

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
STROJNIŠTVO

Jure ŠPARAŠ

**KONSTRUIRANJE IN IZDELAVA PRIPRAV ZA
PROIZVODNJO V PODJETJU ADK D. O. O.**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2025

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
STROJNIŠTVO

Jure ŠPARAŠ

**KONSTRUIRANJE IN IZDELAVA PRIPRAV ZA PROIZVOD-
NJO V PODJETJU ADK D. O. O.**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

**DESIGNING AND MANUFACTURING PRODUCT EQUIPMENT
AT ADK D. O. O.**

GRADUATION THESIS

Higher vocational studies

Maribor, 2025

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so mi pomagali pri šolanju, praktičnem izobraževanju ter pisanju tega diplomskega dela.

Posebej se zahvaljujem mentorju Draganu Gogiću, mag. inž. metalurgije in materialov ter mentorici v podjetju Elmi Šarkinović, dipl. inž. str., ter družini, ki mi je skozi izobraževanje stala ob strani.

Zahvaljujem se tudi podjetju ADK d. o. o., ki mi je omogočilo praktično izobraževanje in pisanje tega diplomskega dela ter vsem zaposlenim.

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Jure Šparaš, rojen 04. 09. 2002 v Mariboru, študent Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, programa strojništvo, izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom *Konstruiranje in izdelava priprav za proizvodnjo v podjetju ADK d. o. o.* avtorsko delo.

V diplomskem delu so vsi uporabljeni viri in literatura konkretno navedeni; teksti niso prepisani brez navedbe avtorjev.

Diplomsko delo je lektorirala Nataša Jus, prof. slovenščine in teologije, ključno dokumentacijsko informacijo sem prevedel Jure Šparaš.

Kraj in datum: _____

Lastnoročni podpis študenta/-ke: _____

MENTORSTVO

Diplomsko delo je zaključek Višješolskega strokovnega študija, smer strojništvo, opravljeno je bilo na Tehniškem šolskem centru Maribor, Višji strokovni šoli.

Študijska komisija Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole je za mentorja diplomskega dela imenovala Dragana Gogića, mag. inž. metal.in mater..

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: _____

Član/mentor: _____

Član: _____

Član/somentor: _____

Datum diplomskega izpita: _____

POVZETEK

Diplomsko delo obravnava postopek konstruiranja in izdelave priprav za proizvodnjo v podjetju ADK d. o. o., kjer sem sam ta proces spoznal med opravljanjem obveznega praktičnega izobraževanja v sklopu študija VSŠ TŠC Maribor. Končane priprave služijo za sestavo in montažo sklopov iz potrebe po izboljšanju učinkovitosti, natančnosti in ekonomičnosti montažnih procesov. Namen in cilji diplomskega dela so usmerjeni v iskanje tehnično ustreznih rešitev, ki bi s svojimi prednostmi pripomogle k večji konkurenčnosti podjetja in zmanjšale pritisk na delavca, ki jih uporablja.

V drugem poglavju je opisano podjetje, njegov proizvodni program in obstoječ postopek sestavljanja in montaže sklopov ter pri tem prisotna problematika. Predstavljena so teoretična izhodišča za razvoj konstrukcijskih zasnov ter postopki od idejne zasnove do uporabe CAD/CAM tehnologij, razreza materiala, varjenja po postopku MIG/MAG, ki predstavlja ključni del proizvodnega postopka.

V tretjem poglavju so predstavljeni moji projekti in izzivi na treh primerih. Prvi je regal za pozicije, drugi dve sta pripravi za varjenje pozicij v sklope. Pri vseh je predstavljen celoten potek aktivnosti; od tega, da sem dobil nalogo od delovodje, da sem sam razmišljal pri razvoju do priprave končne tehnične dokumentacije. Analiza stroškov predstavi prednosti, ki jih priprava prinese v smislu večje natančnosti v krajšem času.

Na koncu so predstavljene izboljšave, ki so jih priprave dejansko prinesle v proizvodnjo ter pomen načrtovanja priprav za povečanje produktivnosti za višjo kakovost izdelkov in zmanjšanje stroškov. Naloga se zaključi z ugotovitvijo, da sistematično načrtovane in izdelane priprave pomembno prispevajo k izboljšanju proizvodnih procesov, hkrati pa predstavljajo osnovo za nadaljnje izboljšanje procesa realizacije proizvoda.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	621:338.3(043.2)
KG	konstruiranje/priprave za proizvodnjo/ADK d. o. o./CAD
AV	ŠPARAŠ, Jure
SA	GOGIĆ, Dragan (mentor), ŠARKINOVIĆ, Elma (so-mentorica)
KZ	SI – 2000 Maribor, Zolajeva 12
ZA	Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2025
IN	KONSTRUIRANJE IN IZDELAVA PRIPRAV ZA PROIZVODNJO V PODJETJU ADK D. O. O.
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	XI, 32 str., 1 tab., 27 sl., 5 pril., 15 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<i>V diplomskem delu je na 3 primerih prikazan postopek izdelave priprav za proizvodnjo v podjetju ADK d. o. o., ki je skupaj s teoretičnimi izhodišči o postopkih predstavljeno v uvodu. V osrednjem delu sem se osredotočil na opis postopka za načrtovanje priprav in argumentiral rešitve, ki sem jih našel in uporabil pri načrtovanju. Na koncu je predstavljena analiza stroškov in prihrankov brez in z uporabo priprav s predstavljenimi časovnimi prihranki v tabeli.</i>

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dd
- DC 621:338.3(043.2)
- CX designing/product equipment/ADK d. o. o./CAD
- AU ŠPARAŠ, Jure
- AA GOGIĆ, Dragan (mentor), ŠARKINOVIĆ, Elma (co-mentor)
- PP SI – 2000 Maribor, Zolajeva 12
- PB Technical School Centre Maribor, Higher Vocational College
- PY 2025
- TI DESIGNING AND MANUFACTURING PRODUCT EQUIPMENT AT ADK D. O. O.
- DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)
- NO XI, 32 p., 1 tab., 27 fig., 5 ann., 15 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB *In the graduation thesis I present the designing and manufacturing process on 3 different manufacturing aids at ADK d. o. o. company, which together with theoretical knowledge is presented in the introductory part. In the central part I focused on describing the process of designing and manufacturing product equipment and presented the solutions I found and used when designing. The final part consists of pros and cons with the comparison of work with and without manufacturing equipment focusing on time savings and manufacturing quality.*

KAZALO VSEBINE

ZAHVALA	II
IZJAVA O AVTORSTVU	III
MENTORSTVO.....	IV
POVZETEK	V
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	VI
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	VII
KAZALO VSEBINE.....	VIII
KAZALO SLIK.....	IX
KAZALO TABEL.....	X
KAZALO PRILOG	XI
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA	1
2 PREGLED STANJA	2
2.1 PREDSTAVITEV PODJETJA.....	2
2.2 PROIZVODNI PROGRAM	4
2.3 PREDSTAVITEV OBSTOJEČEGA STANJA SESTAVLJANJA IN MONTAŽE SKLOPOV... 4	
2.4 PRISOTNA PROBLEMATIKA	5
2.5 TEORETIČNA IZHODIŠČA ZA IZVEDBO KONSTRUKCIJSKIH ZASNOV IN IZDELAVO PRIPRAV	6
2.5.1Predstavitev idejne zasnove	6
2.5.2CAD/CAM.....	7
2.5.3Postopki razreza materiala	8
2.5.4Varjenje po MIG/MAG postopku	10
3 KONSTRUIRANJE IN IZDELAVA PRIPRAV ZA SESTAVO IN MONTAŽO SKLOPOV	13
3.1 PREDSTAVITEV IDEJNE ZASNOVE	13
3.2 IZVEDBA ZASNOV POSAMEZNIH PRIPRAV ZA SESTAVO IN POZICIONIRANJE	13
3.3 PREDSTAVITEV SKLOPA IN REGALA ZA POZICIJE	14
3.4 IZDELAVA PRIPRAV	20
3.4.1Priprava 1.....	20
3.4.2Priprava 2.....	22
3.5 ANALIZA STROŠKOV IN DOSEŽENIH PRIHRANKOV	27
3.6 KONSTRUKCIJSKA DOKUMENTACIJA.....	30
4 ZAKLJUČEK	31
5 VIRI	32
PRILOGE	

KAZALO SLIK

Slika 1: Logotip podjetja ADK d. o. o.	2
Slika 2: Proizvodni obrat v Hočah.....	2
Slika 3: Podvozje avtodvigala	4
Slika 4: Logotip Creo	7
Slika 5: Shema glave laserja.....	8
Slika 6: Shema plazemskega rezalnika.....	10
Slika 7: MIG/MAG varilni aparat	11
Slika 8: Shematični prikaza MIG/MAG varjenja	12
Slika 9: EURO paleta	15
Slika 10: Regal za pozicije – tloris.....	15
Slika 11: Regal za pozicije – stranski pogled.....	16
Slika 12: Pozicije brez regala	16
Slika 13: Regal – izometrija	17
Slika 14: Sestavljen regal pred barvanjem	18
Slika 15: Končana regala pred proizvodno halo.....	19
Slika 16: Prikaz shranjevanja regalov	19
Slika 17: Naložen regal v uporabi	20
Slika 18: Priprava 1 s sklopom.....	21
Slika 19: Priprava 1	21
Slika 20: Delavec s staro pripravo 2.....	22
Slika 21: Stara priprava 2	23
Slika 22: Osnovna plošča	23
Slika 23: Priprava 2	24
Slika 24: Priprava 2 skupen prikaz	25
Slika 25: Priprava 2, 1. artikel	25
Slika 26: Priprava 2, 2. artikel	26
Slika 27: Izdelana priprava 2	27

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerjava dela brez in z uporabo priprave	29
------------------------------------------------------------	----

KAZALO PRILOG

PRILOGA A1: Sestavna risba regala za pozicije

PRILOGA A2: Sestavna risba polic v regalu

PRILOGA A3: Zaporedje sestave regala

PRILOGA B: Sestavna risba priprave 1

PRILOGA C: Sestavna risba priprave 2

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

V proizvodnji podjetja ADK d. o. o. se večinoma proizvajajo zvarjenci velikih dimenzij, ki so sestavljeni iz več sklopov. Zaradi hitrejše in enostavnejše proizvodnje si prizadevamo čim več enakih podsklopov, ki ustrezajo večjemu številu končnih produktov, zato prihaja v proizvodnji do potrebe po natančni in kakovostni sestavi pozicij v podsklope, kjer je po standardnem načinu sestave težko doseči željeno ponovljivost.

Standardni način sestavljanja pozicij, ki se izvaja trenutno, je merjenje s tračnim metrom in označba z zarisovalno iglo ali kredo in nato postopek točkovnega varjenja ter poznejšega prilagajanja. Tako delo je pri večjem številu sklopov zamudno, zmanjša se tudi natančnost izdelave. Zato je izdelava natančnih priprav, ki jih delavec razume in zna uporabljati, ključnega pomena. Podsklopi izdelani s pripravami omogočajo tudi varjenje z robotom; trenutno se ročno varijo.

1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA

Namen je skonstruirati priprave, ki delavcu, ki sestavlja pozicije, znatno olajša delo, zmanjša proizvodni čas ter izboljša kakovost in natančnost izdelave ter zagotovi ponovljivost izdelave.

Cilji diplomskega dela so:

- predstaviti podjetje,
- proizvodni program,
- obstoječ postopek sestave podsklopov, ter problematiko,
- predstaviti teoretična izhodišča za konstruiranje priprav,
- predstavitev postopka konstruiranja priprav za lažjo izdelavo polizdelkov,
- predstavitev treh različnih priprav, ki sem jih konstruiral,
- analizirati stroške in dosežene prihranke.

2 PREGLED STANJA

2.1 PREDSTAVITEV PODJETJA

Podjetje ADK d. o. o. katerega logotip prikazuje slika 1, je bilo ustanovljeno leta 1995, tako letos praznuje 30 let in je trenutno eno največjih slovenskih podjetji v kovinsko predelovalni industriji. Izdelujejo jeklene konstrukcije iz fino zrnatega jekla, za določene končne izdelke pa opravljajo tudi montažo.

Slika 1: Logotip podjetja ADK d. o. o.



Vir: (ADK, d.o.o., 2025)

Sedež podjetja in največji proizvodni program je na sliki 2 in je v Hočah, kjer sem v sklopu študija opravljal praktično izobraževanje; obrati so še v Mariboru na Teznu, v Dolanah ter od leta 2006 tudi v Bosni in Hercegovini v kraju Novi Travnik. Ves čas se podjetje širi in nadgrajuje ter dograjuje hale na vseh lokacijah. Skupna površina vseh pokritih površin tako znaša 67.000 m². Podjetje je lani imelo rekordno leto z več kot 140 mio. € prodaje, nad 28.000 ton proizvedenih kovinskih konstrukcij in z več kot 1500 zaposlenimi delavci.

Slika 2: Proizvodni obrat v Hočah



Vir: (ADK, d. o. o., 2019)

Podjetje ima certificiran sistema vodenja kakovosti po ISO 9001, katerega temeljna načela in usmeritve za doseganje trajnostnega razvoja procesov so:

- stalno izboljševanje in posodabljanja sistema ter spremljanje kakovosti procesov vodenja kakovosti,
- vzdrževanje partnerskega odnosa z naročniki in dobavitelji v skladu s strategijo podjetja, ter negovanje pozitivnega odnosa v poslovnem ter lokalnem okolju,
- skrb za naročnika, izpolnjevanje zahtev, preseganje njegovih pričakovanj v skladu z zakonskimi zahtevami v okolju, kjer deluje,
- nenehno izobraževanje in strokovno usposabljanje zaposlenih ter razvoj kompetenc za kakovostno izvedbo storitev in proizvodov,
- zagotavljanje varnega in zdravega delovnega okolja,
- zagotavljanje virov za izvajanje politike kakovosti.

Za nadzor proizvodnih delovnih aktivnosti je usposobljen kader, v posameznih fazah izdelave proizvoda se izvajajo ne porušitvene preiskave (NDT). Izvaja se kontrola varov z magnetnimi delci (MT), radiografski nadzor (RT), ultrazvočna nadzor (UT), vizualna preiskava (VT), nadzor s tekočimi penetranti (PT). Kontrolorji so certificirani v skladu s standardi: EN 473, ISO 9712, SNT – TC – 1 A (ASNT) ter Phased Array metodo (UT).

V sklopu sistema načrtovanja in vodenja proizvodnega procesa v podjetju je za kakovostno obdelovanje delovnega procesa zadolžena služba operativne priprave proizvodnje. Zagotavljati morajo: skladnost in ustreznost tehnološko delovne dokumentacije in ustreznost materiala. Pomožna delovna sredstva, potrebna za izvedbo posameznih del, v skladu s tehnološkimi zahtevami, zagotovi vodstvo proizvodnje. Za posamezna delovna mesta je vedno zagotovljena ustrezna dokumentacija, ki vsebuje: načrt, kosovnico, tehnološko navodilo, tehnološko spremni list ter načrt nadzora (merski protokol, varilni protokol, lakirni protokol, protokol tlačnega nadzora).

Potek načrtovanja in obvladovanja proizvodnje poteka v naslednjem zaporedju:

- prejem naročila s strani kupca (dokument NR0), vsako naročilo ima kupčevo številko,
- prenos dokumentacije od naročnika v sistem ADK, izdelava tehnologije oziroma določitev tehnoloških operacij,
- naročilo proizvodnji (dokument NR 1), lansiranje delovnega naloga (status PL – planirano, PF – planirano fiksirano, LN – lansirano neaktivno, LA – lansirano aktivno, KO – končano),
- iz operacije NR 1 je treba kreirati delovni nalog z zaporedno številko in vanj preplanirati ident,
- delovni nalog se razdeli na posamezne izdelke (01 za posamezne elemente, 02 za zvarjence),
- izdelava se Tehnološko spremni list s seznamom tehnoloških operacij,
- izdelajo se skupine za lokacije proizvodnje (H za Hoče, D za Dolane, T za Novi Travnik, M za Maribor),
- izdelajo se krojne pole za razrez materiala,
- v primeru izdelave na lokaciji Novi Travnik se izdelava naročilo (ADK, d. o. o., 2019).

2.2 PROIZVODNI PROGRAM

Končni proizvodi podjetja ADK d. o. o. so naprave za vertikalni dvig tovora, kot so avto-dvigala, dvigala na gosenicah ter stroji, ki se uporabljajo v rudarstvu ter gradbeništvu, kot so bagri za kopanje rude in drugih materialov v odprtih kopih, ter deli strojev. Največji delež predstavlja delo za nemškega giganta na področju gradbenih strojev Liebherr-International AG, za katerega se izdelujejo podvozja in obračala za avtodvigala, eno od njih je prikazano na sliki 3, podvozja za goseničarje, nosilci gosenic, roke za bagre. Na deležu proizvodov se dela tudi montaža hidravlične in elektro opreme, da so le ti pripravljeni na poznejšo končno montažo v eni izmed kupčevih tovarn ali pa za direktno uporabo na delovišču, kjer bo stroj oddelal vso svojo življenjsko dobo.

Slika 3: Podvozje avtodvigala



Vir: (ADK, d. o. o., 2019)

2.3 PREDSTAVITEV OBSTOJEČEGA STANJA SESTAVLJANJA IN MONTAŽE SKLOPOV

Obstoječi sistem sestavljanja in montaže sklopov je standarden in bi ga moral poznati vsakdo, saj izhaja iz nivoje srednješolskega izobraževalnega programa kot sledi v nadaljevanju.

1. Priprava orodja in materiala

Delavec posamezne pozicije dobi skupaj z delovnim nalogom na paleti v njegovo delovno postajo. Prav tako dobi tudi potrebne načrte in tehnološko spremni list. Preveriti mora ustreznost materiala (tip materiala, velikost, kakovost površine, število glede na kosovnico). Treba je skrbeti, da se materiali med nalogi ne mešajo zaradi sledenja šaržnih števil.

2. Zarisovanje

Po pregledu načrtov si mora delavec zarisati, kje mora zavariti posamezno pozicijo. Uporablja risalne igle, flomaster ali kredo ter merilna orodja, kot so pomično merilo in tračni meter, tudi indikatorje (kotniki).

Zarisane oznake so vidne, obstaja možnost, da se med nastavljanjem pozicij izbrišejo. Proces je zamuden, točnost je odvisna od ročnih spretnosti delavca.

3. Predsestavljanje

Delavec nato postavi oziroma sestavi pozicije v želeni položaj s pomočjo primežev, kotnikov, magnetov, ki pozicijo začasno držijo na željeni lokaciji z željenim nagibom. Uporabljajo se začasne točkovne zavaritve na ključnih mestih glede na geometrijsko obliko pozicije. Mora se preveriti pozicijo in naklon. Ob odstopanju ju je treba prilagoditi. Zelo težko je zagotoviti popolno ponovljivost.

4. Varjenje

Uporabljajo se MIG/MAG varilni aparati, varilec skrbi za pravilno zaporedje in tehniko varjenja, da ni deformacije zaradi segrevanja, nepravilnosti v varu ter neenakomernega vara.

Ponovno je var/varjenje, izdelek odvisen/odvisno od znanja varilca.

5. Nadzor

Po varjenju se še enkrat preveri mere, poravnost, vare, nagibe glede na zahteve načrta.

Ob odstopanju se izvede popravilo. Le ta so včasih zamudna in stroškovno zahtevna. Vsako ponovno varjenje zaradi vpliva toplote oslabi konstrukcijo sklopa in zmanjša kakovost zvara.

Pri večjih napakah je treba zavreči celoten sklop.

Značilnosti tega sistema so torej:

- velika odvisnost od znanja, izkušenj ter ročnih spretnosti delavca,
- zamuden proces zaradi merjenja in zarisovanja,
- veliko možnosti za napake,
- mala ponovljivost in natančnost,
- neučinkovita poraba časa in veliki stroški mogočih potrebnih popravil,
- ergonomija dela sploh ni upoštevana.

Takšen sistem je sprejemljiv za manjše serije in specifične individualne sklope, katere se ne izdeluje pogosto in se strošek izdelave priprav ne bi povrnil.

2.4 PRISOTNA PROBLEMATIKA

Največja problematika, ki je prisotna, je ponovljivost kakovosti oziroma natančnosti izdelave sklopov in olajšanje dela tistemu, ki sklop sestavlja. Problematika ni omejena samo na to podjetje, temveč na celotno panogo.

Zaradi nadaljnje montaže sklopov tudi teh na sklope, ki niso narejeni v istem podjetju in jih ne moreš in ne smeš prilagajati je nujna ponovljivost natančnosti sklopov, ki se jih izdelava. To pomeni, da mora biti prvi komad v seriji enak zadnjemu, ter vsem ostalim v vseh serijah, le tako se lahko ob morebitni menjavi skozi delovno dobo stroja del zamenja brez prilagoditev.

Ker se zaradi manjšanja stroškov želi standardizirati določene sklope, je še toliko bolj pomembno, da so podsklopi natančno izdelani, saj morajo biti vgrajeni na različne sklope.

Priprave olajšajo delo delavcu, ki del sestavlja, saj je namen izdelave priprav, da lahko pozicije vstaviš le na en način in ne moreš narediti napake oziroma se moraš zelo potruditi, da narediš napako in pozicijo vstaviš narobe v pripravo. Priprave so načrtovane tako, da olajšajo delo delavcu iz ergonomskega vidika in se mu ni treba več sklanjati, čepeti okoli sklopa, ampak ima podsklop na mizi, ob kateri lahko stoji ali sedi ter zlahka doseže vse dele podsklopa.

Če je serija delov, ki jih delamo s pripravami, je potem tudi lažje in hitreje varjenje z robotom. Ko je enkrat napisan program in narejena priprava za katero vemo, da lahko delavec z njeno pomočjo sestavi sklop praktično brez napake, je potem le vprašanje vpetja na robota in varjenja. Ni treba pregledovati vsakega kosa, če je netočna mera in ali se bo robot zaletel in povzročil škodo na zvarjencu oziroma sklopu ali na delu opreme robota.

Cilj je, da je delavec zadovoljen, naredi več oziroma boljše kot brez priprave ter boljše kakovosti.

2.5 TEORETIČNA IZHODIŠČA ZA IZVEDBO KONSTRUKCIJSKIH ZASNOV IN IZDELAVO PRIPRAV

Podjetje ADK d. o. o. se specializira za proizvodnjo kovinskih konstrukcij, ki jih držijo skupaj vari, katerih kakovost je ključnega pomena. Zaradi številnejših enakih izdelkov, pri katerih je potrebna ponovljivost in natančnost, se je pojavila potreba po pripravah, ki zagotovijo natančnost izdelave, ponovljivost na več serij, ter delavcu olajšajo sestavo. Namen je razviti ergonomsko prijazne priprave, prilagojene na enega ali več tipov izdelka, ki bodo izboljšale prej navedena področja.

Cilj je zmanjšati čas priprave na delo, saj si delavec nastavi pripravo in naredi celotno serijo izdelkov enega tipa. Na pripravi za več tipov potem lahko izdelava še celo serijo druge različice izdelka. Večja kot je serija, večji so prihranki. V ta namen je treba prilagoditi tudi delovne naloge, da se združi enake naloge in je serija večja.

Za vpetje priprav se že uporabljajo specializirane varilne mize s serijo pripomočkov za vgradnjo na mizo, ki izboljšajo ergonomijo dela, zato podjetje želi ohraniti sistem, ki deluje pri izdelkih, kjer je to mogoče. Na primer: ušes za podporne ročice ne moreš montirati na varilski mizi. Tam pa lahko sestavljaš manjše pozicije v sklope.

2.5.1 Predstavitev idejne zasnove

Postopek izdelave priprav je sestavljen iz več faz, ki so predstavljene v nadaljevanju.

Faze dela so:

Faza 1: Analiza potrebe po pripravi. Pregled obstoječih in ponovljivih izdelkov.

Faza 2: Konceptna zasnova oziroma 3D model ter predstavitev različnih variant.

Faza 3: Konstruiranje, priprava načrtov ter izdelava testne priprave za preizkus.

Faza 4: Po potrebi optimizacija priprave.

Faza 5: Vključitev v proizvodnjo.

Z uvedbo priprav je tako podjetje ADK d. o. o. izboljšalo produktivnost, kakovost in ergonomijo delavca. Dolgoročno je prihranilo na času, materialu in stroških reklamacij.

2.5.2 CAD/CAM

Kratica CAD/CAM predstavlja Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing, kar v slovenščini pomeni računalniško podprto načrtovanje oziroma proizvodnja. To je način digitalnega ustvarjanje 2D-risb in 3D-modelov resničnih izdelkov, še preden so dejansko izdelani, omogoča neskončno spreminjanje brez stroškov, oslabitve materiala le v digitalnem svetu na računalniku. To omogoča simulacije, preglede, spreminjanje zasnov in je zelo koristno za inovativne izdelke in izdelke, ki se zelo razlikujejo med seboj. (PTC, 2025)

V podjetju ADK d. o. o. za CAD program uporabljajo Creo Modeling 20.6, katerega logotip je na sliki 4, ki je nadgradnja programa Creo Parametric, ki sem ga le malo poznal iz srednje šole, ko nam je bilo samo pokazano, kako lahko iz modela surovca in modela končnega izdelka naredimo program za obdelavo na CNC stroju. Ker smo se v srednji šoli računalniškega modeliranja učili izključno v programu Solidworks, je bilo delo s programom Creo Modeling nekaj čisto novega. Predvsem je drugačen način izdelovanja modela, funkcije so sicer podobne. Najbolj mi je bilo všeč, kako enostavno lahko spreminjaš že obstoječe modele in knjižnico, ki je naložena v programu. Z internim priročnikom za izdelavo tehnične dokumentacije sem se naučil uporabljati in delati s programom, kjer je na primeru nosilca za čitalca kod prikazan princip delovanja programa ter s skripto modula Računalniško modeliranje, ki sem ga obiskoval lani v drugem semestru. Tako sem imel dostop do programa in primerov, na katerih sem lahko vadil ter tako izdelal vse 3D modele iz skripte, veliko mi je pomagala tudi podpora, ki obstaja znotraj programa (PTC, 2025).

Slika 4: Logotip Creo



Vir: (PTC, 2025)

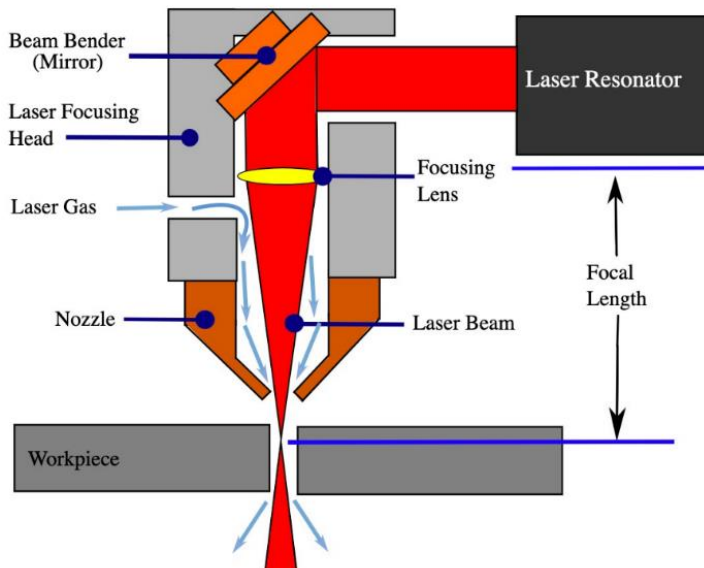
Leta 1985 je dr. Samuel Geisberg ustanovil podjetje Parametric Technology Corporation (PTC) in opredelil radikalno nov pristop k programski opreми CAD. Ta inovacija je privedla do prve programske opreme CAD za parametrično in na značilnostih temelječe trdne snovi na trgu, ki je danes znana kot Creo, industrijski standard za programsko opremo za načrtovanje in razvoj izdelkov (PTC, 2025).

2.5.3 Postopki razreza materiala

Za razrez materiala so se včasih uporabljale škarje, žaga in drugo orodje za razrez. Z razvojem CNC tehnologije je napredoval tudi razrez in so dandanes CNC laserji in CNC plazemski rezalniki nepogrešljiv del proizvodnje vsakega podjetja, v kovinsko-predelovalni industriji.

Lasersko rezanje deluje tako, da se material, ki ga želimo rezati z uporabo visoko intenzivnega laserskega žarka raztali in delno upari po poti, kjer potuje laser. Laserski žarek ima po navadi moč med 1 in 6 kW in premer med 0,1 do 0,3 mm. Takšni laserji lahko režejo material največje debeline med 30 in 40 mm. Na to vpliva sam material oziroma njegova gostota. Moč se lahko spreminja glede na vrsto materiala in njegovo debelino. Tako lahko razrežemo poljubne oblike iz materialov, kot so mehko, ogljikovo in nerjaveče jeklo, ter jeklene zlitine, aluminij, tudi nekovinske materiale, kot so volna, plastika, keramika. Z laserji je mogoče tudi graviranje/teksturiranje in označevanje površin (Gogić, 2025).

Slika 5: Shema glave laserja



Vir: (3D Sculp Lab, 2022)

Na zgornji sliki 5 je shema glave laserskega rezalnega stroja, ki je sestavljen iz vakuumske steklene cevi z dvema zrcaloma, ki sta postavljena nasproti, cev je napolnjena z ogljikovim dioksidom in drugimi plini, kot so helij, dušik in vodik. Ta mešanica vzpodbuja električno razelektritev, ki sprošča energijo pri nastanku visoko intenzivne toplote. Ko svetloba iz laserskega generatorja doseže rezalno glavo, naleti na ukrivljeno lečo, skozi katero se žarek poveča in

fokusira na določeno točko, ki mora biti na površini obdelovanca. Stisnjen plin, kot sta dušik ali kisik, pod visokim pritiskom prihaja skozi zunanji obod šobe, da odpihne staljeni material. Šobe so potrošni material, ki ga je treba menjavati, če želimo imeti natančen in kar se da čist rez.

Poznamo 3 vrste laserskega rezanja:

- Pri reaktivnem rezanju se na segreto površino vpihuje kisik pod tlakom, kar sproži oksidacijo in kovina začne goreti, energija se sprošča, kar pospeši proces rezanja in z manjšimi pomiki dosežemo najbolj fin rez.
- Pri postopku taljenja se inertni plin vpihuje čez staljeno površino, da se ustvari rez, le ta je bolj grob.
- Najmanj pogost je postopek neposrednega rezanja, ko se uporablja samo visoko intenzivni laserski žarek, ki izhlapeva površino materiala in s tem ustvarja rez. (3D Sculp Lab, 2022)

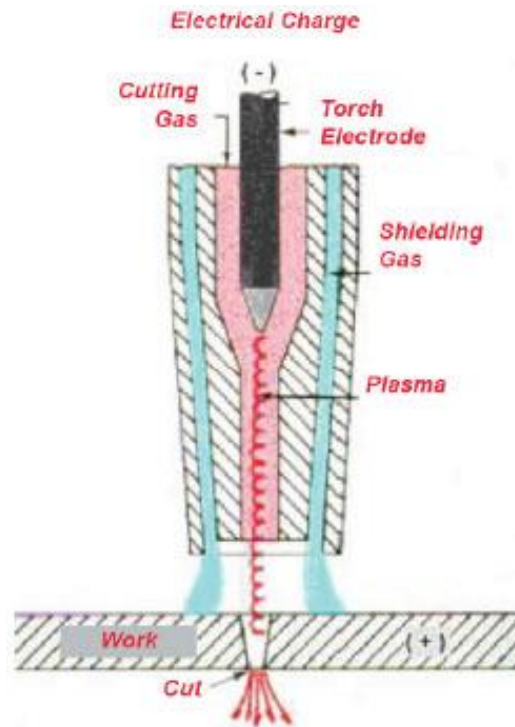
Prednosti laserskega razreza so hitrejša proizvodna hitrost, poenostavljen postopek, visoka natančnost izdelave, fini robovi, majhna širina reza. Medtem ko so slabosti, da je potrebna zaščita pred plini in svetlobo, velika poraba električne energije, omejena globina rezanja v različnih materialih, možnost ožganih robov (Gogić, 2025).

Podjetje ADK d. o. o. ima svoje skladišče materiala ter svoj razrez z laserjem, ki omogoča razrez malolegiranega konstrukcijskega jekla, visokolegiranega jekla, ter aluminija debeline med 0,5 mm do 12 mm, velikosti plošč 5500 mm x 28000 mm (ADK, d. o. o., 2019).

Plazemski rezalnik deluje na način četrtega agregatnega stanja snovi, ki ga imenujemo plazma. Plazma kot agregatno stanje nastane, ko segrevamo paro oziroma njene pline do točke ko plini, ki sestavljajo paro ionizirajo in postanejo električno prevodni.

Temperatura je takrat do 20 000 °C. Plazemski rezalnik bo plin, ki je električno prevoden, uporabil za prenos energije iz vira napajanja na kateri koli električno prevodni material, s čimer dosežemo čistejši in hitrejši postopek rezanja kot pri rezanju s kisikom. Začetek rezanja je, ko plin, kot so kisik, dušik, argon ali v nekaterih primerih celo zrak, potisne skozi majhno odprtino keramične šobe v notranjost gorilnika. Električni tok, ki ga ustvari zunanji vir napajanja, se nato vnese v ta visokotlačni tok plina prek elektrode, kar ustvari plazemski curek, ki takoj doseže temperature do že prej omenjenih 20 000 °C ter prebode obdelovanec in odpihne staljeni material. Na sliki 6 je prikazana shema plazemskega rezalnika (Torchmate, 2013–2025).

Slika 6: Shema plazemskega rezalnika



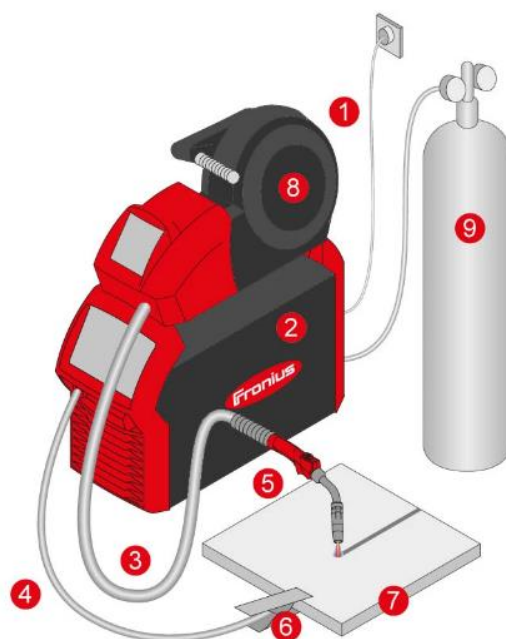
Vir: (Torchmate, 2013–2025)

Z lastno plazmo lahko v podjetju ADK d. o. o. režejo malolegirana konstrukcijska jekla debeline do 80 mm v obliki plošč velikosti 5500 mm x 28000 mm.

2.5.4 Varjenje po MIG/MAG postopku

Varjenje je postopek spajanja materialov v trdnem ali raztaljenem stanju v trajno spojeno zvezo ob uporabi različnih vrst energije za različne načine spajanja. Postopek MIG/MAG sta v bistvu dva postopka obločnega varjenja z uporabo toplotno talilne oziroma žične elektrode in zaščitnega plina, ki se med seboj razlikujeta po plinu, ki se uporablja za zaščitno atmosfero. Lahko varimo oba postopka z enako opremo (Gogić, 2025).

Slika 7: MIG/MAG varilni aparat



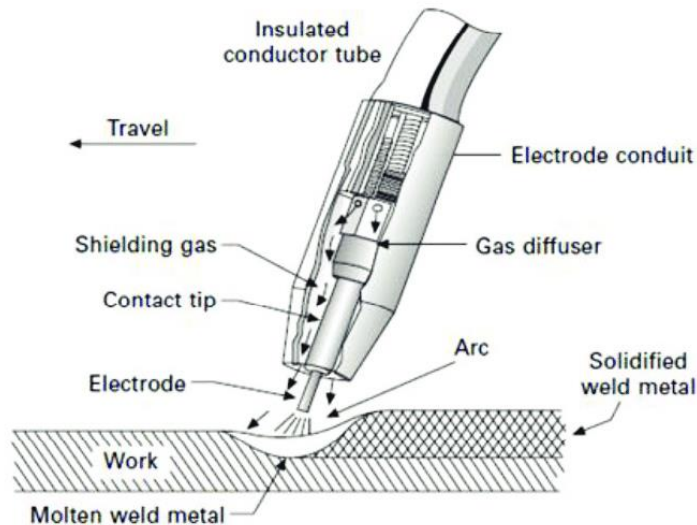
Vir: (Fronius International GmbH, 2025)

- 1 Električna povezava
- 2 MIG/MAG varilni stroj
- 3 Cevni paket
- 4 Ozemljitveni kabel
- 5 Varilna pištola
- 6 Ozemljitvena klema
- 7 Varjenec
- 8 Dodajni material
- 9 Zaščitni plin

MIG – **Metal Inert Gas** torej uporablja inertne pline, kot sta argon in helij, in se uporablja za varjenje praktično vseh materialov, ki se dajo vleči v žico (močno legirana jekla, lahke kovine in njihove zlitine, baker in nikelj ter njihove zlitine večjih debelin), ki služi kot dodajni material in ima premer najpogosteje 1,2 ali 1,6 mm.

MAG – **Metal Active Gas** uporablja aktivne pline kot je CO₂ (ogljikov dioksid) ali mešanica CO₂ z argonom in je uporabljen za varjenje jekla in drugih železnih kovin, predvsem zaradi visoke cene argona, ki ga lahko pri tem postopku uporabimo manj, ogljikov dioksid je najcenejši tehnični plin. Pri postopku MAG se uporabljajo tudi tanjše žice kot dodajni material že od premera 0,6 mm do 2,4 mm, le te pa morajo biti legirane s silicijem in manganom. V nasprotju z inertnim plinom argonom, ki ne reagira s talino vara, ogljikov dioksid z njo sodeluje v procesu med oblikovanjem in talino zvara. Mešanice vplivajo na velikost uvara, zato je treba mešanici plinov prilagoditi varilne pogoje (Fronius International GmbH, 2025).

Slika 8: Shematični prikaz MIG/MAG varjenja



Vir: (Norrish, 2006)

Prednost obeh postopkov v primerjavi z ostalimi je v hitrosti varjenja oziroma produktivnosti, saj lahko zaradi večjih varilnih tokov (hitrejše taljenje žice) in brez potrebe po menjavi elektrode ali dodatnega materiala varimo hitreje in brez prekinitev, saj ni treba čistiti žlindre. Poleg tega je uvar bolj globok, spremembe varjencev so manjše zaradi hitrosti in načina dodajanja materiala. Lahko varimo tudi daljše oziroma z robotom neskončno dolge zware.

Pri visoki temperaturi obloka ogljikov dioksid delno razpade v ogljikov oksid in dioksid, le ta tvori okside, ki se pokažejo v obliki majhnih otočkov žlindre na površini zvara, kar je tudi vzrok, da imenujemo ogljikov dioksid aktivni plin argon pa pasivni. Ker si želimo čim manj oksidov, uporabljamo plinske mešanice.

Vse konstrukcije potrebujejo varjenje, le to se lahko v podjetju ADK d. o. o. izvede z roboti ali ročno.

Roboti varijo po postopku MIG/MAG. Omejeni so na težo zvarjenca do 1500 kg dimenzij 3500 x 1000 x 1000 mm. Meni najbolj zanimiv postopek, predvsem zato, ker ga prej še nisem videl v živo, je EPP oziroma varjenje pod prahom, stroj/robot, ki ga izvaja, omogoča brezkončno varjenje krožnih varov na vrtljivi mizi z nosilnostjo 90 t. Ker stroj omogoča, se vari tudi linearne vare, vendar so potrebne priprave. Za ročne varilne postopke MIG/MAG in TIG imajo kvalificirane varilce (Gogić, 2025).

3 KONSTRUIRANJE IN IZDELAVA PRIPRAV ZA SESTAVO IN MONTAŽO SKLOPOV

V podjetju ADK d. o. o. se izdeluje kar nekaj ponavljajočih se elementov, pri katerih mora biti zagotovljena ponovljivost natančnosti izdelave. Z razrezom na računalniško vodenih laserskih in plazemskih strojih za razrez dobimo pozicije, ki izpolnjujejo zahteve iz načrta. Če teh pozicij ne moremo učinkovito ter čim hitreje povezati – sestaviti med sabo, ne izpolnjujemo zahteve za kakovost samega izdelka. Zato se v podjetju uporabljajo priprave za varjenje, v katere se vstavi posamezne pozicije ter se jih zavari skupaj. Ko je sklop v pripravi končan, mora priprava obvezno omogočati tudi izpetje sklopa.

V podjetju ADK d. o. o. vse priprave označijo z identom in tipom proizvoda, za katerega je sklop namenjen za lažjo identifikacijo v proizvodnji. Priprave so pobarvane v lastni barvarni podjetja, da je takoj razvidno, kateremu tipu proizvoda ta priprava spada.

3.1 PREDSTAVITEV IDEJNE ZASNOVE

Namen je izdelati priprave za varjenje pozicij v sklope ter sklope med seboj. Priprava mora biti enostavna za uporabo, čim lažja, omogočati mora dostop in pogled na mesta za zavaritev, biti mora natančna. Konstruirana mora biti tako, da jo je mogoče odstraniti in je varna za uporabo.

3.2 IZVEDBA ZASNOV POSAMEZNIH PRIPRAV ZA SESTAVO IN POZICIONIRANJE

Po predhodno predstavljeni idejni zasnovi za izdelavo priprav bom predstavil še izvedbo zasnov posameznih priprav za sestavo in pozicioniranje na treh različnih pripravah. Prva je specifična, saj gre za specializirano paleto, na osnovi katere je narejeno regalno skladišče za pozicije na katerega se po razreзу material naloži na policike označene s številko pozicije. Pri nadaljnji obdelavi tako delavcu ni treba iskati pozicije okrog, ampak je pozicija na polici v regalu. Ko je delo na predobdelavi končano, viličar postavi regalno skladišče k delavcem, ki sestavijo sklop s pozicijami iz regalnega skladišča. Ko na njem ni več pozicij, se postopek ponovi, če je novo naročilo za ta tip.

Priprava 1 in priprava 2 kot sta imenovani v tem diplomskem delu sta dejanski pripravi za varjenje, kar pomeni, da delavec, ko dobi delovni nalog in material za tip izdelka na regalih, v proizvodnji poišče ustrezno pripravo, jo z luknjami v osnovni plošči priprave vpne na specializirano varilno mizo in začne z delom. Pri vsakem sestavu se preveri ustreznost mer in se nadaljuje, dokler se ne dokonča serije, nato se pripravo pospravi za kasnejšo uporabo.

Predhodno sem predstavil stopnje dela, tukaj bo predstavljen moj potek dela:

Stopnja 1: *Analiza potreb po pripravah. Pregled obstoječih in ponovljivih izdelkov.*

To stopnjo sta predhodno opravila konstrukter ter delovodja, ki pozna izdelke ter njihovo ponovljivost.

Stopnja 2: Konceptna zasnova oziroma 3D model ter predstavitev različnih variant.

To stopnjo sem izdelal po tem, ko sem videl, kako delavci predhodno sestavljajo sklope. Nekateri so že imeli starejše priprave, na katerih so mi predstavili trenutno problematiko. Nato sem v programu Creo Modeling 20.6 poiskal artikel, za katerega je priprava namenjena in zmodeliral eno ali več različic. Posnetke zaslona sem nato poslal konstrukterju ter delovodji. Če je bil odgovor pozitiven, sem nato nadaljeval na stopnjo 3, v nasprotnem primeru sem prilagodil koncept in ga ponovno poslal v preverjanje.

Stopnja 3: Konstruiranje, priprava načrtov ter izdelava testne priprave za preizkus.

Po potrditvi predhodne stopnje sem narisal načrte za posamezne pozicije priprave in le te dal konstrukterju v pregled ter naprej v proizvodnjo za izdelavo.

Stopnja 4: Po potrebi optimizacija priprave.

Pri eni pripravi se je pojavila potreba po prilagoditvi priprave in načrtov.

Stopnja 5: Vključitev v proizvodnjo.

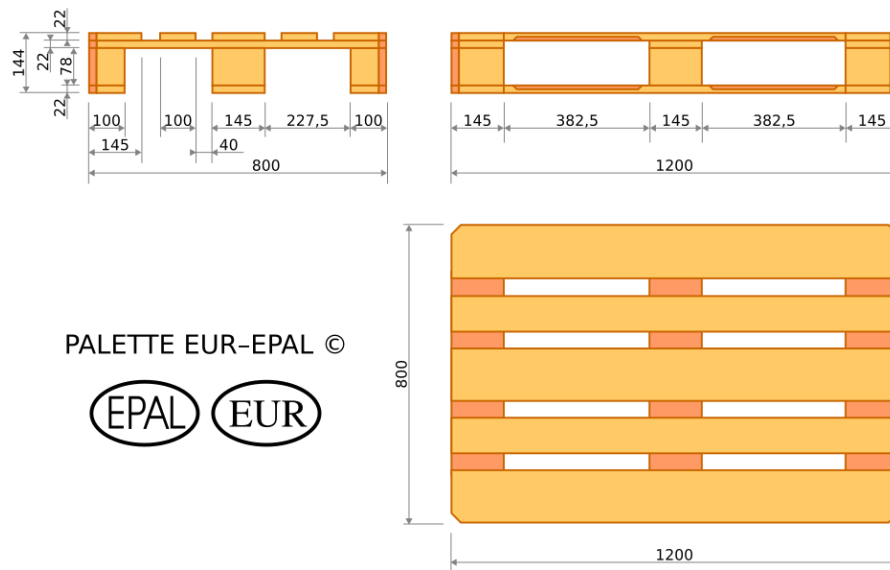
Pri izdelavi načrtov sem uporabil sliko izgleda priprave ter priprave s sklopom oziroma različicami sklopa. Delavec tako lahko vidi pravilen način uporabo priprave.

3.3 PREDSTAVITEV SKLOPA IN REGALA ZA POZICIJE

Med praktičnim izobraževanjem v času študija na VSŠ sem dobil nalogo izdelati regal za pozicije. Nekaj regalov za druge konstrukcije so v podjetju že imeli, tako da sem se seznanil s konceptom regala. Regal na osnovi EURO palete, na katerega se takoj po razrezu na laserju ali plazmi naloži čim več pozicij za izdelavo sklopa.

Narediti sem moral velik sestav. Delal sem v programu Creo Modeling 20.6. Iz sestava sem odstranil vse nepomembne dele, ki bi me pozneje ovirali. To so vijalne zveze, pritrditve za hidravliko, ... Nato sem si ostanek konstrukcije podrobno ogledal in začel s premikanjem pozicij znotraj programa ter merjenjem le teh za predstavlo, katere pozicije lahko po velikosti razvrstim na regal. Čeprav je regal izdelan iz kovine, sem bil zaradi lažje manipulacije omejen na velikosti EURO palete, katere zunanje dimenzije so 1200 x 800 mm in so prikazane na sliki 9. Paziti pa sem moral tudi na velikost lukenj za viličarja.

Slika 9: EURO paleta

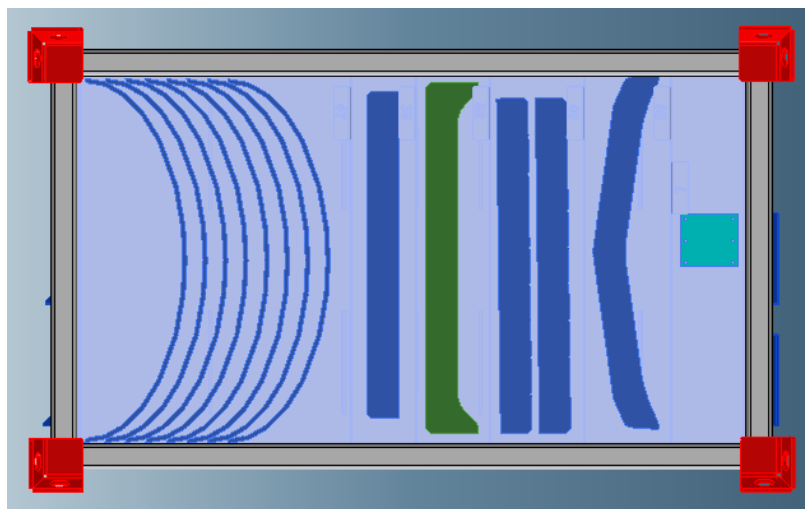


Vir: (Transport Pušnik, 2019–2025)

Z vsemi zbranimi pozicijami v virtualnem okolju programa Creo modeling, katerih skupek je bil ustrezen za regal, sem v kosovnici preveril, koliko jih ta sklop potrebuje ter jih dodajal, dokler ni bilo v programu na kupu zadosti pozicij za 4 sklope.

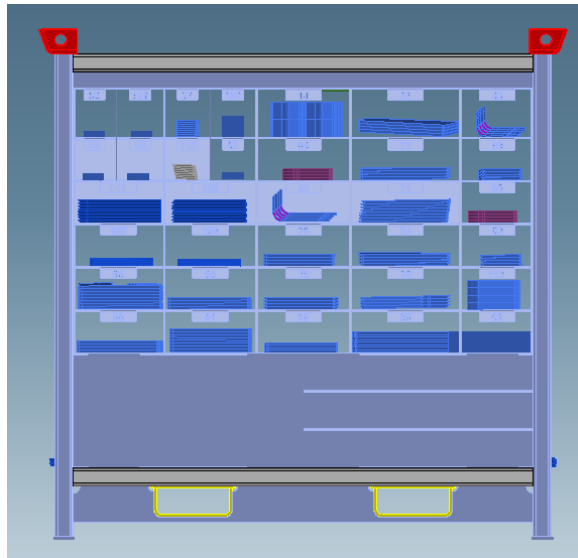
Šele takrat sem dobil predstavo, koliko pozicij in koliko materiala je treba uskladiti na regalu. Nobena od pozicij sama po sebi ni bila težka, vendar jih je bilo veliko za 4 sklope, zato sem dal daljše pozicije na dno regala. Pozicijam daljšim od 800 mm sem namenil spodnjih 9 predalčkov oziroma polic. Potem sem ugotovil, da je kar nekaj pozicij manjših dimenzij oziroma pozicij, ki so dimenzijsko odstopale, zato sem tem namenil vrh regala, kar je vidno na sliki 10, ki prikazuje regal v tlorisnem pogledu.

Slika 10: Regal za pozicije – tloris



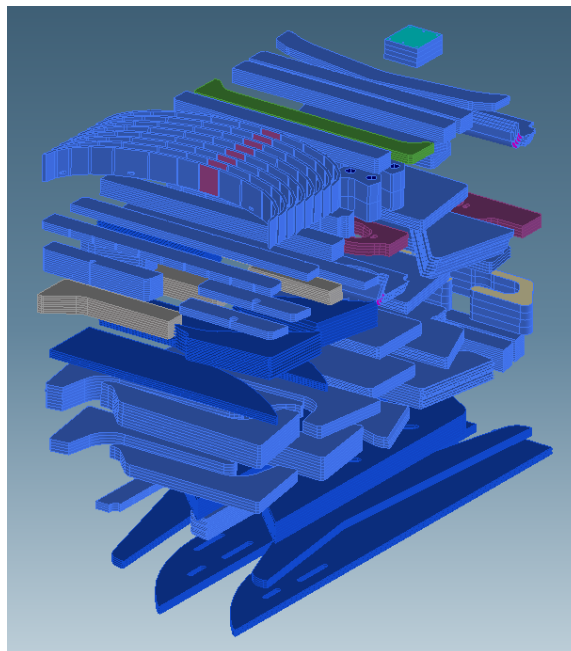
Med deli, ki še niso bili zloženi na regal, jih je še kar nekaj ostalo, zato sem jih razdelil še na manjše od polovice širine regala oziroma dolžine manj kot 400 mm. S predelno steno po sredini regala sem pridobil na številu mogočih mest za pozicije kot tudi z rdečimi dviznimi ušesi ter rumenimi obrobami lukenj, namenjenim vilicam viličarja za manipulacijo regala (slika 11).

Slika 11: Regal za pozicije – stranski pogled



Na sliki 12 je tako prikazan izgled vseh pozicij brez stalaže. Na regalju je tako 53 pozicij.

Slika 12: Pozicije brez regala

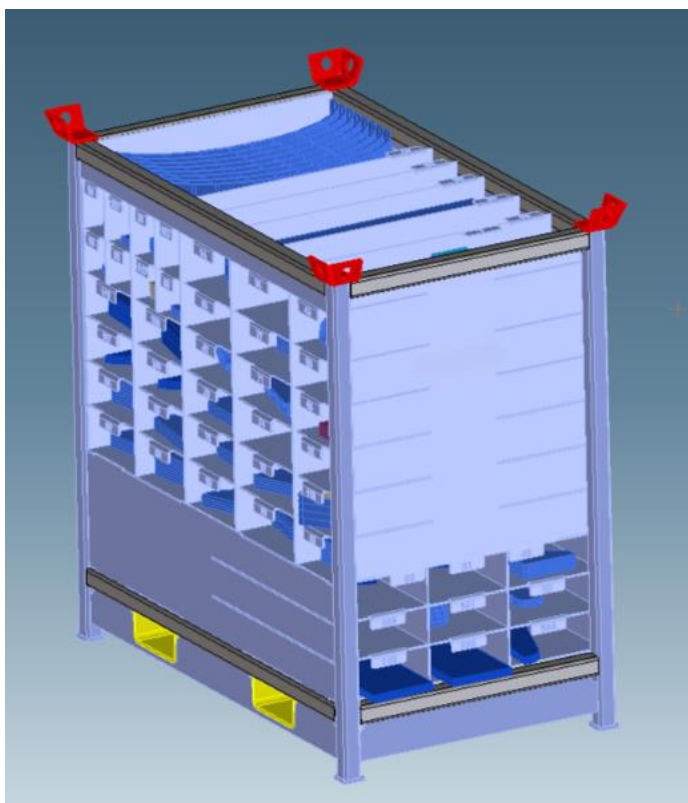


Z vsemi pozicijami na regalju je bil sklop potrjen, tako sem se lotil izdelave polic na regalju in medsebojnih sestavov. Po vzorcu drugih regalov sem tudi sam uporabil tehniko utorov na ploščah. Namesto, da bi bile police varjene, vsaka posebej na zunanji okvir, sem tako začel z načrtovanjem polic. Paziti sem moral na postopek končne izdelave regala, saj so morali biti utori

na pravih mestih ter omogočati sestavo. Bilo bi mogoče, da program ne bi označeval kolizije materiala, a bi zaradi utorov vseeno bilo nemogoče vstaviti določeno polico ali pa notranjo pregradno steno. Treba je bilo paziti na same širine utorov, saj vstaviti 3 mm debele pločevine v točno 3 mm širok utor zaradi robov pri rezanju in drugih nepravilnosti ni šlo brez težav. Zato so vsi utori na vsaki strani za 0,15 mm širši kot debelina pločevine, katera se prilega utoru, kar pomeni, da je utor za debelino 3 mm širok 3,30 mm. To je bilo videti dovolj široko za zadostno širino za sestavo brez težav, zato sem povečanje lukenj za utor v podobne namene uporabil na vseh pripravah, ki sem jih konstruiral. Tudi na obeh pripravah, ki sta predstavljeni v nadaljevanju.

Zaradi načina uporabe je bil naslednji korak določiti številke pozicije vsake palice. Po nasvetu sem nosilce za številke naredil kot podaljšek polic, katere se pozneje upogne na stroju, tako da ne bi bilo treba variti ploščic s številkami na regal. Z upoštevanjem napotkov sem poiskal idente pozicij v kosovnici, katere sem nato napisal na upognjen kos pločevine in nato izrezal iz materiala. Izometrijo regala nam prikazuje slika 13.

Slika 13: Regal – izometrija



V tej točki so bili štirje seti vseh pozicij na regalu, zato sem začel izdelovati načrte, ki so med prilogami na koncu. Izdelal sem tudi še »sha-flat« risbe oziroma risbe, ki jih potrebujejo pri načrtovanju razreza, ki vsebujejo samo obris, ki je namenjen kot pot rezanja laserja ali plazme pri razrezu. V sklop načrtov sem dodal tudi načrte upogibanja, kjer je to potrebno ter načrt sestave za delavca, ki bo sestavljal regal. Nato smo načrte in model vnesli v ERP za nadaljnjo proizvodnjo.

Sestavljen regal je vzbudil zadovoljstvo, še bolj pa dejstvo, da mi je delavec povedal, da je delo potekalo brez zapletov in prilagoditve niso bile potrebne. Na sliki 14 je sestavljen, zavarjen ter opran regal, ki čaka pred barvarno na barvanje ter zaščito in barvno uskladitev s pripravami za isti tip izdelka.

Slika 14: Sestavljen regal pred barvanjem



Regal je tako sestavljen iz polic s številkami pozicije. Po razrezu viličar navadno odpelje naložen regal do nadaljnje obdelave, peskanja. Tam se pozicije naloži na mrežo, speska, in se vrne nazaj na polico namenjeni tej poziciji. Postopek se ponovi za vse pozicije, ki potrebujejo peskanje. Sledi predobdelava, kamor spadajo tehnološki postopki kot so: vrtnanje, rezkanje, upogibanje, ovijanje. Ko so vse pozicije pripravljene, se regal z viličarjem prestavi v halo za varjenje velikih sklopov oziroma konstrukcij, kjer delavci iz načrta vidijo, katero pozicijo potrebujejo in jim je ni treba iskati po škatlah v hali, na razrezu, na pred obdelavi, po celem podjetju, ampak imajo vse pozicije na regalu in poiščejo številko pozicije in le to enostavno vzamejo s police, kot v trgovini.

Zaradi organizacije proizvodnje in naročil se dela več enakih konstrukcij eno za drugo tako, da je na njem pozicij za štiri sete konstrukcij.

Izdelana sta bila dva enaka regala z namenom, da pozicije na regalu čakajo proizvodnjo namesto da bi proizvodnja čakala razrez ter predobdelavo. To pomeni, da krožita dva regala glede na potrebe proizvodnje in se med izdelavo štirih sklopov na prvem regalu že pripravljajo pozicije na drugem regalu za štiri nove sklope. Tako dva regala krožita med razrezom, predobdelavo ter sestavljanjem pozicij v sklope (slika 15).

Slika 15: Končana regala pred proizvodno halo



Na vrhu regala so v kotih tudi ušesa za dvig z dvigalom, če bi bilo to potrebno. Ko v proizvodnji ni tega tipa izdelka, prazna regala omogočata, da sta zložena eden na drugem na skladiščni površini ter tako zasedata manjšo površino v vedno polnem skladišču. Na sliki 16 je prikaz skladiščenja regalov, ko le ti niso v uporabi v proizvodnji.

Slika 16: Prikaz shranjevanja regalov



Na sliki 17 je prikazan naložen regal, pripravljen na oddelku razreza za prevoz v halo za izdelavo sklopa.

Slika 17: Naložen regal v uporabi



3.4 IZDELAVA PRIPRAV

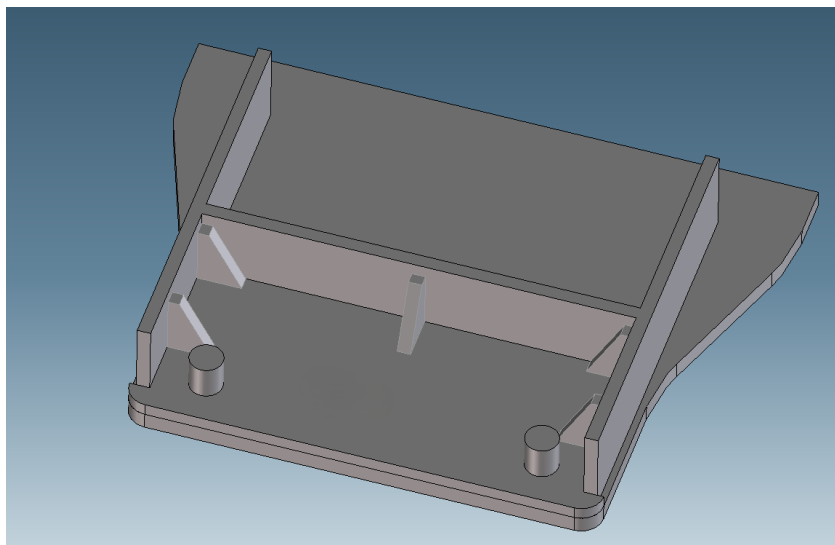
V nadaljevanju bom predstavil pripravi, ki sem ju konstruiral skozi praktično izobraževanje. Izdelava obeh priprav sta želela delovodja in delavec, ki je izdeloval te podsklope. Treba je bilo izdelati pripravo, ki bi bistveno olajšala postopek pozicioniranja pozicij na točno mero, saj zaradi geometrične oblike pozicije ne stojijo same v željeni legi.

3.4.1 Priprava 1

Priprava 1 je nosilec (slika 18), ki pozneje povezuje podvozje tovornega vozila s specialno nadgradnjo, ker je podvozje specifično in ključno za nosilnost vozila. To pomeni, da je podvozje osnova in vse drugo je nadgradnja; tako so na podvozju luknje za vijachenje nadgradenj. Zato je nosilec oblikovan tako kot je.

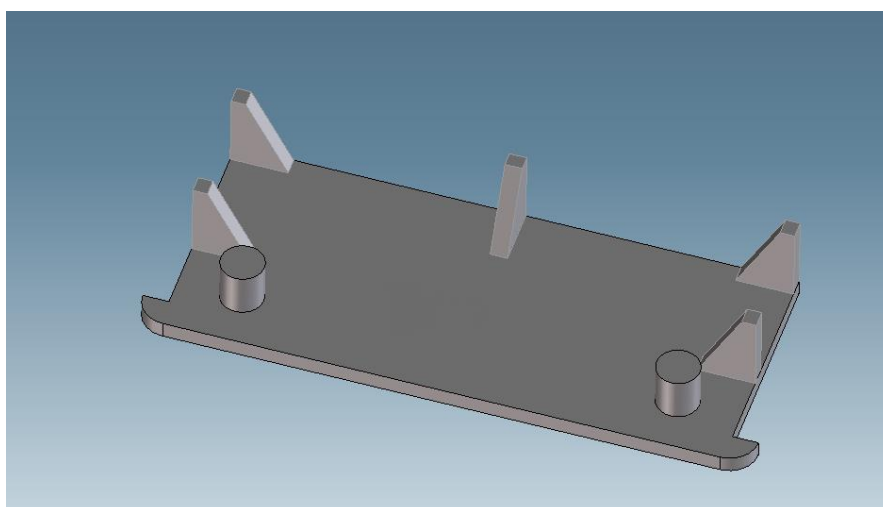
Priprava je morala zagotoviti, da so stranske ojačitve na strani pravokotne na osnovno nosilno ploščo ter na povezovalno ojačitev. Luknje na osnovni plošči so uporabljene kot osnova, saj so na osnovni plošči izrezane z laserskim rezalnikom.

Slika 18: Priprava 1 s sklopom



Tako so tudi na pripravi ujemajoče se luknje, v katere delavec pri uporabi priprave vstavi kos okroglega premera. To služi za povezavo priprave s sklopom. Na pripravi je potem še pet kotnikov; dva za stranski ojačitvi ter en za prečno ojačitev, ki ima sicer tri točke naslona na kotnik, in sicer dva stranska in en centralni, kar zagotovi pravokotnost med stranskima ojačitvama ter potrebno dolžinsko mero med samima ojačitvama. Na osnovni plošči priprave (slika 19) je tudi jeziček oziroma naslon za dolžinsko namestitev stranskih ojačitev. Namen je, da ob kotnik prisloniš stransko pozicijo in jo nato točkovno zavariš, potem v roko vzameš drugo stransko pozicijo in jo točkovno zavariš, na kocu pa vstaviš še prečno ojačitev, jo nasloniš na naslone v obliki kotnikov ter jo točkovno zavariš. Ker je priprava razmeroma mala, se nato odstrani čepa in s tem izpne sklop iz priprave. Sledi končno varjenje sklopa, vari niso preveliki glede na debelino osnovne plošče, da se le ta ne začne ukrivljati.

Slika 19: Priprava 1



Osnovna plošča in kotniki so izdelani iz pločevine debeline 6 mm materiala S355MC, ki se ga v podjetju ADK d. o. o. uporablja za priprave, kar povsem zadostuje pripravam, saj le te ne prenašajo obremenitev, služijo le za natančno pozicioniranje.

Izdelal sem načrte ter pripravil oblike pločevine za razrez.

3.4.2 Priprava 2

Priprava 2 je konzola za vgradnjo na podvozje dvigala. Tako kot pri pripravi 1 sem tudi tukaj dobil nalogo delovodje, da izdelam novo pripravo, ki delavcu bistveno pomaga pri sestavi konzole.

Delavec je že imel pripravo, ki si jo je pred leti izdelal sam in upošteval mere iz načrta, vendar je bilo delo tudi z njegovo napravo neučinkovito. Obstoječa priprava je prikazana na sliki 20, kjer se vidi neroden naklon in velikost palčk v primerjavi z roko. Ker mora delavec nositi osebno varnostno opremo, ki so pri tem primeru tudi usnjene rokavice, le te zaradi debeline in okornosti zmanjšajo fino motoriko prstov in onemogočijo natančno pozicioniranje. Na slikah 20 in 21 se vidi, kako mora delavec pripravo tiščati k sklopu, saj bi drugače priprava in palčke padle.

Slika 20: Delavec s staro pripravo 2



Na sliki je videti tudi to, da palčke niso povsem naslonjene na pripravo po varjenju zaradi zahtevnega pozicioniranja, zato si je delavec pomagal s kladivom, da je po točkovnem varjenju dosegel potreben kot med palčko in ploščo in tako dosegel kotiran kot na načrtu.

Slika 21: Stara priprava 2



Treba je bilo narediti podobno, a izboljšano pripravo. Le to bi delavec najprej vpel na mizo, da ne bi drsela po mizi, nato bi k pripravi potisnil upognjeno osnovno ploščo in na njo nastavil palčke, ki bi jih na koncu zavaril še iz spodnje strani.

Kot pri pripravi 1 sem modeliral v programu Creo modeling 20.6 in dobil osnovni CAD model plošče s palčkami tam, kjer morajo biti (slika 22). S pridobljeno informacijo, da obstaja še ena podobna plošča, malenkost nižja, s sicer istim naklonom, ampak z drugačno postavitvijo palčk, je bil izziv, narediti eno pripravo, s katero bi lahko delavec izdelal oba sklopa. V proizvodnji so mi pokazal še drugo ploščo, ki še ni imela palčk.

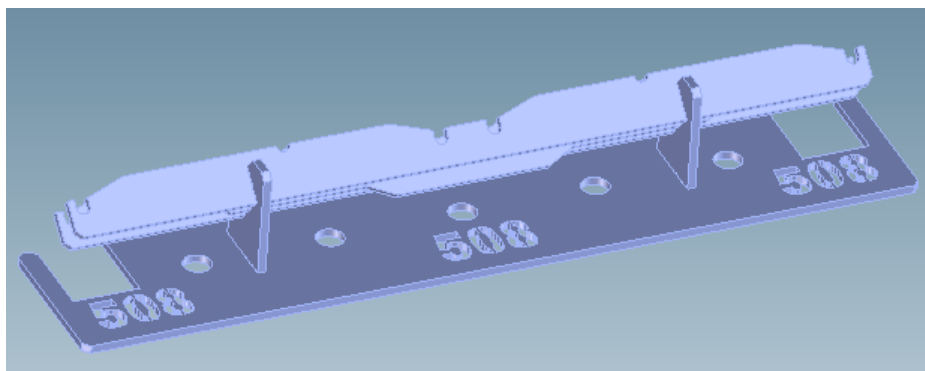
Slika 22: Osnovna plošča



Za pozicioniranje priprave sem želel uporabiti tačke, ki so na obeh ploščah enake, tako bi utori na pripravi bili namenjeni temu, da lahko ploščo s tačkami potisnem noter in bi bila plošča

fiksirana. Zato sem narisal osnovno ploščo priprave in začel razmišljati o naslonih za palčke. Prejšnja priprava je imela naslon po celi dolžini palčke, kar je pomenilo, da bi delavec z malo nepazljivosti privaril palčko na samo pripravo oziroma bi var pri prvi palčki onemogočal naslon pri naslednjih palčkah. Zato sem se odločil, da bo vsaka palčka imela dva naslona, kar bi preprečevalo tudi zibanje palčke, v kolikor bi bila le ta ne ravna oziroma ukrivljena. Prvi artikel je imel tako štiri palčke, dve na sredini ter po eno na vsaki strani. Drugi artikel pa dve palčki, ki sta približno na tretjini širine. Zato je na pripravi šest utorov za palčke, ter sprostitev, da je lahko priprava uporabljena za oba artikla (slika 23).

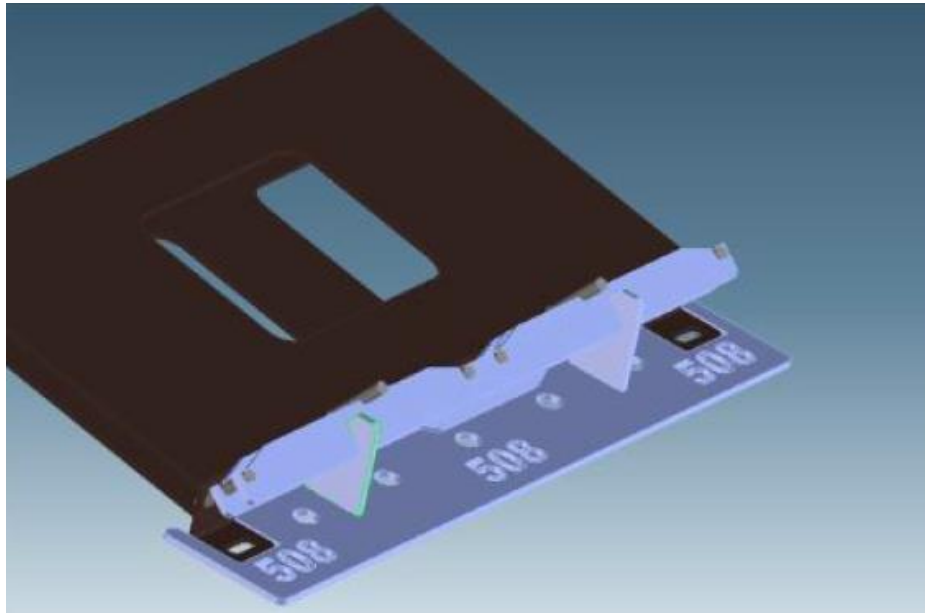
Slika 23: Priprava 2



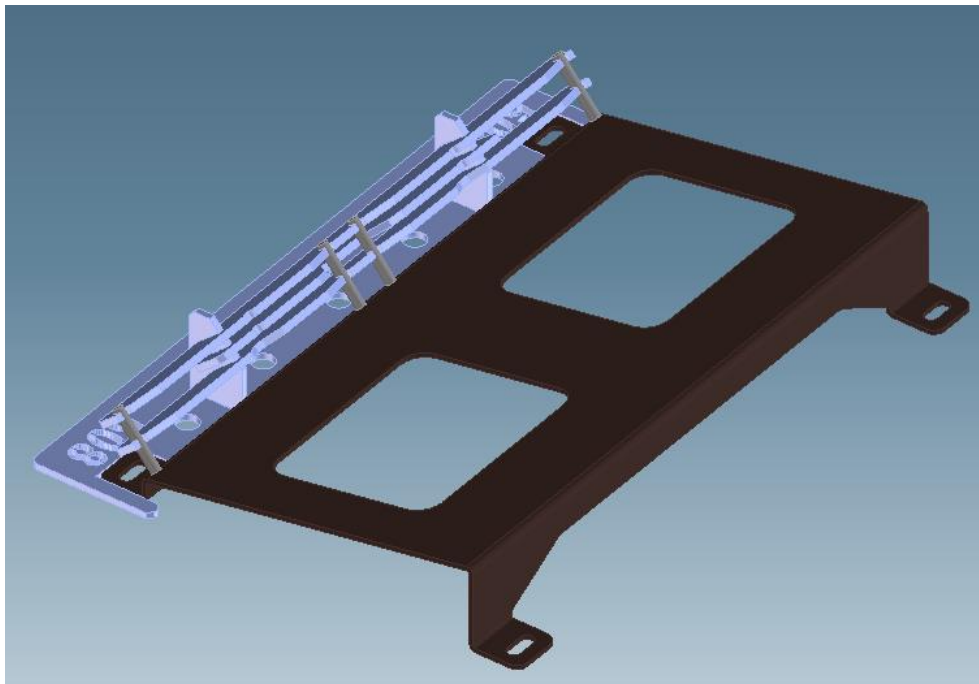
Na osnovni plošči se na zgornji sliki vidi pet lukenj, ki služijo za vijačenje na varilno mizo, ki je na voljo delavcem v proizvodnji. Lukenj je več, da si lahko delavec izbere, kako in kam bo vpel pripravo, da mu je delo lažje.

Priprava je tako sestavljena iz petih različnih pozicij: osnovne plošče, dva kotnika, ki držita različne nastavne plošče. Spodnji in zgornji nastavni plošči sta za prvi artikel s štirimi palčkami, medtem ko sta sredinska in zgornja nastavna plošča za drugi artikel z dvema palčkama. Spodnja plošča ima na tistih mestih sprostitev, da lahko ploščo približaš in nasloniš na pripravo zaradi višinske razlike plošč. Na sliki 24 je prikaz obeh artiklov z vsemi palčkami z isto pripravo.

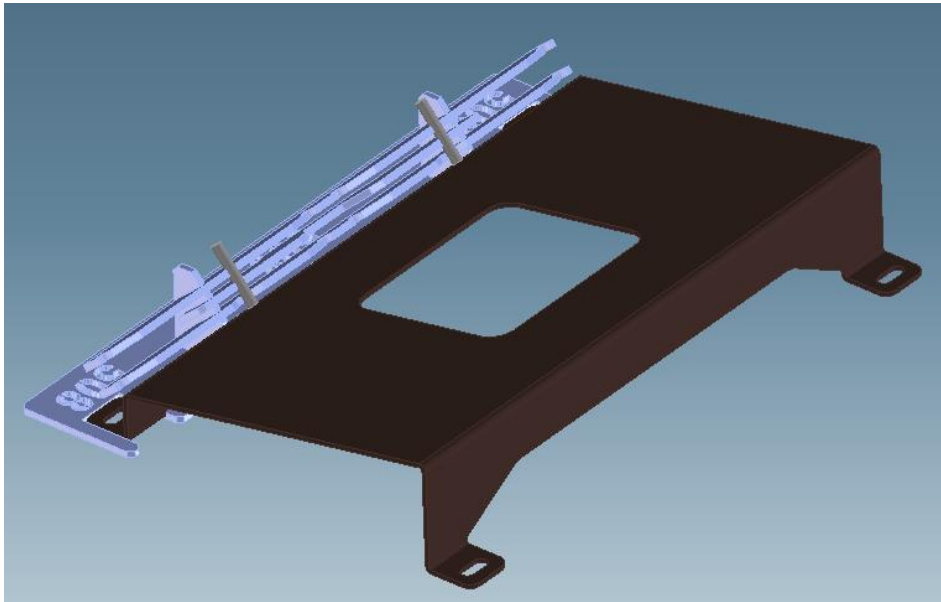
Slika 24: Priprava 2 skupen prikaz



Slika 25: Priprava 2, 1. artikel



Slika 26: Priprava 2, 2. artikel



Na sliki 25 je prikazana uporaba priprave pri artiklu 1, na sliki 26 pa pri artiklu 2. Lepo so vidne sive palčke ter višinska razlika med ploščama in kako se priprava ogne, da je uporabna za oba artikla. Identifikacijska številka artikla je na pripravi pod utori, da se delavec ne zmoti in na nižjo ploščo vari palčk, ki bi morale biti na višji plošči. Zaradi geometrije obratno ne bi bilo mogoče.

Po potrditvi predloga izrisa je sledila priprava tehnične dokumentacije in fizična izdelava priprav po postopkih, ki so zajeti v teoretični predstavitvi (slika 27). Vse pozicije so izdelane iz materiala S355, debeline 6 mm, kar zadostuje namenu priprave. Pripravo je bilo treba prilagoditi za uporabo drugega artikla, kjer se nogice zaradi upogiba oziroma nagubanega materiala niso povsem prilegale v pripravo, česar med izdelavo nisem upošteval, saj je CAD model narejen točno tako, kot mora biti, a ne upošteva postopka izdelave. Odstopanje je bilo minimalno, približno 0,5 mm, vendar ravno toliko, da je bilo treba obe ustji utora za nogice malenkost zbrusiti na obeh straneh, da smo nogico povsem potisnili do konca utora in delavec je lahko začel z uporabo priprave s katero je bil zadovoljen. Torej vsak program oziroma CAD model ni vedno nujno 100 % natančen in ne upošteva karakteristik materiala.

Slika 27: Izdelana priprava 2



3.5 ANALIZA STROŠKOV IN DOSEŽENIH PRIHRANKOV

Stroški in prihranki pri pripravah se lahko razdelijo v stroške načrtovanja, izdelave ter usposabljanja pri večjih pripravah. Lahko tudi v prihranke na račun manj porabljenih ur za izdelavo sklopov, manj stroškov reklamacij in manj prijav nedopustnih odstopanj, ki jih zabeležijo NDT kontrolorji v podjetju. Tudi kot prihranki oziroma pozitivni učinki na delavca, ki ve, da ob pravilni uporabi priprave težko oziroma skoraj nemogoče naredi napako, ter ergonomičnost dela s pripravo. Prihranke je mogoče zabeležiti tudi pri varjenju sklopa z robotom in ne ročno.

Stroški izdelave priprav so stroški delovnih ur iskanja primernih artiklov za izdelavo priprav, načrtovanje, priprava dokumentacije, stroški materiala in same izdelave, ter shranjevanja priprave med neuporabo. Vsi ti stroški so neizogibni, vendar se enega izmed njih da zmanjšati na minimum. To je strošek materiala. Vse priprave, ki sem jih izdelal, so sestavljene iz pločevine, katere je v podjetju ADK d. o. o. mnogo, saj je pločevina osnovni material, ki se ga preoblikuje v končne izdelke. Razrez se, kot je že omenjeno, opravlja znotraj podjetja z laserjem in plazmo, kjer lahko ostanejo neželjeni in neuporabni ostanki. Le te pa se lahko uporabi za izdelavo priprav, kjer ni potrebno visoko kakovostno jeklo, ki prenašajo ekstremne obremenitve kot končni izdelki, ampak zadostujejo ostanki slabšega in seveda cenejšega materiala, kot je na primer pločevina debeline 6 mm materiala S355.

Z uporabo priprav se prihrani čas za pripravo na delo, saj si delavec nastavi pripravo in naredi celotno serijo izdelkov enega tipa. Na pripravi za več tipov lahko izdelava še celo serijo druge različice izdelka; večja kot je serija, večji so prihranki. V ta namen je treba prilagoditi tudi delovne naloge, da se združi enake naloge in poveča serija realiziranih izdelkov. Zmanjša se čas izdelave sklopa, ko priprava drži varjenec oziroma pozicijo na točno določenem mestu in lahko en delavec sam preverja točnost vsakih nekaj kosov brez naprežanja.

Zaradi natančnosti izdelave pri uporabi pravilno izdelane priprave je tudi manj prijav nedopustnih odstopanj (interne reklamacije) ter manj reklamacij kupca.

To pomeni, da ni stroška reklamacije in potrebnega presojanja o popravilu ali izdelavi nove priprave, kar bi vzelo še več časa v proizvodnji. Z uporabo priprav so vsi zadovoljni, izdelki so kakovostni in je zanemarljivo malo reklamacij, kar pozitivno vpliva na delovno vneto tudi s psihološkega vidika.

Izdelava priprave nam z manj truda omogoča natančnost z veliko manjšimi odstopanji, kar je nedosegljivo s standardnim oziroma trenutnim načinom sestave, ki sem ga že predstavil. Ta večja natančnost nam omogoča, da delavcu ni treba zavariti celega sklopa samo ročno, ampak ga samo točkovno zavari, saj je mogoče robotsko varjenje sklopov izdelanih na pripravah. Seveda je potreben varilni robot in programer, ki zna napisati program, kar podjetje ADK d. o. o. že zagotavlja. Pri večjih serijah izdelkov so prihranki še večji, saj varjenje spada pod težja in zahtevnejša dela v kovinsko predelovalni industriji. Delavec ni izpostavljen bliskanju in varilnim hlapom.

Prihranki oziroma pozitivne strani priprav, ki jih je najtežje ovrednotiti, so ergonomija dela, pri čemer si prizadevamo, da delavec nikoli ni v prisilnih položajih pri delu, kar je ključen dejavnik pri izračunu stopnje obremenjenosti pri delu in ročnem premeščanju bremen. Namen je olajšanje ter kakovostna izdelava, zato je pomembno misliti tudi na ergonomijo pri načrtovanju izdelave. Pri obeh pripravah, ki sta predstavljeni je mogoče, da delavec sedi za varilno mizo, na katero je vpeta priprava in si s predhodno pripravo pozicij na mizo omogoči izdelavo cele serije v sedečem položaju. Nekaterim delavcem med delom tudi ugaja, da stojijo, kar je seveda mogoče.

Podjetje ADK d. o. o. je specializirano za proizvodnjo kovinskih konstrukcij in sestavov, katere držijo skupaj vari, katerih kakovost je ključnega pomena. Zaradi večjega števila enakih izdelkov, pri katerih je potrebna ponovljivost in natančnost, se je izkazalo, da so potrebne pripravah, ki zagotovijo natančnost izdelave, ponovljivost na več serij, tako delavcu olajša sestavo. Namen je razviti ergonomsko prijazne priprave, prilagojene na enega ali več tipov izdelka, ki bodo izboljšale prej navedena področja.

Rezultati doseženih izboljšav pri uporabi priprave 2 so povzeti v tabeli 1 in so približne ocene. Pri številu potrebnih delavcev pri uporabi priprave 2 je vredno poudariti, da en delavec brez priprave lahko izdelava oba artikla, vendar je zaradi potrebnega naklona paličic, ki ni standarden, delo veliko lažje, če drugi delavec pridrži kotnik in prvi delavec paličico točkovno privari paličico na pravilno lokacijo na osnovni plošči. Čas za pripravo na delo za artikel 2 je zanemarljiv, saj je že ustaljena praksa v podjetju, da delavec dobi material, potreben za izdelavo do njegove delovne postaje. Priprava je namenjena za oba artikla. Ko je predhodno že vpeta na varilno mizo, lahko delavec vzame nov material za artikel 2 in nadaljuje z delom.

Tabela 1: Primerjava dela brez in z uporabo priprave

Aktivnost:	Pred uporabo priprave:	Po uporabi priprave:
Čas za pripravo na delo za artikel 1	10–15 min	< 5 min
Čas izdelovanja za artikel 1	10 min	< 5 min
Čas za pripravo na delo za artikel 2	10–15 min	0 min
Čas izdelovanja za artikel 2	10 min	< 5 min
Število potrebnih delavcev	1 (2)	1
Čas eventualnega popravila	5 min	0 min
Primerjava časov:	≅ 46–56 min	≅ 16 min
Prihranek časa:		30–40 min

Vir: (Šparaš, Jure; ADK d.o.o., 2025)

Iz tabele je tako lepo videti, da so časovni prihranki s pripravami znatni, le ti se povečajo premo sorazmerno glede na velikost serije artikla 1 in artikla 2.

3.6 KONSTRUKCIJSKA DOKUMENTACIJA

Za izdelavo priprav proizvodnja potrebuje konstrukcijsko dokumentacijo. Po odobrenem končnem dizajnu priprave sem narisal načrte v programu Creo Modeling 20.6. Program omogoča samodejen izpis kosovnice, če so pri vseh pozicijah vneseni podatki pri modeliranju. Potrebni podatki so številka načrta priprave, številka načrta pozicije, material in debelina. Če je več enakih pozicij, program to zazna in vpiše v kosovnico. Izdelal sem vse potrebne načrte za vsako pozicijo ter za skupen sklop, na načrt katerega sem dodal tudi primere uporabe priprave. Pred izdelavo načrtov sem potreboval številke načrtov, katere ima podjetje ADK d. o. o. v svojem ERP sistemu GoSoft. Najprej je treba v program GoSoft vnesti številko načrta, ki je govoreča številka, kar pomeni, da po začetnih številkah takoj veš, da gre za pripravo, za kateri tip izdelka ter za kateri sklop je priprava namenjena. To omogoča delavcu in ostalim, da vedo, da za sklop, za katerega so dobili delovni nalog obstaja priprava. Hkrati pa shranjevanje dokumentacije na ta način omogoča poznejše prilagoditve oziroma po potrebi izdelavo nove priprave. Zaradi zapuščnosti podatkov in zahtev po ne razkrivanju informacij so v prilogah prikazani le omejeni podatki z dimenzijami, ki so v programu Solidworks 2025 prilagojene za prikaz v tej diplomski nalogi in so last podjetja. Vsekakor dokumentacija kaže, da gre za zaokrožen sklop priprav, ki bo pripomogel k razumevanju konstrukcijskega področja.

4 ZAKLJUČEK

Uporaba priprav v procesu sestavljanja ter montaže pozicij in sklopov se izkaže kot ključna prednost pred tradicionalnim načinom dela. Čeprav načrtovanje, konstruiranje in izdelava, usposabljanje zahtevajo določena znanja in začetne stroške, se ti stroški povrnejo. Prihranki so tako opazni v krajšem času priprave na delo, izdelave sklopov kot tudi v manjšem številu napak, ki vodijo do reklamacij tako internih kot eksternih. Poleg tega priprave pozitivno vplivajo na ergonomijo dela, saj delavcem omogočajo varnejše in manj naporno delo, hkrati krepijo zaupanje v njihovo lastno delo, saj je možnost napake z njihovo uporabo minimalna. Posebna dodana vrednost je tudi omogočanje robotskega varjenja, kar prinaša še večje prihranke pri še večjih serijah, ki jih je pametno združevati. Na to je treba misliti že v postopku priprave proizvodnje oziroma pri določanju tehnologije realizacije proizvodov. Vse naštetu vodi k večji produktivnosti, kakovosti ter zadovoljstvu zaposlenih, kar dolgoročno izboljšuje konkurenčnost podjetja.

Ugotovil sem, da so priprave nepogrešljiv element sodobne proizvodnje kovinskih konstrukcij, saj združujejo ekonomične, tehnične in ergonomske prednosti ter predstavljajo jasno pot k učinkovitejšemu in kakovostnejšemu delu.

5 VIRI

3D Sculp Lab. 2022. 3dsculplab. *What is metal laser cutting?* [Elektronski] 30. 12 2022. [Navedeno: 9. 8. 2025.] <https://www.3dsculplab.xyz/Blog/post/What-is-metal-laser-cutting>.

ADK, d. o. o. 2019. ADK. *O nas.* [Elektronski] 2019. [Navedeno: 17. 9. 2025.] <https://www.adk.si/sl/o-nas.html>.

—. **2019.** ADK. *ADK Hoče.* [Elektronski] 2019. [Navedeno: 17. 9. 2025.] <https://www.adk.si/sl/hoce.html>.

—. **2019.** ADK. *Avtodvigala.* [Elektronski] 2019. [Navedeno: 9. 10. 2025.] <https://www.adk.si/sl/avtodvigala.html>.

ADK, d.o.o. 2025. Logotip podjetja. Hoče : ADK d.o.o., 2025.

Fronius International GmbH. 2025. Fronius International GmbH. *What is MIG/MAG welding?* [Elektronski] 2025. [Navedeno: 8. 9. 2025.] <https://www.fronius.com/en/welding-technology/world-of-welding/mig-mag-welding>.

Gogić, Dragan. 2025. PPT-Tehnologija-postopki spajanja. 2025.

—. **2025.** PPT-Tehnologija-postopki ločevanja. 2025.

Norrish. 2006. researchgate. *MIG/MAG Process Schematic Representation.* [Elektronski] 2006. [Navedeno: 8. 9. 2025.] https://www.researchgate.net/figure/MIG-MAG-Process-Schematic-Representation-Norrish-2006_fig12_272349235.

PTC. 2025. ptc. *What is creo.* [Elektronski] 2025. [Navedeno: 8. 9. 2025.] <https://www.ptc.com/en/products/creo>.

—. **2025.** *ptc.com.* 2025.

Šparaš, Jure; ADK d.o.o. 2025. Primerjava dela brez in z uporabo priprave. Hoče : ADK, 2025.

Torchmate. 2013–2025. Torchmate. *How a plasma cutter works.* [Elektronski] 2013–2025. [Navedeno: 8. 9. 2025.] <https://torchmate.com/white-papers/How-a-plasma-cutter-works>.

—. **2013–2025.** torchmate.com. *www.torchmate.com.* [Elektronski] 2013–2025. [Navedeno: 17. 9 2025.] <https://torchmate.com/white-papers/How-a-plasma-cutter-works>.

Transport Pušnik. 2019–2025. transport-pusnik. *EURO-PALLET.* [Elektronski] 2019–2025. [Navedeno: 17. 9. 2025.] <https://transport-pusnik.com/product/euro-pallet/?lang=en>.

PRILOGE

PRILOGA A1: Sestavna risba regala za pozicije

PRILOGA A2: Sestavna risba polic v regalu

PRILOGA A3: Zaporedje sestave regala

PRILOGA B: Sestavna risba priprave 1

PRILOGA C: Sestavna risba priprave 2

PRILOGA A2: SESTAVNA RISBA POLIC V REGALU

