

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
STROJNIŠTVO

Patrik ZIDARIČ

**NADGRADNJA CNC-ORODJA ZA
PREOBLIKOVANJE S STISKANJEM V PODJETJU
KEV d. o. o.**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2026

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
STROJNIŠTVO

Patrik ZIDARIČ

**NADGRADNJA CNC-ORODJA ZA PREOBLIKOVANJE
S STISKANJEM V PODJETJU KEV d. o. o.**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

**UPGRADE OF CNC TOOLING FOR FORMING
BY COMPRESSION AT KEV d. o. o.**

GRADUATION THESIS

Higher vocational studies

Maribor, 2026

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem vsem, ki so me na poti šolanja spodbujali in mi pomagali, da sem šolanje uspešno zaključil in prišel do diplomskega dela.

Najlepša hvala mentorju Draganu Gogiću, mag. inž. metal. in mater., ter somentorju v podjetju Andreju Voljču, dipl. inž. str., za strokovno znanje, delovne izkušnje ter nasvete, ki so mi pomagali doseči zelene cilje.

Veliko zahvalo dolgujem podjetju KEV d. o. o., kjer sem imel možnost pripraviti svoje diplomsko delo. Imel sem dostop oziroma vsa sredstva, da sem diplomsko delo pripravil brez večjih težav, in verjamem, da bi bilo brez tako dobre ekipe to delo veliko težje izvesti.

Hvaležen sem svojim staršem, ki so me ves čas šolanja podpirali, verjeli vame in mi pomagali.

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Patrik Zidarič, rojen 30. 07. 2003 v Ptuju, študent Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, programa strojništvo izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom Nadgradnja CNC-orođja za preoblikovanje s stiskanjem v podjetju KEV d. o. o. avtorsko delo.

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

Diplomsko delo je lektorirala Jožica Megla, prof. slo.–ped., ključno dokumentacijsko informacijo sem prevedel Patrik Zidarič.

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, na 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

V današnjem svetu v industriji stremimo k temu, da smo na trgu prilagodljivi in konkurenčni. V diplomskem delu predstavljam problem v podjetju ter skozi potek predstavim in rešim težavo. V diplomski nalogi predstavim problem izmeta obdelovanca na štančnem orodju. Konstruiranje in načrtovanje izmeta obdelovanca na štančnem orodju sem izdelal v programu Solidworks z vsemi potrebnimi koraki ter izračuni.

Opisano je dosedanje izmetavanje, ki je potekalo ročno. Prikazal sem opis in delavniške risbe za pripravo avtomatskega izmeta. Med samim konstruiranjem sem moral določati korake že vnaprej, to so: izdelovanje izvrtin (kateri stroj, katero orodje ...), preoblikovanje pločevine (kako, na kateri način, s čim ...), sestava (kako izdelati pozicije, da bo sestava čim bolj enostavna in preprosta). Priprava je izdelana tako, da je enostavna za uporabo in jo lahko uporablja vsak, ki je usposobljen za delo na štančnem orodju. Najpomembnejše pa je, da se lahko priprava montira, delavec pa sprotno opazuje kvaliteto izdelkov.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	621.7:621.9-5(043.2)
KG	nadgradnja, CNC, preoblikovanje, stiskanje
AV	ZIDARIČ, Patrik
SA	GOGIĆ, Dragan (mentor), VOLJČ, Andrej (somentor)
KZ	SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
ZA	Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2026
IN	NADGRADNJA CNC-ORODJA ZA PREOBLIKOVANJE S STISKANJEM V PODJETJU KEV D. O. O.
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	XII, 28 str., 6 tab., 24 sl., 5 pril., 8 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<i>V diplomskem delu je obravnavano pnevmatsko izmetavanje obdelovancev, ki se uporablja za neposredno izmetavanje obdelovancev med vsakim ciklom obdelave. Glavni namen je pospešiti potek dela, zagotavljanje varnosti med operaterjem in strojem in zmanjšanje ročnega dela. Predstavljen je pnevmatski sistem, njegove komponente in delovanje; opis in konstruiranje izmetalnega sistema, delovanje in morebitne nadgradnje; pomen pnevmatskega sistema v proizvodnji za omogočanje avtomatizacije.</i>

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd

DC 621.7:621.9-5(043.2)

CX Upgrade/CNC/transformation/compression

AU ZIDARIČ, Patrik

AA GOGIĆ, Dragan (mentor), VOLJČ, Andrej (somentor)

PP SI-2000 Maribor, Zolajeva 12

PB Technical School Centre Maribor, Higher Vocational College

PY 2026

TI UPGRADE OF CNC TOOLING FOR FORMING BY COMPRESSION AT
KEV d. o. o.

DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)

NO XII, 28 p., 6 tab., 24 fig., 5 ann., 8 ref.

LA sl

AL sl/en

AB *The thesis discusses pneumatic ejection of workpieces, which is used for direct ejection of workpieces during each processing cycle. The main purpose is to speed up the workflow, ensure safety between the operator and the machine, and reduce manual labor. A pneumatic system, its components, and operation are presented. Description and construction of the ejection system, operation, and potential upgrades. The importance of the pneumatic system in manufacturing to enable automation*

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.....	X
KAZALO TABEL.....	XI
KAZALO PRILOG.....	XII
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.....	3
2.3 PREGLED CNC-ORODIJ ZA PREOBLIKOVANJE S STISKANJEM.....	3
2.3.1 Mehanska stiskalnica z dvojno ojnico serije 250DMCC.....	4
2.3.2 Princip delovanja stroja 250DMCC	4
2.3.3 Glavne enote stroja.....	5
2.4 PRISOTNA PROBLEMATIKA IN TRENUTNO IZMETAVANJE OBDELOVANCEV	9
2.5 TEORETIČNA IZHODIŠČA OBDELOVALNIH POSTOPKOV PREOBLIKOVANJA S STISKANJEM.....	10
2.5.1 Tipi orodij	10
2.5.2 Mehanski in tehnološki parametri.....	10
2.5.3 Postopek preoblikovanja s stiskanjem	11
2.5.4 Osnove pnevmatike	12
3 KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA IN IZDELAVA PNEVMATSKEGA SISTEMA IZMETAVANJA	13
3.1 IDEJNA ZASNOVA	13
3.2 KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA V PROGRAMU SOLIDWORK.....	14
3.2.1 Glavni deli nadgradnje	14
3.2.2 SolidWorks.....	16
3.3 RAZVOJ SISTEMA PNEVMATSKEGA IZMETAVANJA.....	18
3.4 POSTOPEK IZDELAVE	19
3.4.1 Opis CNC-stroja Hermle U740	19
3.4.2 Izdelava različnih komponent	19

3.5 IZVEDBA PREIZKUSA	22
3.6 ODPRAVA MOREBITNIH TEŽAV	23
3.7 ANALIZA STROŠKOV	24
3.8 ANALIZA REZULTATOV IN DOSEŽENIH PRIHRANKOV.....	24
3.9 PREDLOGI IZBOLJŠAV.....	25
3.10 KONSTRUKCIJSKA DOKUMENTACIJA	26
4 ZAKLJUČEK.....	27
5 VIRI.....	28
PRILOGE	

KAZALO SLIK

Slika 1: Logotip KEV d. o. o.	3
Slika 2: Stiskalnica Pressix 250 DM CC	4
Slika 3: Pehalo	6
Slika 4: Povezovalna palica	7
Slika 5: Varnostna pregrada	8
Slika 6: Delovni tlak	9
Slika 7: Mehanski in tehnološki parametri	11
Slika 8: Idejna zasnova pnevmatske nadgradnje CNC-stiskalnice.....	13
Slika 9: Nadgradnja CNC-stiskalnice.....	14
Slika 10: Plošča za izmet	15
Slika 11: Standardni valj.....	15
Slika 12: Konstruirana nadgradnja 3D	16
Slika 13: Konstruirana nadgradnja 3D	16
Slika 14: Konstruirana nadgradnja 3D	17
Slika 15: Konstruirana nadgradnja 3D	17
Slika 16: Konstruirana nadgradnja 3D	17
Slika 17: Glavne komponente	18
Slika 18: Univerzalni rezkalni stroj Hermle U 740	19
Slika 19: Upogibni stroj Vimercati	20
Slika 20: Krmilna omarica.....	20
Slika 21: Napeljava električnega vezja.....	21
Slika 22: Napeljava električnega vezja.....	21
Slika 23: Izvajanje testiranja.....	22
Slika 24: Delujoč sistem izmetavanja.....	23

KAZALO TABEL

Tabela 1 Mehanski in tehnološki parametri.....	10
Tabela 2: Analiza materialnih stroškov	24
Tabela 3: Prihranek na času cikla	24
Tabela 4: Povečanje produktivnosti.....	24
Tabela 5: 8-urni delovnik.....	25
Tabela 6: Letni prihranek.....	25

KAZALO PRILOG

- PRILOGA A: Električna shema senzorjev 1
- PRILOGA B: Električna shema senzorjev 2
- PRILOGA C: Delavniška risba nosilca
- PRILOGA D: Delavniška risba plošče za izmet
- PRILOGA E: Delavniška risba zaščitne pločevine

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

V diplomskem delu obravnavam nadgradnjo CNC-orodja za preoblikovanje s stiskanjem v podjetju KEV d. o. o. Glavni problem, ki je bil zaznan v proizvodnem procesu, je način izmetavanja obdelovancev iz štančnega orodja. Orodje v obstoječi izvedbi ni imelo nameščenega sistema za avtomatski izmet, zato je izmetavanje potekalo ročno.

Ročni izmet je zahteval, da operater po vsakem delovnem ciklu poseže v delovno območje stroja in mehansko odstrani obdelovanec iz matrice. Najprej se je podaljševal čas posameznega cikla, saj je bilo potrebno ustavljanje stroja in ponovni zagon. Posledično je to vplivalo na produktivnost stroja.

Poleg časovne neučinkovitosti je ročno izmetavanje predstavljalo tudi varnostno tveganje. Operater je moral posegati v nevarno območje delovanja stiskalnice, kjer obstaja možnost poškodb pri izmetu. Obstoječe stanje torej ni omogočalo optimalne avtomatizacije procesa niti ni zagotavljalo najvišje stopnje varnosti in učinkovitosti. Zaradi navedenih pomanjkljivosti se je pojavila potreba po tehnični rešitvi, ki bi omogočila avtomatsko, varno in časovno učinkovito izmetavanje obdelovancev brez poseganja operaterja v delovno območje stroja.

V diplomski nalogi bom predstavil nadgradnjo orodja za stiskanje, celoten opis stroja ter samo problematiko. Orodje nima nameščenih nobenih izmetal, zato je delo zamudno in hkrati nevarno, saj moramo posegati v nevarno območje delovnega stroja, da izvržemo izdelek.

1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA

Glavni namen diplomskega dela je bil, da izboljšam orodje in prihranim na času. Želel sem najenostavneje nadgraditi orodje brez zahtevnih velikih delov, ki bi vplivali na samo obdelavo. Pri zasnovi nisem želel posegati v konstrukcijo orodja, saj bi lahko povzročil napake pri obdelovanju.

Namen je torej, da nadgradim orodje, da bi orodje z izmetali delovalo in da bi doprinesel k samemu razvoju podjetja.

Cilji so torej naslednji:

- predstaviti problematiko, ki je sedaj prisotna, in kako jo odpraviti,
- konstruirati oziroma skicirati nadgradnjo,
- narediti nadgradnjo, jo testirati in odpraviti morebitne napake,
- pripraviti izračune prihrankov.

Dodatni cilj je bil, da ne pretiravam preveč s stroški in nadgradnjo konstruiram z relativno majhnimi stroški.

2 PREGLED STANJA

Diplomsko delo sem opravljal v podjetju KEV d. o. o., ki ga prikazuje slika 1, v katerem je bil problem izmetavanja obdelovancev iz orodja. Izmet je potekal prostoročno, se pravi, si moral vsak izdelan kos prostoročno vzeti ven, kar je povzročilo daljšo obdelavo ter nevarno poseganje v delovno okolje stroja. V podjetju sem si zadal cilj, da izdelam pripravo ali nadgradnjo obstoječega orodja, ki bo omogočalo hitrejše in varnejše delo.

2.1 PREDSTAVITEV PODJETJA

Začetki podjetja Kev Kovinarstvo Edi Voljč d. o. o. segajo v leto 1965, ko se je Edi Voljč začel ukvarjati z obrtno dejavnostjo Kleparstvo Edi Voljč. Sprva so se izvajala le kleparska dela na stanovanjskih hišah ter manjših objektih, kot so garaže ali manjša podjetja, pozneje so obnavljali celotna ostrešja na cerkvenih zvonikih po takratni celotni Jugoslaviji.

V sedemdesetih letih so začeli s proizvodnjo kmetijske mehanizacije, kot so puhalniki za spravilo sena, brane za rahljanje zemlje, razni cepilniki za drva, ličkalniki za koruzo. Kasneje so v sodelovanju s podjetjem RAU-Metalna izdelovali linije za dognojevanje sladkorne pese. Proizvodnja se je razvijala v skromni obrtniški delavnici v samem središču mesta Ormož. S povečanjem obsega dela je bila delavnica premajhna, zato so leta 1976 zgradili novo, za takratne čase zelo moderno delavnico z velikostjo 400 m².

Leta 1987 so začeli sodelovati s velikim podjetjem Gorenje iz Velenja, ki se ukvarja z gospodinjskimi aparati. Usvojili so tehnologijo izdelave filtrov iz nerjaveče mreže za prve ventilatorske pečice. Sodelovanje z Gorenjem jim je omogočilo, da so iz majhne proizvodnje prešli na veliko serijsko proizvodnjo.

Leta 1993 se je Edi Voljč upokojil in takrat se je podjetje preoblikovalo v KEV Kovinarstvo Edi Voljč d. o. o., katerega vodstvo sta prevzela sinova Andrej in Boris Voljč. S prevzemom vodstva je to postala še ena prelomnica družinskega podjetja.

Leta 1999 so kupili nov obdelovalni center Hemrle, ki je pomenil novo dimenzijo v tehnologiji obdelave. Z letom 2006 so svojo proizvodnjo prestavili v nove proizvodne prostore, ki so jih v letih 2015 in 2020 dogradili do konca. Podjetje šteje 16 zaposlenih in izvaja proizvodnjo na 3.500m² poslovnih prostorov. Serijska proizvodnja znaša približno 80 % realiziranih prihodkov, ostalih 20 % zajemajo orodjarstvo, avtomatizacija in CNC-obdelava (KEV, 2026).

Slika 1: Logotip KEV d. o. o.



Vir: (KEV, 2026)

2.2 PROIZVODNI PROGRAM

Podjetje KEV d. o. o. se ukvarja s kovinarstvom in kovinskimi polizdelki ter nudi razne usluge glede strojne obdelave. Jeklo in druge kovinske izdelke obdelujejo s sodobnimi stroji z napredno tehnologijo.

Glavni proizvodni procesi so predvsem na sodobnih CNC-strojih, ki omogočajo upogibanje, struženje, rezkanje in varjenje. Napreden laserski razrez omogoča razrezovanje debele pločevine, pri čemer doseže veliko natančnost, čiste robove, kar pa je ključ za dobro nadaljevanje procesa.

CNC-struženje in CNC-rezkanje omogočata izdelavo kompleksnejših delov za različne sestavne dele strojev. Dobro se obnese, saj dajeta natančne tolerance.

Upogibni stroj za pločevino ima ključen pomen, saj z njim dosežemo kvalitetno izdelavo raznih ohišij ali dele za nadgraditev obdelovalnega stroja.

Proces, ki je najbolj povezan z mojim diplomskim delom, je štancanje. Nadgradnjo izvajam na sodobnem stroju za preoblikovanje, na CNC-štanci Pressix 250 DM CC, ki se ponaša z napredno tehnologijo in kvaliteto. Odlično se obnese v velikih serijskih proizvodnjah, saj omogoča hitro in kakovostno izsekovanje raznih oblik.

Nadgradnja, ki jo bom opisoval, bo prispevala predvsem k varnejšemu in hitrejšemu delovanju med samim obratovanjem (KEV, 2026).

2.3 PREGLED CNC-ORODIJ ZA PREOBLIKOVANJE S STISKANJEM

Podjetje razpolaga s sodobno tehnološko opremo, ki zagotavlja proizvodnjo čedalje bolj zahtevnih izdelkov. Na sliki 2 je prikazana stiskalnica Pressix 250 DM CC, ki je del obstoječe sodobne opreme.

Slika 2: Stiskalnica Pressix 250 DM CC



2.3.1 Mehanska stiskalnica z dvojno ojnico serije 250DMCC

Serijska DM2 znamke PRESSIX vključuje mehanske stiskalnice z dvojno ojnico. Stiskalnice delujejo tako, da se sila na pehalo prenaša z ročične gredi prek enote zavore/sklopka. Trifazni elektromotor pa poganja vztrajnik. Z namestitvijo ustreznih dodatkov (matrič) se lahko s strojem izvajajo natančni postopki preoblikovanja (štancanje, udarjanje, upogibanje, oblikovanje in vlečenje) (Pressix, 2015).

2.3.2 Princip delovanja stroja 250DMCC

Stroj, ki ga bom opisoval, spada v razred mehanskih stiskalnic z ekscentrično gredjo. Ta vrsta stiskalnic med delovno fazo uporabi del zbrane energije v vztrajniku, ki se vrti z nastavljenim številom vrtljajev. Med dvigom pehala in spustom med dvema nezaporednima delovnim cikloma se energija vztrajnika rekuperira nazaj v glavni motor. Premik pehala uravnava sistem ekscentrične gredi, ki se lahko preko enote zavora/sklopka priklopi ali odklopi od vztrajnika. Med vztrajnikom in ekscentrično gredjo je vstavljen reduktor. V delovni fazi se upravljanje izvede z varnostnim elektromagnetom z dvojnimi telesom, ki spusti tekočino v sklopko.

V fazi ustavljanja se tekočina izpusti in vzmetna mehanska zavora zaustavi pehalo. Ti fazi sta sinhronizirani z dvema mehanskima odmikaloma, ki sta nameščena neposredno na ekscentrično gred.

Nameščeni sta tudi dve kinematični verigi ustrezne nosilnosti v višini polovice zmogljivosti, ki je navedena na tipski ploščici (npr.: pri stiskalnici 200 DM CC je to 100 ton na kinematično verigo). (Pressix, 2015).

2.3.3 Glavne enote stroja

1. MONOBLOK KONSTRUKCIJSKA SLIKA

Monoblok konstrukcija omogoča stroju visoko togost, saj je izdelana iz enega dela v celoti in ne v delih. Če je stroj togi, mu to omogoča, da je bolj odporen na dinamične obremenitve, prenaša visoke sile in se manj deformira. Izdelava konstrukcije v celoti stroju omogoča manj vibracij med delovanjem, večjo zanesljivost, daljšo življenjsko dobo, saj ni nepotrebnih delov ki bi se zrahljali (Pressix, 2015).

2. EKSCENTRIČNA ENOTA

Gre za pomembnejši del štanice. Je mehanski sklop, ki pretvarja rotacijsko gibanje v navpično gibanje bata. Ekscentrično enoto sestavljajo: ekscentrična gred, ki omogoča potek gibanja; ojnica, ki ima nalogo, da zagotovi pravilno gibanje bata; ležaji zmanjšujejo trenje in prevzemajo sile, kot sta radialna in aksialna. Pogonski sklop je povezan z vsem, motorjem, sklopko in zavoro (Pressix, 2015).

3. VZTRAJNIK

Enota je sestavljena iz gredi, ki nosi vztrajnik in se vrti okoli namazanih ležajev. Vztrajnik je neposredno nameščen z glavnim motorjem preko jermenov z gredjo in je pomemben del, ki shranjuje kinetično energijo. Njegova naloga je, da med procesom skrbi za enakomerno porazdeljeno obremenitev ter s tem zagotavlja enakomerno delovanje stroja. Izdelan je običajno iz jekla ali litega železa in ima krožno obliko (Pressix, 2015).

4. PREPROSTI REDUKTOR

Sestavljen je iz zobnika/pastorka z rahlo nagnjenimi zobmi, ki so narejeni iz indukcijsko kaljenega jekla. Gre za mehansko napravo, ki zmanjšuje vrtilno hitrost in povečuje navor, ki ga prenaša na stroj. Vedno se vrti na valjčnih ležajih in je v celoti podvržen mazanju s krtačami. Reduktor je lahko večstopenjski, kar omogoča večje prestavno razmerje (Pressix, 2015).

5. MOTOR

Glavni motor ima nalogo premikanja premične konstrukcije z jermeni, ki so neposredno vezani na vztrajnik. Štanco Pressix 250 DM poganja običajno trifazni asinhronski motor z visoko zmogljivostjo. Model s spremenljivo hitrostjo omogoča nenehno spreminjanje hitrosti od minimalne do maksimalne hitrosti preko izbirnega stikala. Motor, ki ga upravlja inverter, deluje vedno z minimalno hitrostjo in je nastavljen tako, da doseže maksimalno hitrost samodejno, hkrati pa se izogiba hitrim pospeškom. Moč motorja mora biti tako visoka, da zadosti potrebne sile, ki nastanejo pri obdelovanju (Pressix, 2015).

6. PEHALO

Pehalo na sliki 3 je skoraj najpomembnejši del orodja, saj je premičen del, ki prenaša silo na matrico. Izdelan je iz varjenega in normaliziranega jekla in je naknadno obdelan s strojno obdelavo, ki omogoča zahtevano trdnost in dimenzijsko natančnost. Vodenost pehala med obdelovanjem omogoča osem vodil, ki omogočajo enakomerno linearno gibanje orodja brez trenja. Sama nastavitvev pehala izvaja redukcijski polžni prenos, ki ga poganja redukcijski elektromotor. Na sliki je pehalo označeno z oranžno barvo (Pressix, 2015).

Slika 3: Pehalo



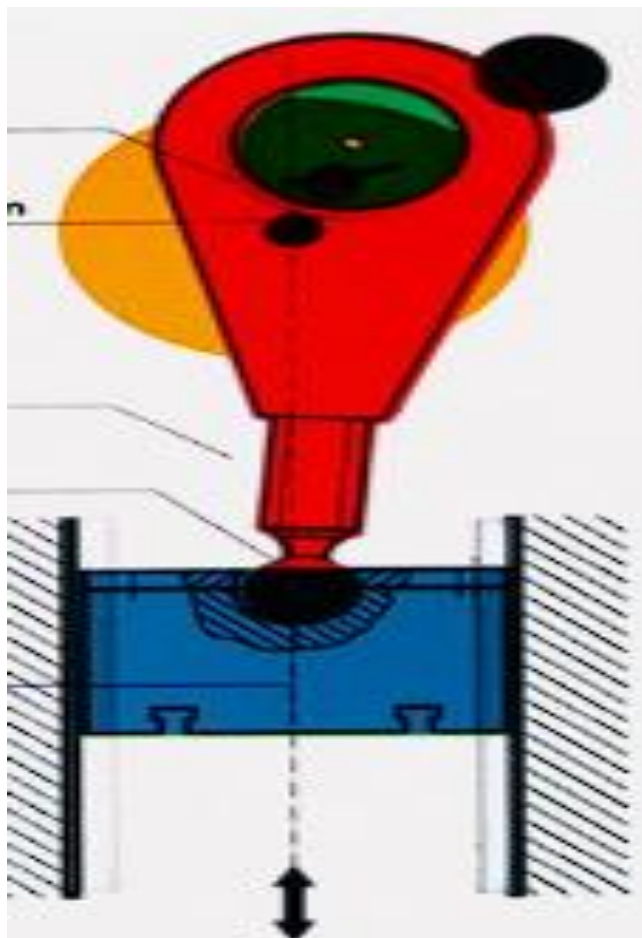
7. POVEZOVALNE PALICE, HIDRAVLIČNA ZAŠČITA

Povezovalne palice na sliki 4 so ključne komponente, ki prenašajo prejeto silo od ekscentrične gredi neposredno na pehalo, ki pri tem pretvarjajo vrtenje v vzporedno premikanje. Običajno so izdelane iz visoko trdnostnega legiranega jekla, ki je dodatno toplotno obdelano. Običajno se pri velikih stiskalnicah uporabljata dve simetrični palici, ki omogočata boljšo stabilnost pri obdelovanju.

Hidravlična zaščita je sestavljena iz oljnega ležaja, ki je prednapolnjen preko črpalke. Gre za varnostni sistem, ki omogoča zaustavitev, ko pride do preobremenitev ali do napačnega delovanja v ciklu.

V primeru napake preprečuje, da bi se povezovalne palice zlomile ali bi se poškodovalo orodje (Pressix, 2015).

Slika 4: Povezovalna palica



VIR: (Tehnolab, 2026)

8. IZRAVNALNI VALJI

Izravnalna valja sta dva in sta nameščena znotraj stebrov stiskalnice ter se uporabljata za kompenzacijo teže pehala in matrice. Potisna sila je odvisna od dejanske teže komponent, ki se upoštevajo pri gibanju. Poznamo mehanske in hidravlične. Spremenimo jo lahko na pnevmatski plošči, kjer lahko reguliramo dovajalni pritisk (Pressix, 2015).

9. PREMIČNA POVRŠINA

Izdelana je iz strojno obdelane jeklene pločevine, ki ima ustrezne utore in odprtine za pritrjevanje spodnjega dela matric. Mora zagotavljati visoko togost, če želimo, da ne pride do odstopanj (Pressix, 2015).

10. MOTORIZIRANE VARNOSTNE PREGRADE

Varnostni standardi ES nudijo zaščito vseh delovnih odprtih, ki bi omogočale dostop do orodja ali matrice z namestitvijo varnostne fizične pregrade, ki jo vidimo na sliki 5. Te preprečujejo, da bi operater segel z roko v nevarno območje med obratovanjem. Pregrado sestavljata dva

dela, ki sta narejena iz odporne plastike. Poganjata jih pnevmatski mehanizem ali elektromotor. Operater mora držati gumb na nadzorni plošči, če želi spuščati ali dvigovati pregrado (Pressix, 2015).

Slika 5: Varnostna pregrada



11. PNEVMATSKI SISTEM

Pnevmatski sistem je zasnovan tako, da zagotavlja najvišjo možno raven varnosti obratovanja in optimizirane odzivnosti stroja. Sestavljen je iz filtrov, elektromagnetov, mazalnikov, tlačnih regulatorjev, manometrov in kompenzacijskih posod, tako da tudi pri visokih hitrostih ali pri pogostem aktiviranju sklopke zagotavlja stalen pritisk. Delovni pritisk znaša 6 barov.

Poznamo dva sistema, nadzorni sistem za enoto sklopka/zavora in električno napajanje izravnalnih valjev. Električno napajanje mora biti priklopljeno na sistem za stisnjen zrak, ki znaša 5,5 bara. Na sliki 6 je prikazan pravilen tlak (Pressix, 2015).

Slika 6: Delovni tlak



2.4 PRISOTNA PROBLEMATIKA IN TRENUTNO IZMETAVANJE OBDELOVANČEV

Pred nadgradnjo štančnega orođja je izmetavanje obdelovancev potekalo ročno. Najprej si moral ročno ustaviti stroj ter ročno poseči v delovno območje stroja in nato odstraniti obdelovanec iz matrice.

Ta način izmetavanja je zahteval stalno prisotnost in zbranost operaterja in neposreden stik z območjem obdelovanja, kar je povečalo možnost poškodb ter čas obdelave ali cikla.

Glavne težave ročnega izmetavanja in potreba za nadgradnjo:

- zastoji v proizvodnji, operater je moral namreč po vsakem ciklu ustaviti stroj,
- daljši čas cikla, nadaljevanje dela je bilo odvisno od operaterja, kako hitro je odstranil izdelek iz matrice,
- neergonomsko delo, delo je bilo monotono, zato bi lahko prišlo do nezbranosti operaterja,
- povečano varnostno tveganje, saj je moral operater posegati v nevarno območje stroja.

Glavne izgube pri delu so bile:

- čas, zaustavljen stroj, ročno izmetavanje, izguba časa, ponovni zagon,
- izkoriščenost stroja, ker gre za CNC-stroj, ta ni mogel delovati neprekinjeno zaradi izmeta,
- produktivnost, saj je bilo ročno odstranjevanje najpočasnejši del.

2.5 TEORETIČNA IZHODIŠČA OBDELOVALNIH POSTOPKOV PREOBLIKOVANJA S STISKANJEM

2.5.1 Tipi orodij

Poznamo več vrst preoblikovanja s stiskanjem, največ se uporabljajo enostavna orodja, ki imajo enosmerno preoblikovanje, sestavljena orodja in CNC-orodja, ki imajo funkcionalne sklope, izmetavanje, avtomatizacijo, vodenje.

Nadgradnjo sem delal na CNC-stroju za preoblikovanje s stiskanjem, ki je že napredno, a sem dodal še pnevmatsko izmetavanje (KEV, 2026).

2.5.2 Mehanski in tehnološki parametri

Mehanski in tehnološki parametri so povzeti v tabeli 1 in na sliki 7.

Tabela 1 Mehanski in tehnološki parametri

PARAMETRI	OZNAKA	OPIS
Sila stiskanja	F (Kn)	Sila, s katero orodje deluje na obdelovanec povzroči plastično deformacijo materiala.
Hod orodja	S (mm)	Razdalja med zgornjo in spodnjo točko, kjer se orodje giblje.
Hitrost delovanja	V (mm/s)	Povratna hitrost stiskanja in vračanja.
Čas cikla	tn (s)	Celoten čas enega cikla.
Izmetna sila	Fi (N)	Sila, določena za pnevmatske cilindre.
Delovni tlak pnevmatike	p (bar)	Določen tlak stisnjene zraka v sistemu.
Površina bata	A (mm ²)	Delujoča površina bata pnevmatskega cilindra.
Čas izmeta	ti (s)	Čas, določen za odstranitev obdelovanca iz orodja.

Slika 7: Mehanski in tehnološki parametri

FORCE	kN	2.500
RATED TONNAGE POINT	mm	6.35
ENERGY AT NOMINAL SPEED	J	19.000
NOMINAL SPEED	Spm	40
VARIABLE SPEED	Spm	30 - 100
STROKE LENGTH	mm	30 - 260
SLIDE ADJUSTMENT	mm	200
SHUT HEIGHT	mm	600
SIDE OPENING	mm	850
BOLSTER AREA	mm	1.200 X 2.000
SLIDE AREA	mm	1.200 X 2.000
POWER	kW	37
APPROXIMATE WEIGHT	kg	36.500

Vir: (Pressix, 2015)

2.5.3 Postopek preoblikovanja s stiskanjem

Stiskanje je postopek preoblikovanja pločevine, za katerega lahko uporabljamo več različnih strojev ali orodij. V industriji je najbolj uporabljena hidravlična stiskalnica, ki je vsestranska, omogoča upogibanje, stiskanje, izsekovanje, ravnanje, izrezovanje kovin. Izrezovanje kovine je postopek, sestavljen iz ločevanja vseh delov traku, da s tem dobimo željeno obliko obdelovanca. Stiskalnice se delijo na enosistemske, dvosistemske in večsistemske. Enosistemske imajo samo en hidravlični cilinder, ki je nameščen zgoraj, medtem ko imajo dvosistemske tako zgoraj kot spodaj po en cilinder, ki ima ključno vlogo pri odstranitvi upognjenega izdelka od matrice.

Večsistemske imajo nameščene tri cilindre, ki omogočajo, da z enim cilindrom fiksiramo obdelovanec, z notranjima pa upogibamo ali obdelujemo pločevino. Udarna sila, s katero hidravlične stiskalnice delujejo, znaša od 5 do 250 ton. Zraven hidravličnih stiskalnic poznamo tudi ekscentrične stiskalnice, ki jih uvrščamo med strojna kladiva.

Značilnost ekscentričnih stiskalnic je ta, da električno energijo pretvarjajo v mehansko, ki je nujna za preoblikovanje kovin. Sem uvrščamo štanice. Za delovanje se uporabljata dve orodji, zgornji delovni del in spodnji fiksni del oziroma matrica.

Stiskalnice delimo glede na pogon oziroma sile, ki se delijo na:

- vezane na hod (mehanski pogon),
- vezane na silo (hidravlični ali pnevmatski),
- vezane na delo in energijo (pretvorba energije).

Mehanske stiskalnice dosegajo silo od 63 Kn do 200 MN. Imajo določeno frekvenco hodov do 7 hodov/min. Med mehanske stiskalnice uvrščamo ekscentrične preše, ročične preše, kolenaste

preše, preše s klinom in preše z vodilno ročico (Šolski center Ravne, 2026).

2.5.4 Osnove pnevmatike

Pnevmatika temelji na osnovi stisnjenega zraka, potrebnega za izvajanje. Pomembno vlogo ima v industriji, saj je zrak lahko dostopen in varen za uporabo. V moji diplomski nalogi je pnevmatika zelo pomembna, saj imam za nadgradnjo pnevmatske bate, ki ne bi delovali brez zraka.

Zrak se s pomočjo kompresorja stisne na želen tlak, ki se nato preusmeri do uporabnika. V industriji večinoma uporabljajo 5 do 8 barov. Ima veliko prednost pred drugimi sistemi, saj ni nevaren v primeru, da bi kaj puščalo. Togost in veliko natančnost onemogoča stiskljivost, ki je glavna slabost. Hidravlični sistem ima zaradi teže in drugačnih komponent večjo togost in natančnost.

Osnovni deli pnevmatskega sistema so:

pnevmatski ventili, ki nadzorujejo pretok zraka po celotnem pnevmatskem sistemu, cevi so deli, po katerih se stisnjen zrak prenaša iz enega dela v drugega, zato morajo biti trpežni za dosego visokih pritiskov. Pnevmatski motorji pretvarjajo energijo stisnjenega zraka in ga pretvorijo v rotacijsko gibanje; krmilni elementi, sem sodijo smerni ventili, tlačni ventili, zaporni in regulacijski ventili. Merilni in varnostni elementi, ki skrbijo za varno in zanesljivo delovanje, sem sodijo manometri, tlačna stikala in varnostni ventili.

Pnevmatski sistemi se pri CNC-strojih uporabljajo predvsem za pomožne dele, kot so vpenjanje obdelovancev, izmetavanje obdelovancev ali odpada in zagotavljajo konstantno silo. Uporabil sem pnevmatsko izmetavanje obdelovancev, ker zagotavlja varnost in nadzorovano delovanje (KYSON, 2026).

3 KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA IN IZDELAVA PNEVMATSKEGA SISTEMA IZMETAVANJA

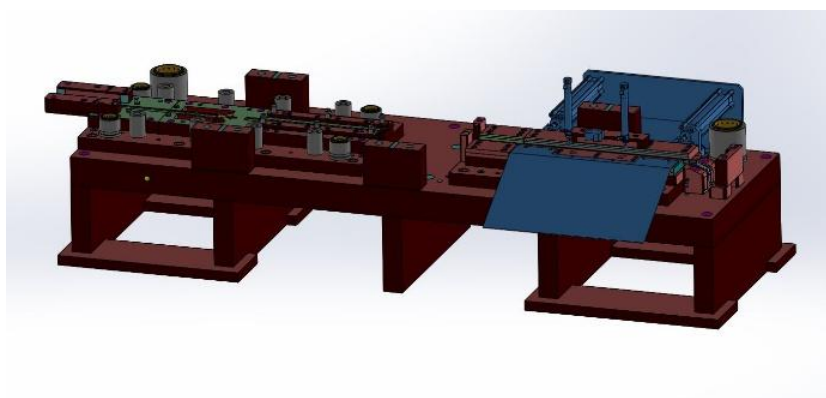
3.1 IDEJNA ZASNOVA

Idejna zasnova nadgradnje CNC-stroja, ki jo vidimo na sliki 8, temelji na zagotavljanju avtomatizacije med upravljanjem. Nadgradnja bi pomenila natančnost, avtomatizacijo in hitrejše, varnejše delo operaterja med obdelovalnim procesom. Obstoječe orodje je napredno in kakovostno, vendar nima načina izmetavanja obdelovancev. Nadgradnja bi bila narejena kot samostojna komponenta, ki je neposredno pritrjena na stranico orodja, brez večjih rekonstrukcij orodja.

Osnovna ideja je bila uporaba pnevmatike oziroma pnevmatskih cilindrov, ki so enostavni za uporabo, enostavni za programiranje oziroma vezanje, stroškovno niso visoki ter imajo prednost reguliranega tlaka.

Nadgradnja bi bila narejena tako, da bi orodje imelo glavno funkcijo kot sedaj. Orodje bi prevzelo nalogo preoblikovanja obdelovanca, pnevmatski cilindri bi prevzeli nalogo izmeta obdelovanca iz matrice orodja med ciklom. Nadgradnja bi bila pritrjena na ploščo, ki bi se lahko odstranila iz orodja, če bi bilo potrebno. Prednosti, ki bi jih nadgradnja doprinesla, so zmanjšanje ročnih posegov v delovno okolje stroja, avtomatsko izmetavanje bi operaterju omogočalo večjo varnost in prihranek časa. Avtomatski izmet bi omogočil hitrejšo obdelavo, kar bi vplivalo na večjo količino narejenih obdelovancev. Na sliki je v programu Solid Work prikazano celotno orodje oziroma spodnji del in nadgradnja. Nadgradnja je obarvana z modro barvo.

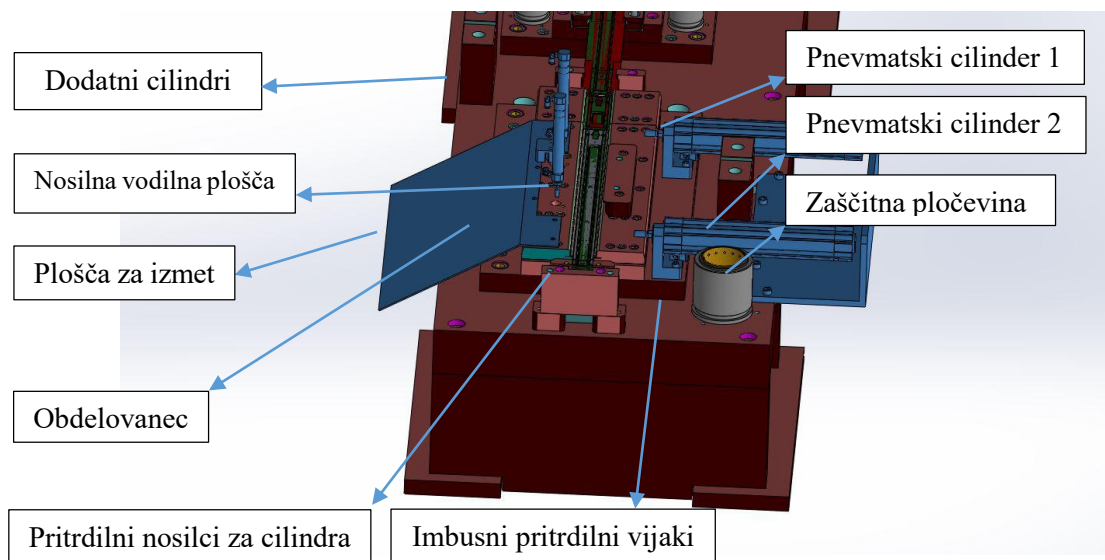
Slika 8: Idejna zasnova pnevmatske nadgradnje CNC-stiskalnice



3.2 KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA V PROGRAMU SOLIDWORK

Konstruktivna zasnova se je začela na osnovi idejne zasnove. Ustvarjen je bil koncept, ki ga prikazuje slika 9.

Slika 9: Nadgradnja CNC-stiskalnice



3.2.1 Glavni deli nadgradnje

Dodatni cilindri so dodatek k nadgradnji, vendar ni bil potreben. Omogočali bi, če bi se trak, iz katerega nastajajo obdelovanci, privihal, bi ga dodatna cilindra enakomerno stisnila na orodje. Nosilna vodilna plošča je del orodja, na katerega so pritrjeni pritrdilni nosilci, ki omogočajo, da pnevmatski cilindri stojijo na mestu.

Plošča za izmet ima nalogo, da obdelovanci, ki se izvržejo, zdrsijo po plošči v zaboj.

Slika 10: Plošča za izmet



Pritrdilni nosilci so nameščeni na nosilno vodilno ploščo in imajo nalogo, da pnevmatska cilindra zdržita na mestu. V vodilno ploščo so bile narejene izvrtine za montažo.

Zaščitna pločevina ima nalogo varovanja pri transportu in med samo uporabo, da ne pride do poškodbe cilindrov ali do kakšnega premika, ki bi lahko privedel do neenakomerne izmeta. Pnevmatiski cilinder 1 in pnevmatski cilinder 2 sta sinhrono vezana s senzorji, tako da naredita enakomeren izmet obdelovanca. Uporabil sem standardni valj od podjetja FESTO. Primeren je za namestitev za različne načine vgradnje. Samonastavljivo pnevmatično blaženje končnega položaja prihrani čas pri zagonu in se optimalno prilagaja hitrosti in sami obremenitvi. Na sliki 11 je predstavljen standardni valj, ki je bil uporabljen za nadgradnjo (FESTO, 2026).

Slika 11: Standardni valj



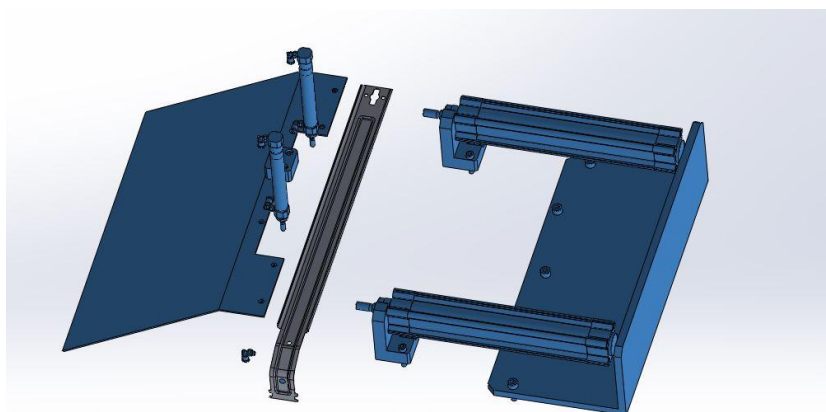
Vir: (FESTO, 2026)

3.2.2 SolidWorks

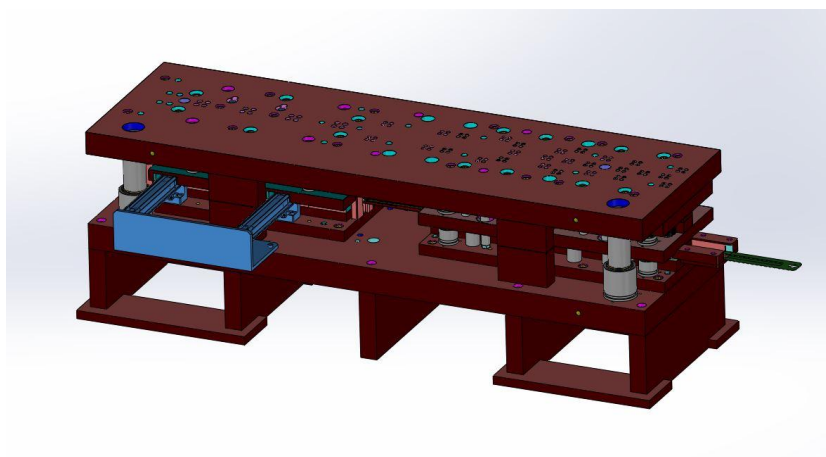
SOLIDWORKS je že več kot 25 let standard na področju 3D-načrtovanja in konstruiranja. Omogoča učinkovito preoblikovanje idej v dovršene pripravljene izdelke, vse od začetne zasnove do končne realizacije. Program omogoča hitro in natančno izdelavo 3D-modelov in 2D-tehnične risbe kompleksnih delov in izdelkov. Zaradi naprednega razvojnega procesa omogoča oceno stroškov, analizo gibanja in izračune napetosti, kar zelo pomaga konstrukterjem za manj napak.

Program vključuje možnost shranjevanja v oblaku in upravljanja datotek, kar omogoča partnerjem in naročnikom hitrejši dostop do informacij v kratkem času. CAD-ozaveščena shramba zagotavlja varno upravljanje podatkov in preprečuje prepisovanje in kopiranje datotek. Predstavlja zanesljivo rešitev konstruiranja v inženirskem okolju. Na spodnjih slikah (slike 12 do 16) so konstrukcije in dizajni, kako bo pnevmatsko izmetavanje izgledalo na orodju (SOLIDWORKS, 2026).

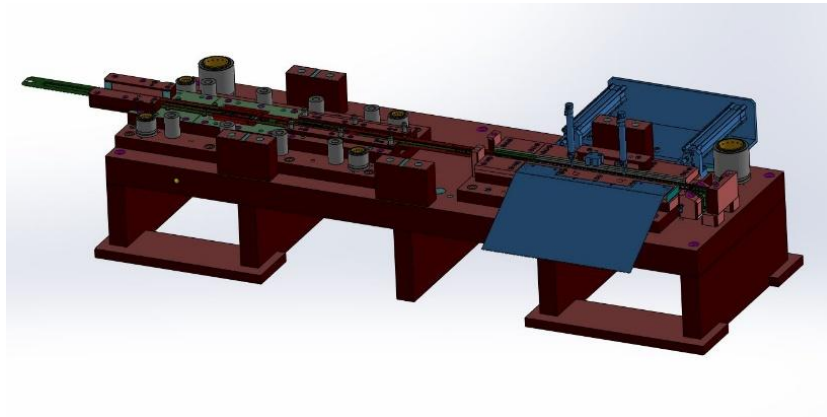
Slika 12: Konstruirana nadgradnja 3D



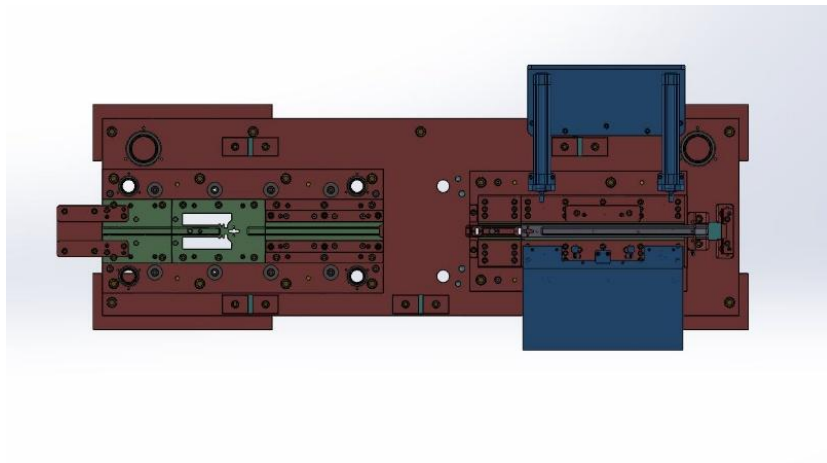
Slika 13: Konstruirana nadgradnja 3D



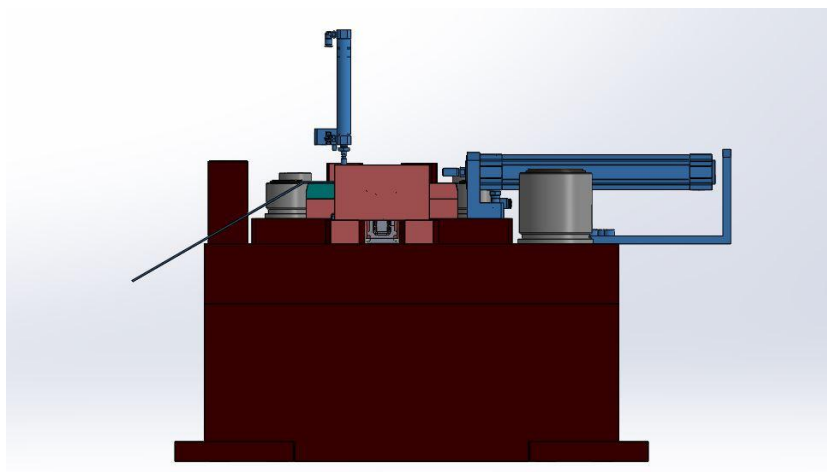
Slika 14: Konstruirana nadgradnja 3D



Slika 15: Konstruirana nadgradnja 3D



Slika 16: Konstruirana nadgradnja 3D



3.3 RAZVOJ SISTEMA PNEVMATSKEGA IZMETAVANJA

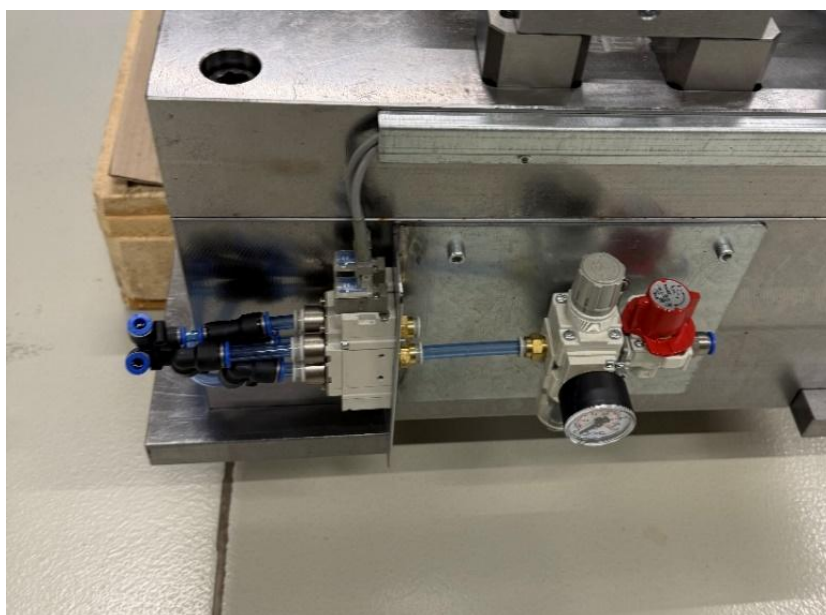
Razvoj je potekal z namenom, da zagotovi enakomeren izmet med obdelavo. Sistem je bil zasnovan tako, da omogoča enostavno regulacijo tlaka in ponovljivo delovanje brez poseganja.

Osnovo nadgradnje predstavljata dva standardna pnevmatska cilindra in dva cilindra za morebitno nadgradnjo. Cilindri so med seboj povezani s pnevmatskimi cevmi in razdelilnimi elementi, ki skrbijo za enakomerno dovajanje zraka. Za krmilje in nemoteno delovanje so skrbeli elektromagnetni ventili. Signali senzorjev so bili speljani v krmilno omarico, kjer se potrebni podatki obdelajo za aktivno proženje cilindrov. Razvoj pnevmatskega sistema izmetavanja je bil poudarjen na enostavni montaži in varnem delovanju brez posegov operaterja.

Komponente, uporabljene za razvoj sistema izmetavanja, so bile:

- pnevmatski ventil, uporabil sem elektromagnetni 5/2 ventil. Omogoča pomik glavnih dveh pnevmatskih cilindrov naprej in nazaj. Ventil ima speljana dva izhoda proti cilindru, dva izpušna priključka in dovod stisnjene zraka;
- regulator tlaka z manometrom, gre za enoto, ki omogoča nastavljanje sile izmetavanja, ima zaščito sistema pred visokim tlakom, ima ročni zaporni ventil, ki omogoča zapiranje in odpiranje tlaka;
- pnevmatske cevi, uporabil sem plastične fleksibilne pnevmatske cevi, ki so znane po majhnem premeru, so fleksibilne, kar pride zelo prav med povezavo, in so odporne na tlak od 8-10 bar;
- hitre spojke so znane po hitrem priklopu na cev, za katero ni potrebno orodje in je enostavna za servisiranje. Od spojk sem uporabil kotne priključke, ravne fitinge in T-razdelilce. Na sliki 17 so glavni deli, ki skrbijo za tlak.

Slika 17: Glavne komponente



3.4 POSTOPEK IZDELAVE

3.4.1 Opis CNC-stroja Hermle U740

Univerzalni rezkalni stroj Hermle U 740 je vertikalni CNC-stroj, ki izvira od nemškega proizvajalca HERMLE. Odlikuje ga visoko precizno rezkanje in univerzalna obdelava materialov. Njegov namen je predvsem rezkanje, kar pomeni, da lahko obdeluje kovinske ali ne kovinske materiale z uporabo rezkalnih ali vrtalnih orodij. Za natančnost skrbi Heidenhain iTNC530-krmilnik, ki omogoča avtomatizirano obdelavo. Ker gre za 3-5 osni stroj, omogoča izvajanje kompleksnejših 3D-oblikovalnih oblik. Možnost več orodij lahko nastavljamo z avtomatskimi menjalniki orodij, s katerim lahko menjamo do 16 orodij (Exapro, 2026).

3.4.2 Izdelava različnih komponent

Izdelava različnih komponent je potekala v več fazah, na večnamenskem rezkalnem stroju, ki je prikazan na sliki 18. Pritrdilni nosilci so bili narejeni na naprednem CNC-rezkalnem stroju Hermle U 740, ki pa jih je bilo najtežje izdelati. Kljub napredni tehnologiji je bilo delo zahtevno, saj sta morala biti oba nosilca enaka. Za izdelavo je bilo potrebnih več orodij, kot so frezala, svedri, povrtala.

Slika 18: Univerzalni rezkalni stroj Hermle U 740



Vir: (KEV, 2026)

Ko so bili nosilci pritrjeni na orodje in pravilno pozicionirani, je sledila montaža glavnih pnevmatskih cilindrov. Zaščitna pločevina in plošča za izmet sta bili izdelani na hidravličnem upogibnem stroju Vimercati, bili sta enostavni za izdelavo, saj sem samo nastavil kot upogiba ter upognil. Na sliki 19 je upogibni stroj, ki sem ga uporabljal.

Po upogibu sta bili montirani na orođje. Dodatni cilindri bi prišli montirani na zgornjo stran orođja, vendar niso bili potrebni.

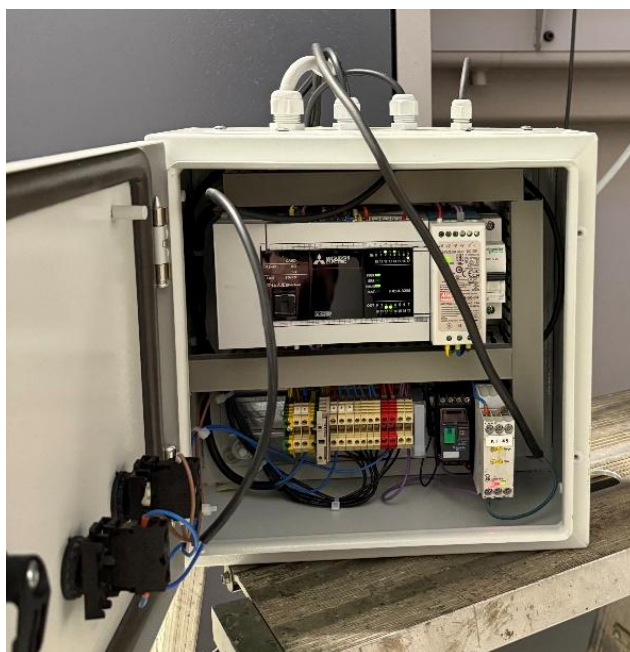
Slika 19: Upogibni stroj Vimercati



Vir: (KEV, 2026)

Po mehanski obdelavi je sledila vezava pnevmatskega sistema. Cevi so bile povezane z ventili in razdelilnimi elementi, pri čemer je bila ključna tesnost. Ko so bile cevi in priključki povezani, je sledila vezava krmilne omarice, v kateri so bili vsi senzorji, releji, napajalnik, krmilnik in zaščitni elementi, ki so potrebni za sinhrono delovanje. Da bi bila vezava varna, je bila narejena s strani električarja, zato je bilo izvedeno vse z električnimi načeli. Na sliki 20 je prikazana krmilna omarica pnevmatskega sistema s senzorji.

Slika 20: Krmilna omarica



Na sliki 21 in 22 je prikazana napeljava električnih kablov skozi orodje do krmilne omarice, ki omogoča sinhrono delovanje vseh komponent.

Slika 21: Napeljava električnega vezja



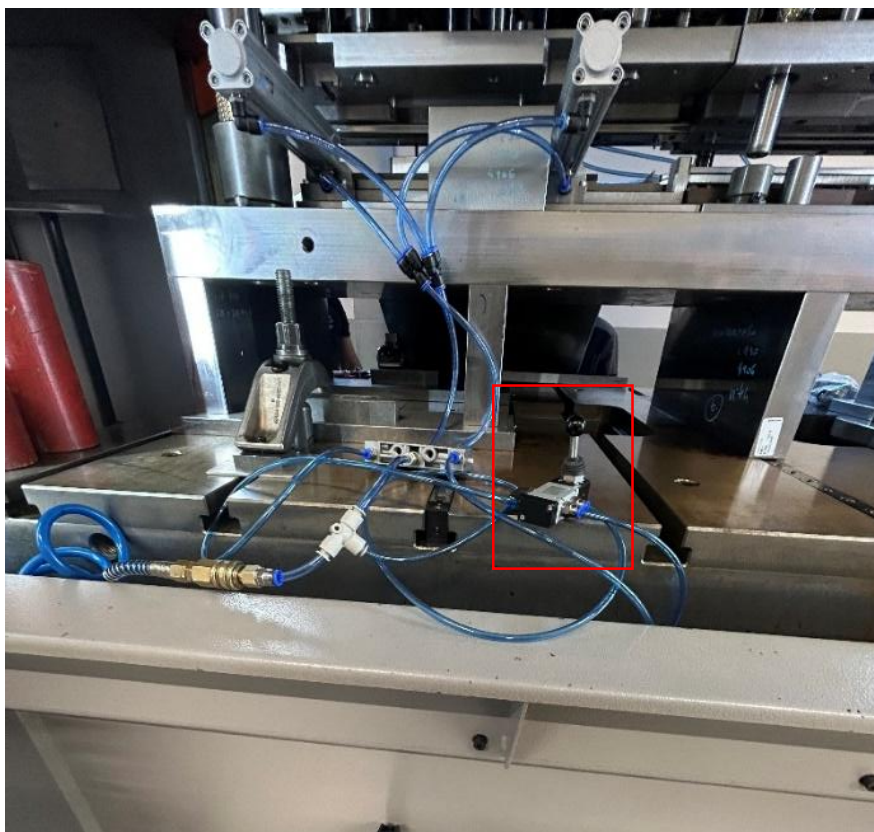
Slika 22: Napeljava električnega vezja



3.5 IZVEDBA PREIZKUSA

Po končani montaži nadgradnje in električne vezave smo opravili preizkus. Najprej smo testirali tesnost med spoji in preverili, ali vsi ventili delujejo, kot je potrebno. Pri manjšem tlaku smo nato testirali stabilnost in delovanje posameznih cilindrov, kako se gibljejo in obnašajo ob tlaku.

Slika 23: Izvajanje testiranja



V naslednji fazi smo testirali izmetavanje obdelovancev. To smo naredili tako, da smo priklopili tlak in s pomočjo ročice kontrolirano izvajali pomike. To prikazuje rdeči kvadrat na sliki 23. Sistem je uspešno izvedel izmet, pri čemer ni prišlo do raznih zastojev ali nepravilnega delovanja. Preizkusili smo tudi senzorje, ki zaznavajo končno lego cilindrov. Preizkusili smo, ali so se vsi signali povezali z električnimi kablji sinhrono s krmilno omarico.

Rezultati so pokazali, da sistem deluje, gibanje je enakomerno in izmet obdelovancev je primeren za obdelavo.

Na sliki 24 je prikazan celoten delovni hod cilindra med izmetavanjem. Pritisk je bil nastavljen na 5 bar, kar je zadoščalo za nemoteno delovanje. Izmetavanje je bilo uspešno preverjeno, zato je bilo primerno za obdelavo med ciklom obdelovanja.

Slika 24: Delujoč sistem izmetavanja



3.6 ODPRAVA MOREBITNIH TEŽAV

Zahvaljujoč naprednemu programu SolidWorks , težav v konstrukcijskih delih ni bilo, so pa bili popravki oziroma nastavitve pri tlaku in senzorjih.

Na začetku testiranja smo morali nastaviti ustrezen delovni tlak, saj je bil previsok, kar je povzročilo prekomerno silo izmetavanja. S previsoko silo izmeta bi lahko poškodovali obdelovance. Zraven nastavitve tlaka je bila izvedena kontrola za dušenje gibanja, s čimer smo omogočili ravno pravšnjo silo, da so cilindri brez težav izvrgli obdelovanec.

Tesnenje med spojnimi priključki smo morali zategniti, saj so med poizkusom puščali, kar bi posledično povzročilo prekomerno uhajanje tlaka.

3.7 ANALIZA STROŠKOV

Tabela 2 prikazuje skupne materialne stroške same nadgradnje.

Tabela 2: Analiza materialnih stroškov

Št.	Komponenta	Količina	Skupaj €
1.	Regulator tlaka z manometrom	1	60 €
2.	Ročni zaporni ventil	1	30 €
3.	Elektromagnetni 5/2 ventil	1	80 €
4.	Dušilci izpuha	2	10 €
5.	Pnevmatske cevi 3 m	1	15 €
6.	Standardni valj	2	267 €
7.	Okrogli valj	2	84 €
Stroški materiala skupaj:			546 €

3.8 ANALIZA REZULTATOV IN DOSEŽENIH PRIHRANKOV

Glede avtomatizacije se je nadgradnja izplačala, saj bom v naslednjih preračunih prikazal oziroma dokazal celotne prihranke in učinkovitost stroja. Ročno delo več ni potrebno, saj vse opravijo pnevmatski cilindri, ki so povezani s krmiljem in senzorji.

Zmanjšanje časa cikla

V tabeli 3 je povzet čas posameznega cikla med ročnim in pnevmatskim izmetom ter prikazuje razliko in prihranek časa.

Tabela 3: Prihranek na času cikla

Parameter	Ročni izmet	Pnevmatski izmet	Razlika	Sprememba v %
Čas cikla	15 s	7 s	8 s	53 % zmanjševanje

Izračun:

$$15 \text{ s} - 7 \text{ s} = 8 \text{ s se zmanjša cikel}$$

$$(8/15) \times 100 = 53 \% \text{ se odstotno zmanjšuje}$$

Povečanje produktivnosti:

V tabeli 4 je prikazano, koliko kosov se naredi na minuto in koliko na uro, če se uporablja ročni ali pnevmatski izmet.

Tabela 4: Povečanje produktivnosti

Parameter	Ročni izmet	Pnevmatski izmet	Razlika	Sprememba v %
Kos / min	4	8	4	100 %
Kos / uro	240	480	240	100 %

Izračun:

$$4 \times 60 = 240 \text{ kos/h}$$

$$8 \times 60 = 480 \text{ kos/h}$$

480 – 240 = 240 kosov se naredi več s pnevmatskimi izmetali

$$(240/240) \times 100 = 100 \%$$

8-urni delovnik

Tabela 5 prikazuje dnevno izdelavo oziroma 8-urno izmeno,

Tabela 5: 8 urni delovnik

Parameter	Ročni izmet	Pnevmatski izmet	Razlika
Kos/dan	1920	3840	1920

Izračun:

$$240 \times 8 = 1920 \text{ kos/dan}$$

$$480 \times 8 = 3840 \text{ kos/dan}$$

Letni prihranek

V tabeli 6 je prikazano število narejenih obdelovancev v celotnem letu z ročnim izmetom in pnevmatskim izmetom. Množil sem z 220, ker je toliko delovnih dni na leto.

Tabela 6: Letni prihranek

Parameter	Ročni izmet	Pnevmatski izmet	Razlika
Kos/leto	422.400	844.800	422.400

Izračun:

$$1920 \times 220 = 422.400 \text{ kosov}$$

$$3840 \times 220 = 844.400 \text{ kosov}$$

Prišli smo do ugotovitve, da smo z nadgradnjo zmanjšali čas cikla za kar 53 % in s tem povečali proizvodnost za 100 %. Na dnevni bazi oziroma v 8-urnem delovniku bi naredili kar 1920 kosov več s pnevmatskimi izmetali kot z ročnim izmetom.

3.9 PREDLOGI IZBOLJŠAV

Kot nadgradnjo bi mogoče za lažjo beleženje in spremljanje dodal števec kosov in bi s tem operater neposredno spremljal, ali se na koncu dneva vsi kosi ujemajo. Če bi bil hrup cilindrov preglasen ali moteč, bi lahko namestili dušilce zvoka.

Spremljali bi obrabo in delovanje pnevmatskih senzorjev in jih ustrezno servisirali.

3.10 KONSTRUKCIJSKA DOKUMENTACIJA

Dokumentacija je bila izdelana v programskem okolju SolidWorks, kateri omogoča 3D modeliranje posameznih komponent, ki so bile sestavljene v celoto. Najprej so bili izdelani tridimenzionalni modeli, kateri so bili ključni v nadgradnji. Na podlagi modelov, so bile pripravljene tudi delavniške risbe posameznih delov.

Poleg mehanskega dela dokumentacije so priložene tudi osnovne električne sheme, kjer vidimo povezave med posameznimi konektorji in komponentami. Električno povezovanje je izvedel zunanji izvajalec na podlagi načrtov in tehniških zahtev.

Celotna konstrukcijska dokumentacija je priložena na koncu diplomskega dela in omogoča natančen pregled konstrukcijske zasnove in pregled vseh komponent katere so bile izdelane v podjetju.

4 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu sem predstavil nadgradnjo CNC-stroja za preoblikovanje s stiskanjem z nadgradnjo pnevmatskega sistema za avtomatsko izmetavanje obdelovancev. Namen diplomskega dela je bil, da skrajšam čas cikla, povečam produktivnost, omogočim varnejše delo in nadgradim avtomatizacijo stroja. Najprej je bil pregled stanja in na podlagi tega zasnovana konstrukcija v SolidWorksu.

V prvem delu sem predstavil teoretične podatke postopkov preoblikovanja s stiskanjem, opis delovanja mehanske stiskalnice Pressix 250 DM CC in osnove pnevmatike. Opisal sem obstoječo problematiko ročnega izmetavanja, ki je povzročala daljši cikel, povečano varnostno tveganje in zmanjšanje izkoriščenosti stroja.

V osrednjem delu sem predstavil konstrukcijsko zasnovo, razvoj pnevmatskega sistema in samo izvedbo. Predstavljeno je modeliranje v SolidWorksu, izdelava mehanskih nosilcev na CNC-rezkalnem stroju, montaža pnevmatskih cilindrov, vezava ventilov in vezava električnih delov v krmilno omarico. Opisal sem testiranje sistema in odpravo težav, ki so nastajale pri delovanju.

Rezultati nadgradnje so pokazali bistveno izboljšanje proizvodnega procesa. Čas cikla se je zmanjšal s 15 sekund na 7 sekund, kar pomeni 53-odstotno skrajšanje cikla.

Produktivnost se je povečala z 240 kosov na uro na 480 kosov na uro, kar predstavlja 100-odstotno povečanje proizvodnje. V 8-urnem delovniku to pomeni povečanje s 1920 kosov na 3840 kosov dnevno.

Na letni ravni 220 delovnih dni to predstavlja povečanje proizvodnje za 422.400 kosov. Materialni stroški nadgradnje so znašali 546 €, kar pomeni, da je bila investicija ekonomsko upravičena.

Dodatna prednost naloge je bila celotna nadgradnja, izvedena z uporabo dostopnih cenovnih komponent, kar omogoča enostavno vzdrževanje in morebitne nadgradnje sistema. Nadgradnja je bila zasnovana tako, da ne posega preveč v orodje in jo je mogoče demontirati po potrebi.

V zaključnem dejanju diplomskega dela lahko potrdim, da smo s podjetjem KEV d. o. o. dosegli vse zastavljene cilje, saj smo konstruirali in izdelali enostavno in dovršeno nadgradnjo obstoječemu orodju, ki bo veliko doprinesla k velikoserijski proizvodnji. Skozi celotno izdelavo diplomskega dela sem se naučil veliko o načrtovanju, razvoju, meritvah in medsebojnem sodelovanju ter obenem utrdil znanje v strojništvu.

5 VIRI

Exapro. 2026. Hermle U 740. *Exapro*. [Elektronski] 20. 2 2026. [Navedeno: 16. Februar 2026.] <https://www.exapro.rs/>.

FESTO. 2026. Standardni valj. *FESTO*. [Elektronski] 14. 2 2026. [Navedeno: 14. 2 2026.] https://www.festo.com/si/sl/p/standardni-valj-id_DSBC/.

KEV. 2026. *KEV*. Ormož : KEV, 2026.

KYSON. 2026. Osnovne komponente pnevmatskega sistema. *KYSON*. [Elektronski] 14. 2 2026. [Navedeno: 19. Januar 2026.] <https://si.kysoncn.com/info/basic-components-of-pneumatic-system-98535642.html>.

Pressix. 2015. Pressix. *Pressix*. [Elektronski] 12. 02 2015. [Navedeno: 5. Februar 2026.] <https://www.pressix.it/en/p/presses-with-double-connecting-rod-250-dm2/>.

SOLIDWORKS. 2026. SOLIDWORKS. *SOLIDWORKS*. [Elektronski] 14. 2 2026. [Navedeno: 14. Februar 2026.] https://www.solidworld.si/solidworks-pdm?gad_source=1&gad_campaignid=41004705&gbraid=0AAAAAD3aB593tjV8eBimmWbCYyKo_Onf&gclid=Cj0KCCQiA18DMBhDeARIsABtYwT1XA4GCx3W-7dStHQvDsToq2pcbFZWBo-0JOZzvWdKhhz8k9MMdnqIaAp7jEALw_wcB.

Šolski center Ravne. 2026. Preoblikovalni stroji. *studentski.net*. [Elektronski] 14. 2 2026. [Navedeno: 11. Februar 2020.] https://studentski.net/gradivo/vis_srk_str_tpr_sno_preoblikovalni_stroji_01.

TehnoLab. 2026. Ekscentrična stiskalnica z nastavitvijo hoda. *TehnoLab*. [Elektronski] 12. 02 2026. [Navedeno: 12. Januar 2026.] <https://ch.technolab.org/fr/eccentric-press-with-stroke-adjustment-fr>.

PRILOGE

PRILOGA A: Električna shema senzorjev 1

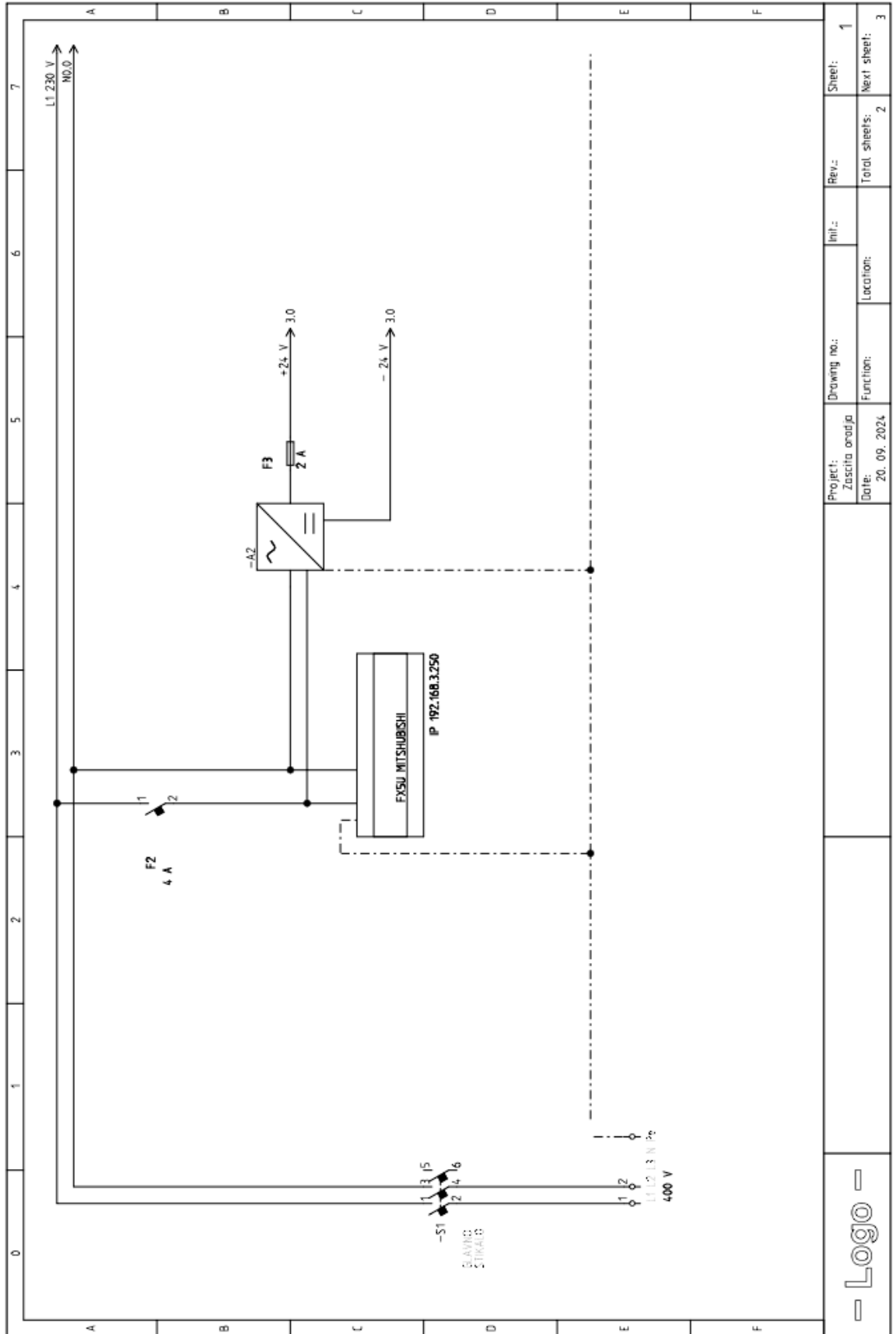
PRILOGA B: Električna shema senzorjev 2

PRILOGA C: Delavniška risba nosilca

PRILOGA D: Delavniška risba plošče za izmet

PRILOGA E: Delavniška risba zaščitne pločevine

PRILOGA A: ELEKTRIČNA SHEMA SENZORJEV 1



- Logo -

Project: Zashtita opredelja	Drawing no.:	Init.:	Rev.:	Sheet: 1
Date: 20. 09. 2024	Function:	Location:	Total sheets: 2	Next sheet: 3

PRILOGA B: ELEKTRIČNA SHEMA SENZORJEV 2

