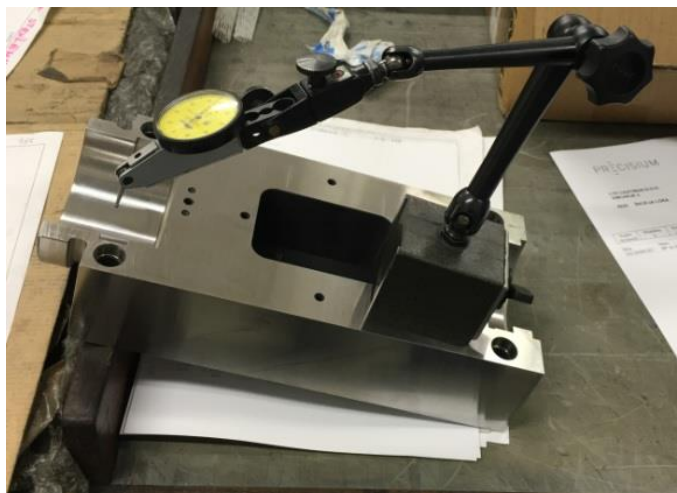
Slika 5: Merilne kladice  
(Lastni vir)

### Merilna ura »Pupitas«

Merilna ura »Pupitas« se uporablja za centriranje in merjenje ravnosti. Ta merilna ura je pritrjena na kovinsko roko, da jo lažje približamo kosu, ki ga želimo meriti. Na

spodnji strani roke je magnet, ki nam omogoča, da jo lahko pritrdimo na določeno površino.

Merilna ura je precizno izdelan instrument, ki nam prikazuje odstopanja (ravnost, vzporednost, navpičnost, okroglost).



Slika 6: Merilna ura »Pupitas«  
(Lastni vir)

### Merilni trni

Merilni trni se uporabljajo za preverjanje in merjenje. So robustno merilno sredstvo, ki se uporablja v vsaki merilnici in orodjarni. Imajo visoko stopnjo zanesljivosti in trpežne lastnosti, tako da so idealni za uporabo v zagotavljanju kakovosti, nadzoru zalog in proizvodnih procesov.

Merilni trni so odlični za merjenje majhnih in zelo majhnih vrtin.



Slika 7: Merilni trn  
(Lastni vir)

## 2.3 GRAVIRANJE

V podjetju v sami merilnici opravljajo tudi graviranje. Gravirna naprava se uporablja za graviranje aluminijastih ploščic, ki jih nalepijo na izdelane merilne priprave. Uporablja se tudi za graviranje merilnih trnov in drugih komponent v zalogovniku. Gravira pa se tudi osnovna plošča, in sicer v primeru, da je na njej več pozicijskih trnov, ki so namenjeni za določeno luknjo.



*Slika 8: Naprava za graviranje  
(Lastni vir)*

### **Primeri graviranja**

Nekatere stranke želijo, da so na merilnem trnu napisani koda, velikosti trna na obeh straneh in oznaki za luknje GRE, NE GRE. Nekatere stranke pa se namesto oznak GRE, NE GRE raje odločijo, da se na tistem koncu, kjer merilni trn ne gre v luknjo, naredi rdeč pas, ki zagotavlja razvidnost.

## 3 PROGRAMSKA OPREMA CATIA

V podjetju Precisium d.o.o se uporablja računalniški program CATIA, ki omogoča natančen izris obdelovancev in merilnih priprav.



CATIA (angleško Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) je komercialna programska oprema za CAD/CAM/CAE, ki jo je razvilo podjetje Dassault Systemes. Programska oprema je bil razvita v 70. letih prejšnjega stoletja za razvoj Dassaultovega letala mirage, pozneje pa je bila prilagojena in uporabljena v letalski in avtomobilski industriji ter strojogradnji (vir: wiki).

### **CAD**

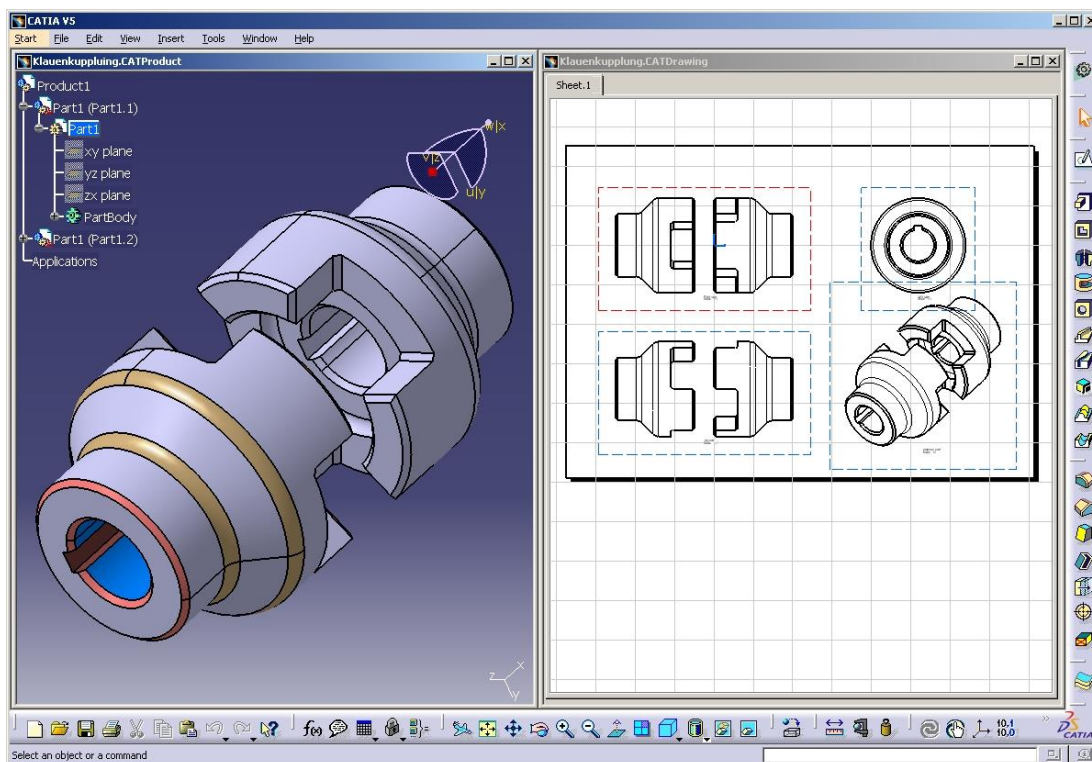
Kratika CAD (angl. Computer Aided Design) pomeni računalniško podprto konstruiranje, pri katerem konstruktor pri snovanju izdelkov uporablja računalniške in programske sisteme. Pomeni uporabo širokega spektra računalniških orodij, ki pomagajo inženirjem, arhitektom in drugim strokovnjakom pri njihovem snovanju in konstruiranju. CAD je glavno geometrijsko orodje v okviru življenjskega cikla izdelka in vključuje tako računalniške programe kot tudi posebej za ta namen prirejeno strojno opremo (vir: [http://cadcam.spts.si/?page\\_id=38](http://cadcam.spts.si/?page_id=38)).

### **CAM**

Kratika CAM (angl. Computer Aided Manufacturing) pomeni računalniško podprto proizvodnjo, pod katero razumemo uvajanje računalniškega vodenja v postopke proizvodnje in montaže. Lahko jo definiramo tudi kot uporabo računalniških sistemov pri načrtovanju, upravljanju in nadzoru proizvodnega procesa oziroma uporabo širokega spektra računalniških orodij, ki pomagajo inženirjem in operaterjem strojev CNC pri izdelavi in prototipiranju sestavnih delov izdelka. Tradicionalno se CAM definira kot orodje za NC-programiranje, pri čemer se 3D-modeli, ustvarjeni v CAD-programih, uporabljajo za generiranje NC-kode, ki poganja numerično krmiljene obdelovalne stroje (vir: [http://cadcam.spts.si/?page\\_id=47](http://cadcam.spts.si/?page_id=47)).

### **CAE**

Kratika CAE (angl. Computer Aided Engineering) pomeni računalniško podprto inženirstvo oziroma uporabo računalnika in posebnih programov, s katerimi praktično v realnem času lahko preverimo obnašanje modela, ga analiziramo, simuliramo, spreminjamo in ponovno preverimo. Tako inženirji prve slike prototipov lahko delijo s svojimi sodelavci, zaposlenimi v marketingu, investitorji in drugimi sodelavci kjer koli po svetu (vir: [http://cadcam.spts.si/?page\\_id=51](http://cadcam.spts.si/?page_id=51)).



Slika 9: Primer uporabe CATIA  
(Vir: <https://sr.wikipedia.org>)

### 3.1 UPORABA PROGRAMSKE OPREME CATIA

Programska oprema CATIA se v podjetju največ uporablja za risanje kosov in konstrukcij. Dimenzioniramo lahko različne oblike in velikosti kosov, preverjamo njihovo ujemanje med seboj in si ustvarimo vizualno podobo izdelka v 3D-obliki.

Konstruktorja pred izdajo merilnih priprav v proizvodnjo sestavita in izrišeta vsak kos posebej s podanimi točno določenimi merami in tolerancami. Za vsak kos mora biti predviden točno določen material, iz katerega bo obdelovanec. V tem primeru se največ uporablja poboljšani material ali pa aluminij, odvisno od teže in razloga uporabe. Za vsako merilno pripravo se s pomočjo programske opreme CATIA izdelata tudi sestavna risba s kosovnico.

Sestavna risba in kosovnica pomagata pri sestavljanju merilne priprave, na njej so označene pozicije posameznih kosov in pa merilnih trnov za merjenje merjenca.

Vsaka merilna priprava ima svojo kodo in šifro (naročilo kupca), označeno z NK000 (3-mestno število), ki pripomore, da se pripadajoči obdelovanci v proizvodnji hitreje najdejo.

Med večje uporabnike programske opreme CATIA sodijo tudi Boeing Bomčrtnodier Aerospace, BMW, Porsche, Daimler Chrysler, Audi, Volkswagen, Bentley Motors Limited, Volvo, Fiat, Gestamp Automocion, Benteler AG, PSA Peugeot Citroën, Renault, Toyota, Honda, Ford, Scania, Hyundai, Škoda Auto, Tesla Motors, Proton in Tata motors (vir: wiki).

## **4 POSTOPEK IZDELAVE MERILNE PRIPRAVE**

Postopek, tj. proces snovanja in konstruiranja merilne priprave, sestavlja več ključnih korakov z različnih področjih.

### **4.1 PRIPRAVLJANJE PONUDB**

V današnjem času je ponudba pomemben del sklepanja posla. Podjetja, ki povprašujejo po določeni storitvi ali izdelku, pošljejo povpraševanja v različna podjetja s tako dejavnostjo, da jim pripravijo ponudbo. Povpraševalec ima v tem delu ključno vlogo, saj se mora na podlagi ponudb odločiti za določenega izvajalca. Ponudnika izbira po različnih ključih ter kriterijih, odvisno tudi od tega, kaj povpraševalec najbolj potrebuje.

Ponudniki se med seboj največkrat razlikujejo v ceni ponudbe. Iz tega razloga je pomemben njihov razvoj, da v primerjavi z drugimi podjetji obdržijo konkurenčnost. Vedno večji problem pa predstavljajo tudi tuji trgi, saj zaradi njihove velikosti in poceni delovne sile lahko spodbijajo ceno.

S podobno težavo se spopadajo tudi v podjetju Precisium d.o.o., saj morajo delovati tako kot konkurenca, v nasprotnem primeru bodo izgubili stik z njo. V podjetju je zelo pomembna visoka izobraženost vseh zaposlenih, kakovost in natančnost pa na njihovem področju delovanja predstavljata dve najpomembnejši vrlini. Podjetje Precisium d.o.o. je zelo napredovalo, odkar se je začelo širiti na tuje trge, saj so glede zahtev opreme morali biti primerljivi z drugimi državami.

### **4.2 POSLOVANJE NA TUJIH TRGIH**

Podjetje Precisium d.o.o. se vedno bolj uveljavlja tudi na tujih trgih. Seveda je bilo na začetku težko prodreti na svetovno tržišče. Dokazali so, da je tudi slovensko podjetje to zmožno. Danes veliko ponudb dobijo prek referenc, torej na podlagi v preteklosti dobro izdelanih merilnih priprav. Kljub širitvi v tujino so močno prisotni tudi na slovenskem tržišču, saj izdelujejo merilne priprave za podjetja, kot so: Hella, Cimos, Lama itn. Povpraševanje po njihovih storitvah je veliko, tako da imata konstruktorja s pripravo ponudb ves čas veliko dela.

Najpomembnejši del v celotni fazi izdelave je priprava ponudbe, ki mora biti narejena natančno in z upoštevanjem vseh postavk. Za pripravo ponudbe je pomembno, da se vključijo vsi stroški dela, prav tako morajo paziti, da je izdelava merilne priprave cenovno ugodna, saj v nasprotnem primeru stranko lahko izgubijo. Za ponudbo je treba pripraviti risbo merilne priprave, kakšna bi bila njena postavitvev, kako bi bil kos vpet itn., saj to stranki omogoča lažjo predstavo. Podjetja, ki podajo točne informacije o tem, kaj želijo meriti z merilno pripravo oziroma kaj vse potrebujejo za merjenje svojega kosa, olajšajo delo konstruktorjema, saj v tem primeru točno vesta, kaj morata narediti. S strankami, ki nimajo nobene zahteve, je delo velikokrat težje, saj konstruktorja ne vesta točno, kaj stranke želijo.

### 4.3 PROGRAMSKA OPREMA

Pomembna je tudi programska oprema, ki jo uporabljata konstruktorja, saj se mora podjetje prilagajati povpraševalcem, ki narekujejo zahteve. Pomembno je, da uporabljata enako programsko opremo kot povpraševalec, saj tako ni težav s pretvarjanjem dokumentov. Trenutno na področju avtomobilske industrije uporabljajo program CATIA.

V kolikor bi prišlo do spremembe/menjave programske opreme vodilnih podjetij v avtomobilski industriji, bi to pomenilo tudi nujno prilagoditev v podjetju Precisium d.o.o. Menjava programske opreme je tudi velik stroškovni zalogaj, saj pomeni nakup programske opreme in licence za program, ki jo je treba letno podaljševati. Prav tako je potrebno šolanje obeh konstruktorjev, da se spoznata s programom, ki ga bosta morala uporabljati.

### 4.4 ZAHTEVE IN ŽELJE KUPCEV

Nekatera podjetja imajo za merilno napravo načrte že izdelane, te so pripravili njihovi konstruktorji, in želijo samo ponudbo za izdelavo te naprave. Takih primerov je nekaj, a večinoma se stranke odločijo tudi za konstrukcijo same merilne priprave. Cena ponudbe je tako pripravljena na podlagi dejstva, ali stranka že ima načrt (risbo) merilne priprave ali ga je treba še izdelati.

Pomembno je, da so stranke natančne in specifične glede tega, kaj želijo preveriti z merilnimi pripravami. Po navadi se merijo dolžina kosa, luknje, ki so v kosu, ravnost kosa itn. Poleg preverjanja je prav tako pomembno, da stranke podajo tolerančna območja, v katerih naj bo merilna priprava izdelana, saj odstopanja ne morejo biti velika, upoštevati pa je treba tudi obrabljenost merilne priprave. Določene kose, ki pripadajo merilni pripravi, v merilnici preverijo večkrat, da se mere res ujemajo, saj morajo biti te tudi do mikrona natančne, odvisno pač od zahtev kupca.

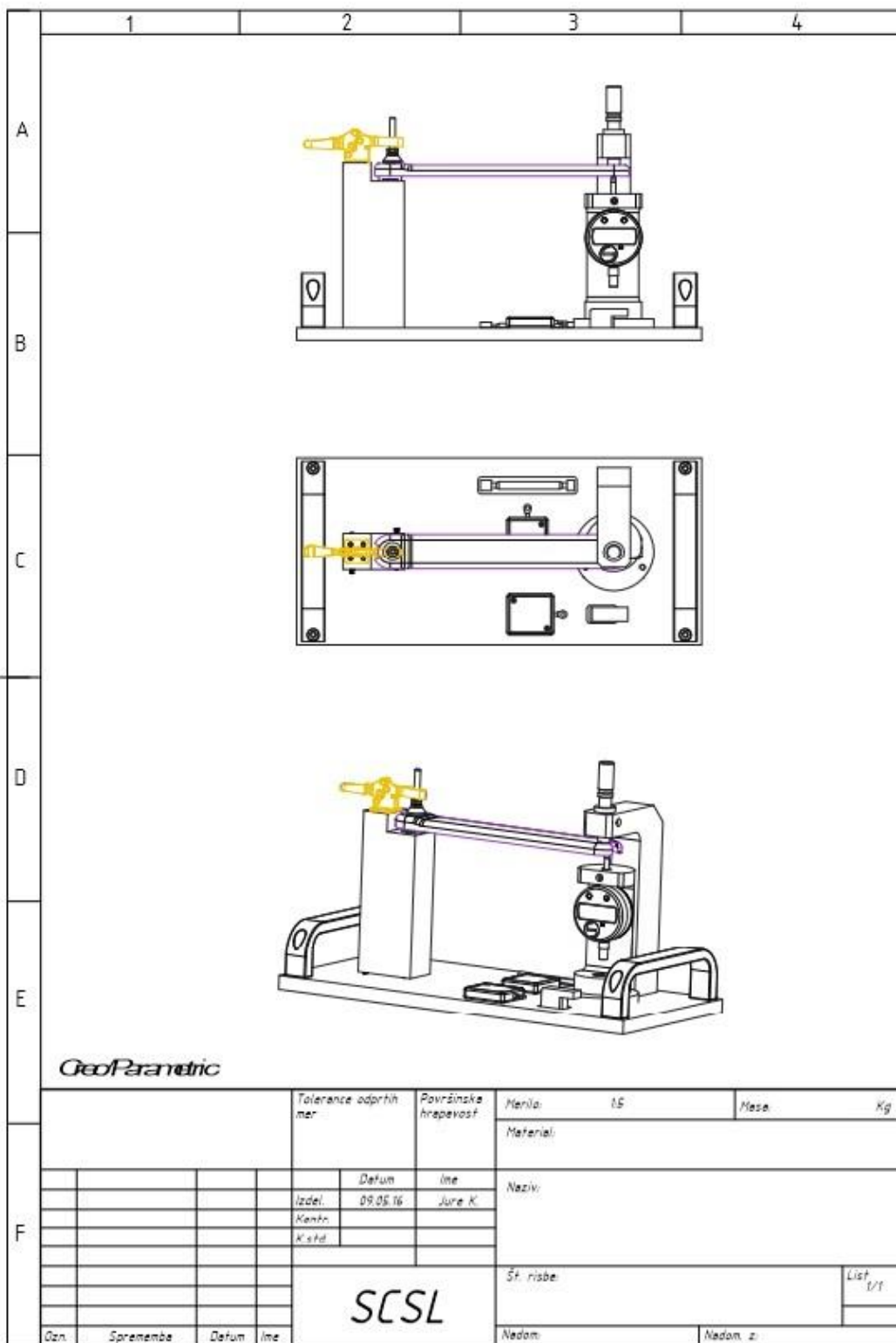
Ko ima konstruktor narisano merilno pripravo, kot si jo je zamislil, jo pošlje skupaj s ceno izdelave povpraševalcu. Cena same priprave je odvisna od njene velikosti, zahtevnosti izdelave, materiala ... Stranka ima možnost, da sporoči morebitne popravke in rok, v okviru katerega želi imeti svojo merilno pripravo izdelano.

Ko se stranka z vsemi pogoji strinja, v podjetju lahko začnejo merilno pripravo izdelovati. Stranka pošlje še vzorec izdelka, ki se bo pozneje na merilni pripravil tudi meril.

## **4.5 IZDELAVA MERILNE NAPRAVE**

Konstruktor izdelava načrte za merilno pripravo, na podlagi katerih visokousposobljeni zaposleni lahko izvedejo vsak svoj del zadolžitev. V primeru nejasnosti se obrnejo na konstruktorja merilne priprave, ki jim posreduje potrebne informacije za nadaljnje delo. Na spodnji sliki je prikazan primer konstrukcije merilne priprave, na katero je vpet tudi kos, ki ga bodo pozneje z njo merili.

Slika št. 10 prikazuje risbo merilne priprave z vsemi sestavnimi deli, kar stranki omogoča lažjo predstavbo. V tem primeru gre za dokaj preprosto merilno pripravo, kjer sta na osnovno ploščo pritrjeni dve prizmi. Ena prizma je namenjena vpenjanju kosa, druga pa ima pozicijski zatič, ki kos v celoti fiksira. Na drugi prizmi je tudi merilna ura, s katero v tem primeru merimo ravnost kosa.



Slika 10: Primer konstrukcije merilne priprave (Lastni vir)

Prav tako je mogoča izdelava merilne priprave, na kateri se lahko merita dva kosa hkrati, kot je prikazano na spodnji sliki. Takšna vrsta merilne priprave se uporablja za kose, ki jih delimo na leve in desne, kot so na primer: luči, zračniki, tečaji ...

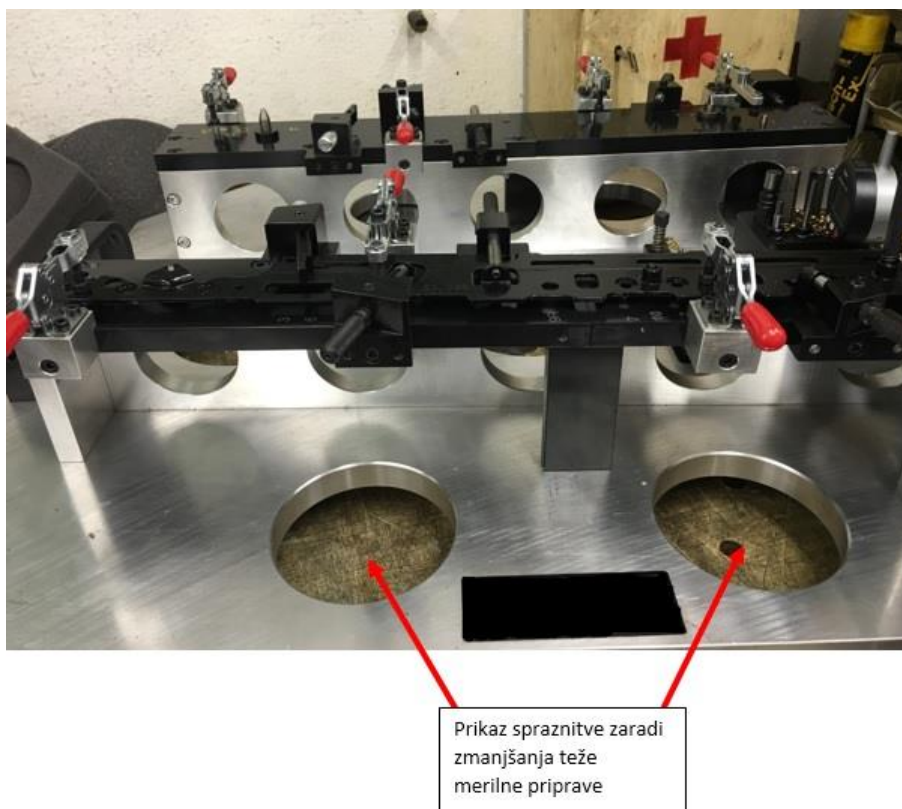
Izdelava takšne konstrukcije je še nekoliko zahtevnejša kot izdelava konstrukcije za merjenje enega kosa, saj je pomembno, da je prostor na osnovni plošči pravilno razporejen. Pomembno je tudi, kje so nameščena ročna vpenjala in drugi sestavni deli, da se med seboj ne motijo oziroma zatikajo.



Slika 11: Merilna priprava  
(Lastni vir)

#### 4.6 TEŽA MERILNE PRIPRAVE IN IZBIRA MATERIALOV

Pred izdelavo merilne priprave je treba naročiti material, iz katerega bo izdelana. Teža priprave je odvisna od njene velikosti. Pri izbiri materiala je treba upoštevati tudi obrabo delov, zato je nekatere dele treba tudi toplotno obdelati, kovinske dele pa zaščititi proti rji. Večina sestavnih delov merilne priprave je izdelana iz aluminija. Na določenih večjih elementih se naredijo luknje oziroma se naredi spraznitev, kar zmanjša težo celotne merilne priprave.

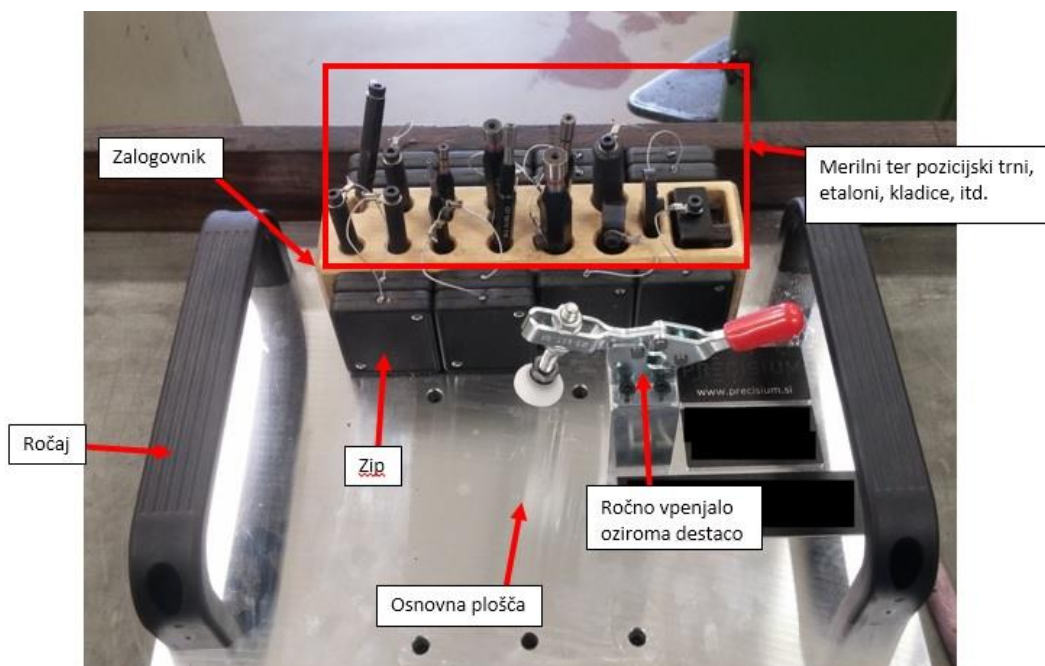


Slika 12: Prikaz spraznitve  
(Lastni vir)

#### 4.7 KOMPONENTE NA MERILNI PRIPRAVI

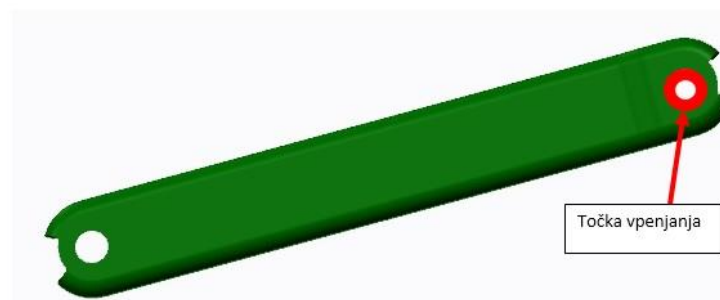
Na merilno pripravo je možno postaviti zalogovnik, ročaje in zipe, ki jih pritrdimo na osnovno ploščo, in merilne trne, da ostanejo na vrvici in se ne morejo izgubiti. Zalogovnik je namenjen shranjevanju merilnih trnov, pozicijskih zatičev, merilnih kladic in etalona, da so le-ti na svojem mestu. Poleg zalogovnika so zelo uporabni zipi, ki držijo komponente, spravljene v zalogovniku. Te komponente so merilni trni, ki se uporabljajo za preverjanje velikosti lukenj v kosu. Pozicijski trni se uporabljajo za nastavljanje pozicije kosa na merilni pripravi, etaloni za umerjanje merilnih uric, kladice pa za merjenje končnih mer.





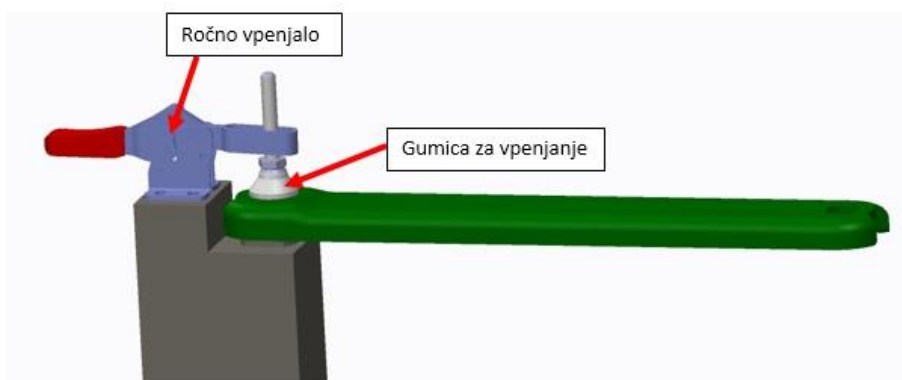
Slika 13: Komponente merilne priprave  
(Lastni vir)

Pomembna so tudi ročna vpenjala oziroma destaco, s katerimi se pritrdi kos, da ostane na svojem mestu, tako kot je prikazano na spodnji sliki. Kos se na merilni pripravi ne sme deformirati oziroma premikati, saj bi to vplivalo na rezultat merjenja.



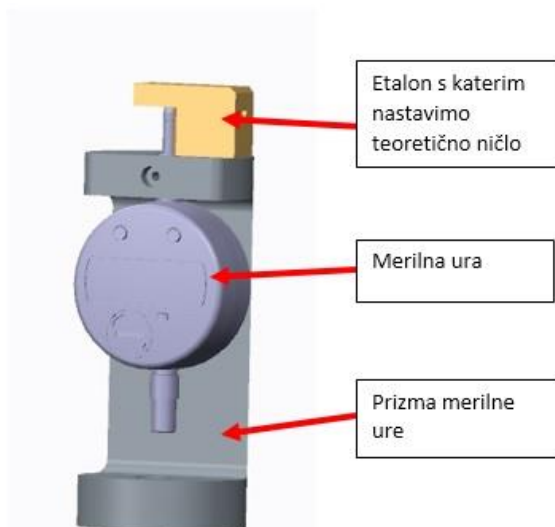
Slika 14: Točka vpenjala  
(Lastni vir)

Pri ročnih vpenjalih je pomemben način vpenjanja, ki mora biti čim enostavnejši, kar pomeni, da je zaklep in odklep vpenjal hiter, zaradi česar kos lahko zamenjajo v čim krajšem času, ki je namenjen merjenju. Treba je izbrati ustrezno vpenjalo, kar je odvisno tudi od samega kosa, ki ga vpenjamo. Ročna vpenjala se razlikujejo po velikosti, razlikujejo pa so tudi od proizvajalca do proizvajalca. Nabor je velik, zato je pomembno, da izberemo pravega.



Slika 15: Pogled ročnega vpenjala  
(Lastni vir)

V veliko primerih se potrebuje tudi merilna ura, s katero pa ne merimo razdalje, ampak odstopanja od teoretične ničle, ki jo nastavimo na merilni uri. Teoretično ničlo na merilni uri nastavimo s pomočjo etalona. Za vsako točko, ki jo merimo z merilno uro, je treba narediti sedež, ki potrebuje vodilo in naslon. Prav tako mora biti merilna ura vedno postavljena vodoravno na samo površino merjenja.



Slika 16: Prikaz postavitve merilne ure  
(Lastni vir)

## 4.7 PAKIRANJE IN IZDAJA IZDELKA

Po končani izdelavi merilne priprave mora konstruktor izdelati navodila za pravilno vpetje kosa. Navodila so za lažje razumevanje tudi grafično prikazana, in sicer je merilna priprava prikazana z vpetim kosom in brez njega. V navodilih so prav tako podane točke RPS oziroma referenčne točke, na katerih je na primer luč pripeta na karoserijo vozila oziroma na merilno pripravo.

Pakiranje in izdaja izdelka je zadnja faza v tem procesu. Pred tem pa se je seveda treba prepričati, da se risbe ujemajo z dejanskim izdelkom in da se mere v rezultatih ujemajo z merami na risbi oziroma željami naročnikov. Prav tako je treba preveriti, ali so vsi sestavni deli vgravirani.

Ko je preverjanje končano, je treba vse dele najprej očistiti in nato namazati, da preprečimo njihovo rjavenje. Nato očiščene in namazane kose povijemo s papirjem in nazadnje še s folijo. Nekatere kose se pošlje v kuverti, nekatere pa v kartonastih škatlah, odvisno od velikosti kosov. Za merilne priprave se izdelajo lesene škatle, ki se jim popolnoma prilagodijo, saj se med transportom ne smejo premikati.

Paketi se po navadi pošiljajo po pošti, nekateri pa svoje naročene kose prevzamejo osebno. Številni naročniki si tudi sami želijo ogledati delovne prostore podjetja Precisium d.o.o., njegovo opremo, stroje, tehnologijo ...

## 5 OPTIMIZACIJA PROCESA IZDELAVE MERILNE PRIPRAVE

Vsak postopek, pa tudi postopek procesa snovanja in konstruiranja merilne priprave, je skoraj vedno mogoče tudi izboljšati, optimizirati. Za priložnost optimizacije smo z analizo SWOT postavili temelje za nadaljnjo obravnavo.

### 5.1 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

Za analizo obstoječega procesa izdelave merilnih priprav smo uporabili posebno metodo, t. i. analizo SWOT. To je metoda, ki smo jo uporabili za ugotavljanje lastnosti (konkurenčnosti) obstoječega procesa. Avtorji različno opredeljujejo analizo SWOT, vsi pa so si enotni, da gre za analizo prednosti in slabosti procesa (podjetja) glede na konkurenco ter za ugotavljanje priložnosti in nevarnosti v okolju. S svojo preprosto strukturo omogoča različna vrednotenja z različnih področij (postopki, procesi, izdelki, programi).

SWOT so začetne črke štirih angleških izrazov, po katerih je analiza dobila ime (vir: wikipedia):

- S** – strengths (prednosti)
- W** – weaknesses (slabosti)
- O** – opportunities (priložnosti)
- T** – threats (nevarnosti)

V nadaljevanju je predstavljena analiza procesa konstruiranja merilnih priprav v podjetju v okviru izpostavljenih posameznih področij. Pri analizi slabosti in priložnosti

sem se osredotočil na postopek in izdelke, kar je tudi neposredno povezano s temo diplomskega dela.

<b>Prednosti</b>	<p><u>Podjetje:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dobre reference na trgu;</li> <li>• dobro poznavanje tujih trgov;</li> <li>• spremljanje konkurence in poznavanje njihovega proizvodnega programa (lastnosti izdelkov);</li> <li>• usposobljen lastni kader.</li> </ul> <p><u>Postopek:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lastno konstruiranje izdelkov;</li> <li>• agilnost, hitro prilagajanje zahtevam naročnikom in logistiki.</li> </ul> <p><u>Izdelki:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• konkurenčne cene in dokaj hitri dobavni roki;</li> <li>• dobre reference na trgu;</li> <li>• agilnost, hitro prilagajanje izdelka kupcu.</li> </ul>
<b>Slabosti</b>	<p><u>Postopek:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dvoumna in preslaba komunikacija ter premalo vloženega dela pri pripravi ponudb;</li> <li>• premalo optimizirana izdelava (organizacija, izkoristek časa ...);</li> <li>• premalo učinkovita raba materialov in predelava izmeta.</li> </ul> <p><u>Izdelki:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pomanjkljivosti pri teži izdelka;</li> <li>• pomanjkljivosti pri pakiranju izdelkov.</li> </ul>
<b>Priložnosti</b>	<p><u>Postopek:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dvig kakovosti dela pri pripravi ponudb;</li> <li>• izboljšave in agilnost ter optimizacija izdelave (organizacija, izkoristek časa ...);</li> <li>• povečanje učinkovitosti rabe materialov in predelave izmeta.</li> </ul> <p><u>Izdelki:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• izboljšave v agilnost pri teži izdelka;</li> <li>• izboljšave in agilnost pri pakiranju izdelkov.</li> </ul>
<b>Nevarnosti</b>	<p><u>Podjetje:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vstop in hitrejši razvoj novih konkurentov;</li> <li>• spremenjena vplivna zakonodaja;</li> <li>• spremenjena cenovna politika dobaviteljev.</li> </ul> <p><u>Postopek:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nezmožnost vzdrževanja agilnosti postopka.</li> </ul> <p><u>Izdelki:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nezmožnost vzdrževanja konkurenčnosti in logistične agilnosti.</li> </ul>

Podjetje mora poslovati na način, da odpravi vse z analizo ugotovljene slabosti in da se s sprejetjem novih nalog (ukrepov) izogne nevarnostim iz okolja.

## 5.2 MOŽNOSTI IZBOLJŠAVE PROCESA

Na podlagi analize SWOT ugotavljam, da so prisotne nekatere slabosti v samem postopku snovanja in konstruiranja merilnih priprav ter nekaj tudi pri končnih izdelkih. Navedene prednosti pa pomagajo, da se te lastnosti odpravijo in da se izognemo nevarnostim.

### Pripravljanje ponudb

Pripravljanje ponudb predstavlja prvi in zelo pomemben delovni paket v okviru procesa. Ponudba je sama po sebi neke vrste zagonski dokument projekta snovanja in konstruiranja merilne priprave.

1. Opis zahtev naročnika

Za pripravo ponudbe je treba natančno zajeti, analizirati in tudi dokumentirati zahteve stranke, tj. naročnika priprave. Možnosti izboljšave tega dela lahko vidimo v pripravi in uvedbi standardnega obrazca (vprašalnika) za zajem ključnih zahtev. Ta mora biti preprost, nedvoumen in razumljiv potencialnim naročnikom.

Zaželeno je, da ima tudi svojo spletno različico, ki se lahko implementira v obliki konfiguratorja priprave. Ta potencialni stranki omogoča, da prek spleta in v do treh preprostih korakih poda svoje osnovne zahteve za pripravo.

Vse zahteve je treba natančno analizirati, prav tako je treba odgovoriti na vsa vprašanja, ki vplivajo na nedvoumen zapis zahtev (ena sama interpretacija zahtev). Tudi to se lahko najhitreje izvede s pomočjo vnaprej pripravljenega obrazca, internega nadzornega seznama.

2. Kalkulacija v podjetju

Kalkulacija, tj. računanje ponudbene cene, zahteva natančno poznavanje zahtev potencialnega naročnika in ocene razpoložljivosti virov za izvedbo v podjetju. Že danes je kalkulacija cene informacijsko podprta, tako da računskih napak ne predvidevamo.

Za točno kalkulacijo je treba:

- razčleniti izvedbo na posamezne delovne naloge;

- natančno oceniti izvedbeni čas in tudi predvideti rok dobave izdelka v skladu s pričakovanji potencialnega naročnika;
- optimalno razvrstiti notranje (zaposlene) in zunanje (podizvajalci) človeške vire na delovno nalogo;
- pregledati in razvrstiti materialne vire.
- 

Možnosti izboljšave kalkulacije in planiranja proizvodnje lahko vidimo v nadgradnji informacijskega sistema za ta del postopka.

### 3. Taktika izvedbe

V podjetju se in se mora še naprej upoštevati dogovorjena taktika izvedbe snovanja in konstruiranja. Ta v osnovi določa, da se opravila z najvišjo dodano vrednostjo izvajajo v podjetju, druga, pomožna opravila pa pri pogodbenih, tj. zunanjih izvajalcih. Taka opravila so: bruniranje, kaljenje, rezkanje, struženje in podobno.

Na področju zunanjega izvajanja takih standardnih storitev je pomembno vzdrževati kakovost in ceno. Možnost doseganja tega vidimo v dolgoročnem partnerstvu z vnaprej predvidenimi konstantnimi naročili v skladu s potrebami tržišča.

### **Izdelava merilne priprave**

Pri izdelavi, snovanju in konstruiranju merilne priprave gre za proizvodni proces. In prav vsi njegovi deli so zaradi novih svetovnih trendov in konkurence že sami po sebi izpostavljeni stalnim izboljšavam.

Za uspešno in učinkovito proizvodnjo je tako včasih treba proizvodni proces organizirati na nov način. Reorganizacija in spremembe so stalnica v podjetjih, ki se neprestano prilagajajo zahtevam globalnega trga.

### 4. Spremljanje proizvodnje

Možnost izboljšav lahko vidimo v dodatnem označevanju ključnih korakov (faz) izdelave in spremljanju realizacije teh korakov.

Tako vsaka risba izdelka, ki ga spremlja skozi celotno proizvodnjo, vsebuje več oznak s črtno kodo. Število teh oznak je odvisno od števila ključnih korakov. Vsak posamezni delavec po zaključku svoje faze ta zaključek evidentira v informacijski sistem (skenira črtno kodo). Tako so na voljo podatki o trajanju posameznih proizvodnih

korakov, njihova analiza pa ponuja možnost optimizacije proizvodnje ter organizacije proizvodnega časa.

5. Agilnost  
proizvodnje

Možnost izboljšav lahko vidimo tudi v prilagajanju izvajanja proizvodnih korakov v odvisnosti od razpoložljivosti strojev.

To pomeni, da ni nujno, da si medsebojno neodvisni proizvodnji koraki sledijo po predvidenem vrstnem redu in da prihaja do morebitnih čakalnih vrst zaradi nerazpoložljivega stroja. S tem dosežemo optimalni izkoristek proizvodnega časa do dokončanja izdelkov. Prihranek časa pri izdelavi prinaša tudi možnost dodatnega nadzora v proizvodnem procesu in s tem dviga kakovosti izdelkov in storitev v podjetju.

### **Teža merilne priprave in izbira materialov**

Merilne priprave se uporabljajo več ali manj kot fiksne in nepremične naprave. Zato teža merilne priprave ne predstavlja večje težave, seveda pa izbira materiala za pripravo ne sme vplivati na točnost meritev. Če kupec želi čim lažjo prenosno merilno pripravo, se uporabi plošča iz aluminija. S tem se zagotovi najlažja varianta, ki zagotavlja, da je merilna priprava pri merjenju merjenca še vedno dovolj natančna.

6. Uporabljeni  
materiali

Možnost izboljšav lahko vidimo pri optimalni izbiri materialov, ki sestavljajo pripravo. Aluminij se po navadi uporablja zgolj za podlago ročnega vpenjala, razne roče za merilne trne in podpore.

Za sestavne dele, ki zahtevajo najvišjo natančnost, se uporabljajo trdnejši in težji materiali. Taki so merilni trni, obroči, puše in razni manjši elementi, ki so med meritvami bolj obremenjeni ali pa se hitreje lahko zlomijo.

### **Pakiranje izdelka**

Pakiranje izdelka predstavlja zadnji korak v postopku snovanja in konstruiranja merilnih priprav. Je ključnega pomena, saj slabo izvedeno in pomanjkljivo pakiranje lahko izniči ves trud, ki smo ga vložili v snovanje in konstruiranje izdelka.

7. Prostor

Prostor, kjer se pakirajo izdelki, je ključnega pomena za zagotavljanje kakovosti izdelka. Prostorski, okoljski vplivi lahko negativno vplivajo na točnost meritev, saj se lahko poškodujejo ključni sestavni deli izdelka.

Možnost izboljšav lahko vidimo v dvigu nivoja čistoče in doseganju skoraj »laboratorijskih pogojev« v prostoru za pakiranje.

#### 8. Izdaja

Pred pakiranjem in samo izdajo izdelka se izvede končni nadzor. Pregleda se dobavnice in ločeno vsak sestavni kos (merjenje) izdelka posebej.

Možni so različni načini izdaje izdelka naročniku: izdaja (dobava) po pošti, prevoz izdelka do naročnika ali osebni prevzem.

Možnosti izboljšav so še v izbiri okolju prijaznejših materialov in uporabi načinov pakiranja, ki omogočajo ponovno uporabo embalaže.

### 5.3 PREDLOG PODJETJU ZA IZBOLJŠAVO

V podjetju se je že pred mojim prihodom govorilo o možnostih za izboljšavo procesa snovanja in konstruiranja merilnih priprav. Povzetek predstavlja moje videnje teh izboljšav, ki pa so tudi bolj ali manj skladne z željami v podjetju.

Predlagano je, da se izboljšave uvedejo:

1. kratkoročno – v predvidenem roku do 4 mesecev in
2. srednjeročno – v predvidenem roku do 12 mesecev.

#### **Kratkoročna uvedba izboljšav**

Gre za izboljšave, ki zahtevajo minimalno angažiranje človeških in finančnih virov v obdobju od treh do štirih mesecev.

1. Opis zahtev naročnika Priprava in uvedba standardnega obrazca (vprašalnika) za zajem ključnih zahtev z objavo na internetu. Ta mora biti preprost, nedvoumen in razumljiv potencialnim naročnikom.
2. Taktika izvedbe Nadgradnja obstoječe politike (pravil) notranjega in zunanjega izvajanja storitev snovanja in konstruiranja priprav ter sklenitev partnerstva z zunanjimi izvajalci.
3. Agilnost proizvodnje Priprava operativnih navodil za prilagajanje izvajanja proizvodnih korakov v odvisnosti od razpoložljivosti strojev ter izobraževanje delavcev.



4. Optimalni materiali Priprava operativnih navodil za izbiro materialov, ki sestavljajo pripravo, ter izobraževanje zaposlenih.
5. Prostor Dvig nivoja čistoče in doseganje skoraj »laboratorijskih pogojev« v prostoru za pakiranje z uvedbo dodatni čistilnih sredstev in naprav.

### **Srednjeročna uvedba izboljšav**

Gre za izboljšave, ki zahtevajo sprejemljivo angažiranje človeških in finančnih virov v obdobju enega leta.

6. Opis zahtev naročnika Spletna različica obrazca za zajem ključnih zahtev, ki se implementira v obliki konfiguratorja priprave. Nadgradnja spletnih strani podjetja.
7. Kalkulacija Nadgradnja informacijskega sistema ali uvedba oblačnih aplikacij za izboljšave kalkulacije in planiranja proizvodnje ter izobraževanje zaposlenih.
8. Spremljanje proizvodnje Nadgradnja informacijskega sistema za izdelavo nalepk s črtno kodo za posamezen korak (fazo) postopka in evidentiranje realizacije posamezne faze (skeniranje črtno kode) v okviru delovnega naloga.  
  
Izdelava poslovnih poročil v okviru informacijskega sistema za spremljanje in analizo proizvodnje.  
  
Priprava uporabniških navodil in izobraževanje zaposlenih.

## **6 ZAKLJUČEK**

Med pripravo naloge sem spoznal nekatere standarde v avtomobilski industriji, ki jih morajo dosegati dobavitelji opreme in sestavnih delov. Ob tem se morajo ti dobavitelji neprestano izboljševati in optimizirati svoje procese ter postopke dela, saj le tako dosegajo konkurenčno prednost na globalnem trgu. Sam sem raziskal problem zagotavljanja kakovosti – točnosti merilnih priprav za sestavne dele v celotnem postopku (procesu) snovanja in konstruiranja. Merilna priprava je bila namenjena določenemu sestavnemu delu, kosu, ki spada k tečaju pokrova motorja vozila audi A8. Velik del praktičnega izobraževanja, ki sem ga opravil v podjetju Precisium, sem preživel z dvema sodelavcema, konstruktorjema merilnih priprav.

Med samim praktičnim delom sem spoznal merilnico kot delovni prostor (skoraj laboratorij) in merilne pripomočke. Sama merilnica je zelo pomembna v procesu dela, saj se tam preveri točnost merilnih priprav na posameznih izdelkih. Ugotavljam, da je zagotavljanje optimalnih delovnih pogojev v merilnici velik izziv za podjetje, ki pa ga v podjetju uspešno premagujejo.

Preden se merilna priprava konstruira in preveri v sami merilnici, je predhodno računalniško snovana (načrtovana). V ta namen se uporablja programska oprema CATIA, ki sem jo podrobneje spoznal. V podjetju jo uporabljajo za natančen izris obdelovancev in merilnih priprav. Med samo uporabo programske opreme sem spoznal, da sta za kakovostno in hitro snovanje priprav potrebna redno delo s to programsko opremo, da se izkoristijo vse njene lastnosti, pa tudi sprotno izobraževanje. Za pravilno in tudi hitro delovanje se mora zagotavljati tudi ustrezna in zmogljiva računalniška oprema.

Med raziskovanjem sem natančno spoznal postopek (proces) snovanja in konstruiranja merilnih priprav v podjetju. Za analizo procesa sem uporabil posebno metodo, t. i. analizo SWOT, in tako spoznal ter predstavil njegove prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti. Na podlagi analize SWOT ugotavljam, da so nekatere slabosti v samem postopku, zato sem postavil hipotezo: »Preprost postopek snovanja in konstruiranja merilne priprave neposredno vpliva na kakovost izdelka in le nedvoumno razumljiv inženirjem v največji možni meri minimalizira možnost napake v postopku.« Analiza slabosti in priložnosti je nakazala možnosti za optimizacijo samega procesa, saj menim, da mora podjetje poslovati na način, da odpravi vse z analizo ugotovljene slabosti in da se s sprejetjem novih nalog (ukrepov) izogne nevarnostim iz okolja.

Ugotavljam, da je za uspešno in učinkovito proizvodnjo treba reorganizirati sam postopek snovanja in konstruiranja. Spremembe prinašajo prilagajanje zahtevam globalnega trga. Ugotovil in predstavil sem osem možnosti (priložnosti) izboljšav procesa snovanja in konstruiranja priprav. Te priložnosti sovpadajo tudi z že predhodnimi ugotovitvami zaposlenih v tem podjetju. Je pa tak zunanji pogled zelo pomemben za vodstvo, saj pripomore, da se s temi spremembami lahko poistoveti in jih implementira.

Zavedam se, da ne gre vse takoj in naenkrat, zato sem predlagal uvedbo izboljšav v dveh različnih obdobjih:

1. kratkoročno – gre za izboljšave, ki zahtevajo minimalno angažiranje človeških in finančnih virov v obdobju od treh do štirih mesecev;
2. srednjeročno – gre za izboljšave, ki zahtevajo sprejemljivo angažiranje človeških in finančnih virov v obdobju enega leta.

Na podlagi praktičnega dela, samih raziskav in analize procesa ter ugotovitev analize SWOT smo postavljeno hipotezo tudi potrdili.

Menim, da je bila tema diplomske naloge »Snovanje in konstruiranje merilnih priprav« zelo zanimiva in primerna za moje nadaljnje strokovno delo. V času praktičnega

izobraževanja sem se dodobra spoznal tudi z delom s strankami, tako naročniki (kupci) merilnih priprav kot podizvajalci posameznih storitev, potrebnih pri snovanju in konstruiranju priprav. Pridobljeno znanje in tudi sam postopek izdelave lahko prenašam naprej. A ne samo delo s stroji in drugo opremo, prav tako dobrodošla izkušnja je bila zame delati drugje, zunaj družinskega podjetja. V tujem okolju sem se seznanil s številnimi vrlinami, s katerimi se dotlej še nisem spoznal, a mi bodo v mojem poklicnem delovanju prišle še kako prav.

## LITERATURA IN VIRI

- [1] CAD, CAM, CAE tehnologija. Elektronski vir. Pridobljeno oktober 2020 z naslova <http://cadcam.spts.si/>.
- [2] Fane, B. (2016). AutoCAD For Dummies. New York: John Wiley & Sons Inc.
- [3] Groover, M. P. (2008). CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing 1st Edition. New York: Pearson.
- [4] Merilni trn se uporablja za preverjanje in merjenje različno velikih izvrtin. Elektronski vir. Pridobljeno oktober 2020 z naslova <http://www.exacta-normalije.si>.
- [5] Optični orodni mikroskop oziroma kamera za merjenje. Elektronski vir. Pridobljeno april 2016 z naslova <http://www.conamaste.si/slo/oprema/>.
- [6] Precisium d.o.o. Elektronski vir. Pridobljeno april 2016 in oktober 2020 z naslova <https://www.precisium.si/>.
- [7] Programska oprema CATIA. Elektronski vir. Pridobljeno oktober 2020 z naslova <https://sl.wikipedia.org/wiki/CATIA>.
- [8] SWOT analiza. Elektronski vir. Pridobljeno oktober 2020 z naslova [https://en.wikipedia.org/wiki/SWOT\\_analysis](https://en.wikipedia.org/wiki/SWOT_analysis).