

Šolski center Celje
Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

BRUSILNI STROJ ZA BRUŠENJE SINTRANIH KOVANCEV

raziskovalna naloga

Področje: APLIKATIVNI INOVACIJSKI
PREDLOGI IN PROJEKTI

Avtorji:

Matevž FENDRE, S-2.b
Aljaž KOPRIVNIK, S-2.b
Tilen ŽAGAR, S-2.b

Mentor:

Anton OVTAR, univ. dipl. inž.
Strojništva
Peter KLAUS, dipl. inž. Strojništva

Celje, april 2023

IZJAVA*

Mentorja **Anton Ovtar** in **Peter Klaus** v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom **Brusilni stroj za brušenje sintranih kovancev**, katere avtorji so **Tilen Žagar, Aljaž Koprivnik** in **Matevž Fendre**:

- besedilo v tiskani in elektronski oblikih istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljenih literatur,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno naložo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno naložo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov ozziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 10.4.2024

žig ſole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe ſole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani ſola v svojem arhivu.

KAZALO

1	UVOD	1
2	HIPOTEZE	2
3	SINTRANI MATERIALI.....	5
3.1	STISKANJE SINTRANIH MATERIALOV.....	6
4	BRUŠENJE	7
4.1	BRUSILNI STROJI IN POSTOPKI BRUŠENJA.....	7
4.2	BRUŠENJE SINTRANCEV.....	8
4.3	BRUSILNO ORODJE	9
5	IZDELAVA BRUSILNEGA STROJA	11
5.1	NAMIZNI DISK BRUSILNIK DS300.....	12
6	POVZETEK	15
7	ZAHVALA.....	16
8	VIRI IN LITERATURA.....	17

KAZALO SLIK

Slika 1 Prah za sintranje.....	3
Slika 2 Površina brušenega kovanca.....	3
Slika 3 Končni izdelek - Brušena in polirana površina kovanca	4
Slika 4 Sintran material pod mikroskopom	5
Slika 5 Postopek sintranja	6
Slika 6 Stiskanje praha pri sintranju	6
Slika 7 Shema brušenja.....	7
Slika 8 Brušen kovanec vpet v stroju.....	8
Slika 9 Sestava brusilnega orodja	9
Slika 10 Geometrija brusilnega zrna.....	9
Slika 11 Velikost brusilnega zrna	10
Slika 12 3D model v programu Creo Parametric	11
Slika 13 Namizni brusilnik DS300	12
Slika 14 Brusilni stroj v izdelavi	13
Slika 15 Kovanec vpet v brusilnem stroju (zadnja stran)	13
Slika 17 Motor in reduktor na premični plošči.....	14
Slika 16 Koračni motor za premikanje plošče	14

1 UVOD

V sodobni dobi, kjer tehnološki napredek narekuje tempo našega vsakdana, so inovacije ključnega pomena za razvoj različnih panog. Med temi, ki zahtevajo nenehno izboljšanje in prilagajanje, se pojavlja tudi izziv brušenja sintranih materialov. Sintrani materiali, zaradi svoje sestave, predstavljajo poseben izziv za navadne brusilne tehnike. V tem kontekstu se vzpostavlja potreba po razvoju in optimizaciji posebnega brusilnega stroja, namenjenega ravno za brušenje sintranih kovancev.

Brušenje sintranih kovancev predstavlja izziv, saj so sintrani materiali porozni ter imajo velika zrna, ki jih povezuje vezivo. Če sintrane materiale brusimo z navadnim brusom, je brušena površina zelo groba ter ne zagotavlja potrebne kakovosti, groba površina lahko tudi negativno vpliva na vizualni videz kovancev. Ravno v ta namen smo izdelali poseben brusilni stroj namenjen prav za to nalogu.

Osnovni izziv naloge je premagati zapletenost brušenja sintranega materiala in zagotoviti lep končen izdelek z gladko površino. Naloga bo preučila parametre brusilnega stroja, ki vplivajo na končni rezultat brušenja, da je na koncu obdelana površina čim lepša.

2 HIPOTEZE

Izdelava brusilnega stroja je prinesla številne izboljšave pri proizvodnji brušenih kovancev:

- Poenostavitev procesa: Brušenje kovancev je zdaj avtomatizirano, kar pomeni, da je delo manj zamudno in zahteva manj ročnega dela.
- Pospešitev proizvodnje: Brusilni stroj lahko obdela veliko več kovancev na uro kot ročno brušenje. To pomeni, da lahko proizvedemo več kovancev v krajšem času.
- Izboljšana kakovost: Brusilni stroj zagotavlja dosledno in natančno brušenje kovancev. To pomeni, da so kovanci bolj gladki in imajo boljšo površinsko obdelavo, kar lahko izboljša njihov videz in trajnost.

Poleg teh prednosti ima brusilni stroj še nekaj dodatnih lastnosti:

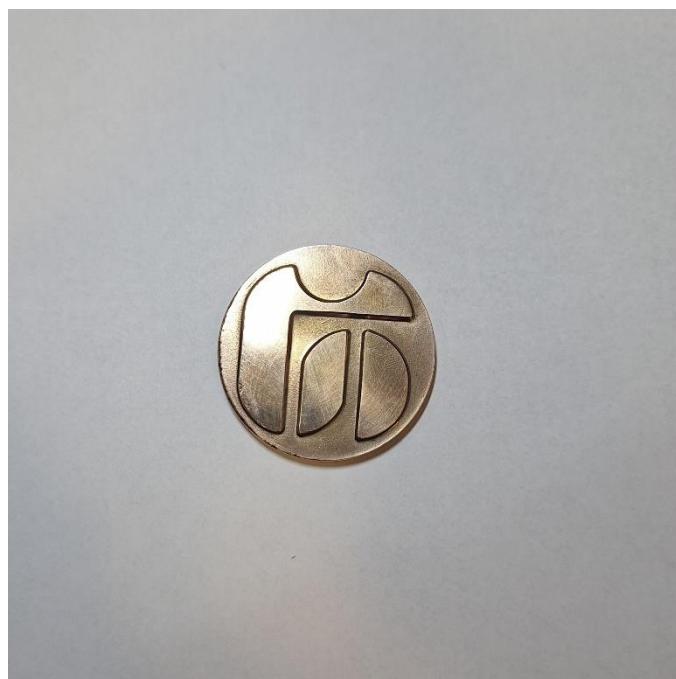
- Nastavljaljivost: Brusilni stroj omogoča nastavitev različnih parametrov brušenja, kot so hitrost brusa, globina brušenja in abrazivnost brusilnega papirja.
- Varnost: Brusilni stroj je opremljen z varnostnimi funkcijami, ki ščitijo uporabnike pred poškodbami, kot so gumb za izklop v sili. Izdelava brusilnega stroja je prinesla številne izboljšave pri proizvodnji brušenih kovancev:



Slika 1 Prah za sintranje



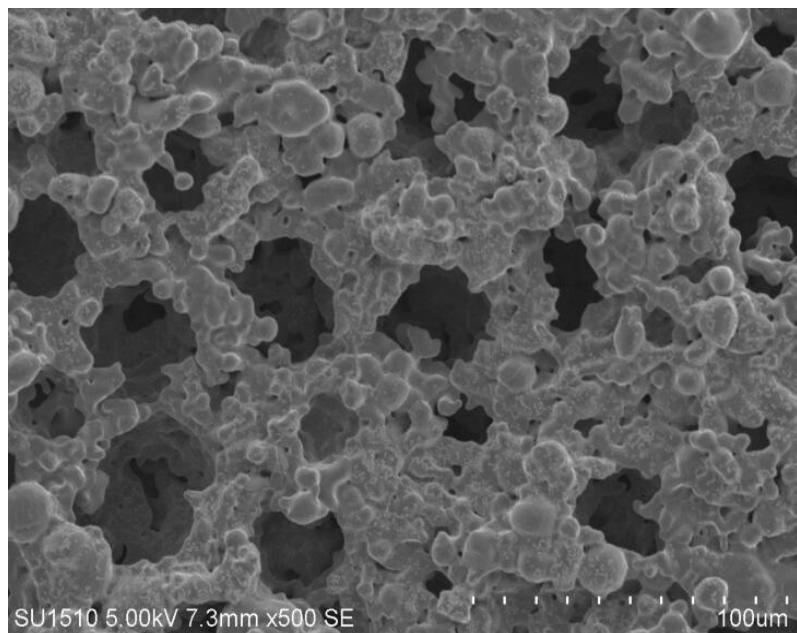
Slika 2 Površina brušenega kovanca



Slika 3 Končni izdelek - Brušena in polirana površina kovanca

3 SINTRANI MATERIALI

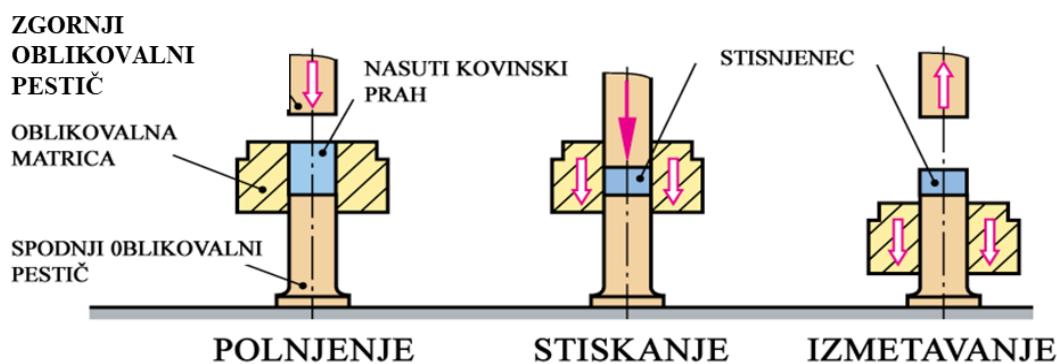
Postopek sintranja je sestavljen iz več faz. Na začetku se surovina oblikuje v določeno obliko, običajno v obliki prahu. Ta prah se nato stisne s pritiskom, da se zagotovi enakomernost in odstranijo praznine. Nato se stisnjen material podvrže kontroliranemu segrevanju v peči za sintranje. Temperatura je skrbno regulirana, da se omogoči lepljenje delcev, ne da bi prišlo do popolnega taljenja. Med segrevanjem so delci podvrženi difuziji, kar povzroči nastanek vratu in zgostitev. Končna faza vključuje hlajenje sintranega izdelka, ki omogoča, da se strdi v togo in kohezivno strukturo.



Slika 4 Sintran material pod mikroskopom

3.1 STISKANJE SINTRANIH MATERIALOV

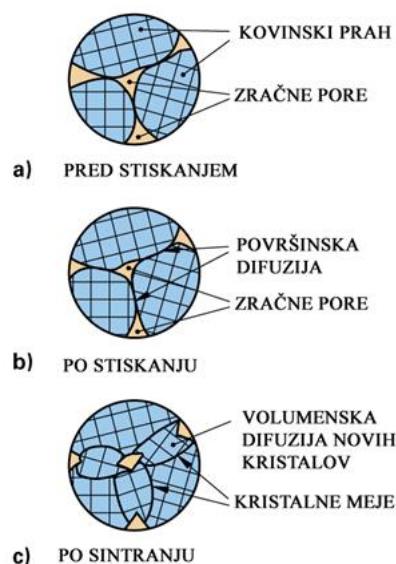
Postopek sintranja je sestavljen iz več faz. Na začetku se surovina oblikuje v določeno obliko, običajno v obliki prahu.



Slika 5 Postopek sintranja

Ta prah se nato stisne s pritiskom, da se zagotovi enakomernost in odstranijo praznine. Nato se stisnjen material podvrže kontroliranemu segrevanju v peči za sintranje. Temperatura je skrbno regulirana, da se omogoči lepljenje delcev, ne da bi prišlo do popolnega taljenja.

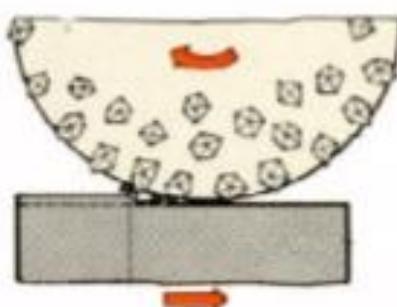
Med segrevanjem so delci podvrženi difuziji, kar povzroči nastanek vratu in zgodstitev. Končna faza vključuje hlajenje sintranega izdelka, ki omogoča, da se strdi v togo in kohezivno strukturo



Slika 6 Stiskanje praha pri sintranju

4 BRUŠENJE

Brušenje spada med postopke fine obdelave z odrezovanjem, s katerim lahko dosežemo veliko natančnost in izredno kvalitetno obdelano površino. Spada med postopke odrezovanja, pri katerem ima orodje - brus veliko število rezil (brusnih zrn), ki so nepravilne geometrijske oblike. Tako je lahko vsako abrazivno zrno drugače usmerjeno, zrna med seboj pa so povezana z vezivom. Zrna v brusu so neenakomerno porazdeljena in so v bistvu majhni cepilni klini, s katerimi odrezujemo kovino.



Slika 7 Shema brušenja

4.1 BRUSILNI STROJI IN POSTOPKI BRUŠENJA

Brusilni stroji so orodja, ki se uporabljam za brušenje in fino obdelavo različnih materialov, kot so kovina, les, plastika itd. Obstajajo različne vrste brusilnih strojev, med njimi:

- Kotne brusilke - Uporabljajo se za grobo brušenje in oblikovanje materialov. Imajo brusilne plošče, pritrjene na os, ki se vrti.
- Ravne brusilke - Uporabljajo se za natančno brušenje ravnih površin. Imajo ravne brusilne plošče, ki se premikajo čez material, ki se brusi.
- Brusilniki za površinsko brušenje - Uporabljajo se za brušenje večjih površin. Imajo široko brusilno ploščo, ki se premika preko materiala.

Postopki brušenja vključujejo:

- Grobo brušenje - Odstranjuje odvečen material, da se doseže želena oblika ali dimenzija.
- Fino brušenje - Uporablja se za doseganje gladke površine in visoke natančnosti.

- Poliranje - Končni korak brušenja, ki se uporablja za doseganje visokega sijaja in gladke površine.

Ti postopki se lahko izvajajo z različnimi brusnimi materiali, kot so brusni papir, brusni disk ali brusni koluti, odvisno od materiala, ki se obdeluje, in želenega rezultata.

4.2 BRUŠENJE SINTRANCEV

Brušenje sintrancev je postopek brušenja površin iz sintetičnega materiala, imenovanega "sintranci". Sintranci so vrsta kompozitnega materiala, ki se uporablja v različnih industrijah, vključno s proizvodnjo delov, orodij in drugih predmetov.

Običajno vključuje uporabo brusnih orodij, kot so brusni papirji, brusilni koluti ali brusilni disk. Postopek lahko poteka ročno ali avtomatizirano, odvisno od zahtev in količine dela.

Pomembno je izbrati pravi brusni material in pritisniti med brušenjem, da dosežemo želeno površinsko obdelavo brez poškodb sintrancev. Prav tako je pomembno zagotoviti dobro prezračevanje in uporabljati zaščitno opremo, zlasti respiratorje, da se prepreči vdihavanje delcev, ki se sproščajo med brušenjem.

Končni cilj brušenja sintrancev je doseči gladko, ravno in gladko površino, ki ustreza specifikacijam in zahtevam končnega izdelka.



Slika 8 Brušen kovanec vpet v stroju

4.3 BRUSILNO ORODJE

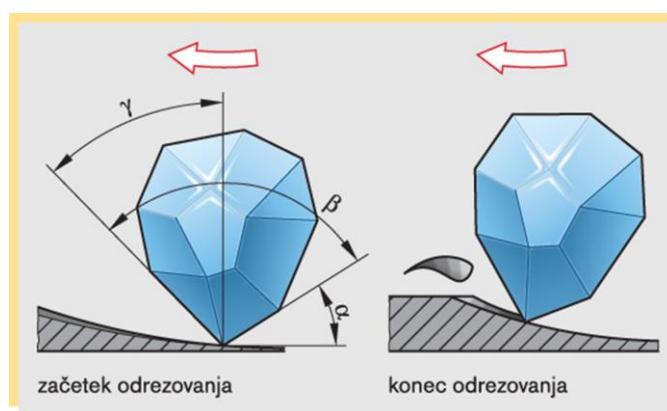
Brus je sestavljen iz velikega števila brusnih zrn nepravilnih geometrijskih oblik, ki jih vezivo veže v brus. Brusni material je lahko nanesen tudi samo na trup v tankem sloju ali pa so na trupu pritrjeni brusni segmenti. Mešanico zrn in veziva stisnemo pod pritiskom od 75 do 250 barov v posebnih kalupih v obliko brusa, ki ga nato žgemo pri temperaturah, ki jih terjajo posamezna veziva. Kvaliteta in uporabnost brusa je predvsem odvisna od materiala in velikosti brusnih zrn, vrste veziva, trdote in strukture brusa.



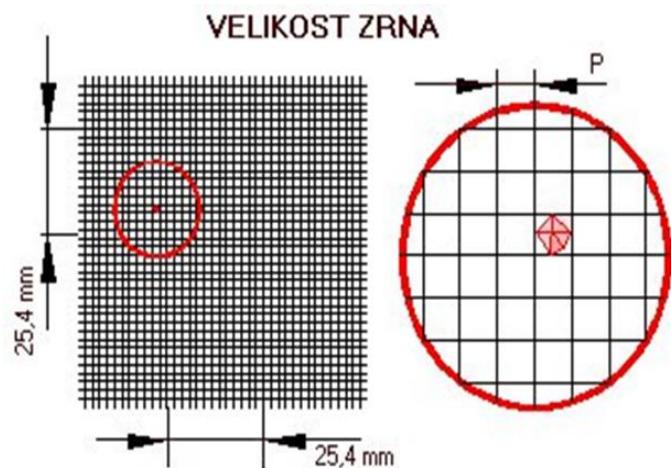
Brus je sestavljen iz brusnih zrn, veziva in vmesnega praznega prostora

Slika 9 Sestava brusilnega orodja

Velikost zrna izbiramo glede na zahtevano kvaliteto površine obdelovanca. Poleg velikosti brusnega zrna vpliva na kvaliteto površine tudi hitrost obdelave. Velikost zrna predpisuje standard in je označena s številko. Število pove, koliko luknjic (P) na dolžini 1 cole (25,4mm) ima žično sito, ki še prepušča zrnca. Npr., zrno št. 80 je tisto zrno, ki ravno še pade skozi sito, ki ima na dolžini 1 cole 80 luknjic.



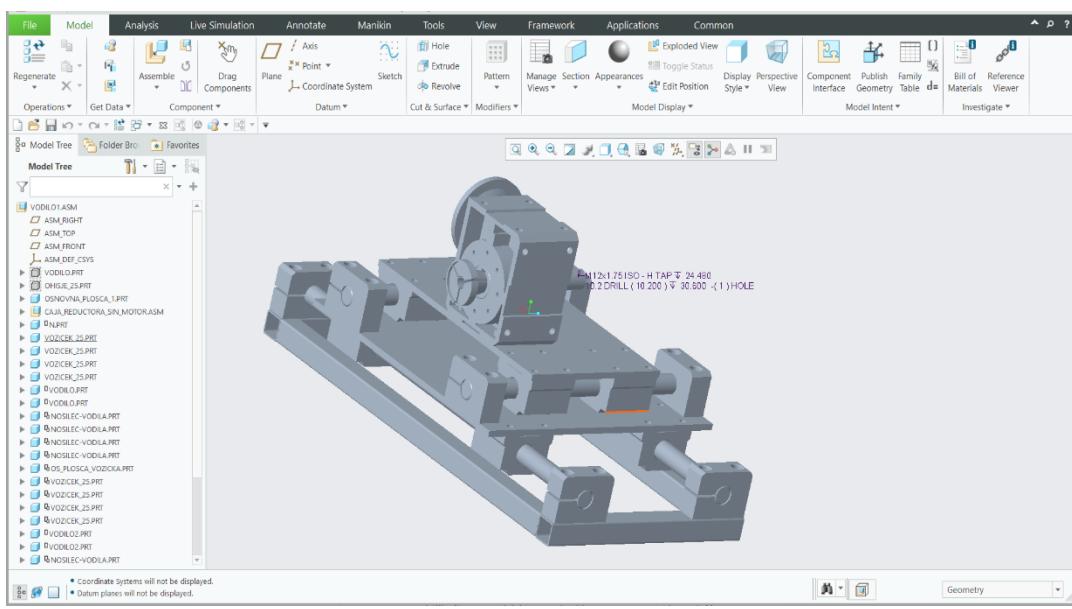
Slika 10 Geometrija brusilnega zrna



Slika 11 Velikost brusilnega zrna

5 IZDELAVA BRUSILNEGA STROJA

Izdelavo brusilnega stroja smo začeli seveda z zamislio in tehničnimi skicami. Ko smo imeli osnovno idejo o izgledu ter delovanju stroja, smo izdelali 3D model stroja v programu Creo Parametric.



Slika 12 3D model v programu Creo Parametric

Ko smo imeli izdelan 3D model, smo začeli z izdelavo dejanske stroja. Najprej smo sestavili pogonski sklop. Ta vključuje trifazni asinhronski elektromotor moči 0,75 kW, katerega smo namestili na kotni polžasti reduktor s prestavnim razmerjem 1:15. Ko smo izdelali pogonski sklop smo ga namestili na ploščo z dvema linearnima vodiloma. Ploščo poganja oz. premika koračni motor, ki vrti navojno vreteno. Nato smo izdelali pesto, ki pride vstavljen v kotno polžasto gonilo. Funkcija te peste je, da fiksira kovanec na pogon kotnega reduktorja, da se ta med brušenjem lahko vrti. Ko smo bili gotovi z izdelavo celotnega pogonskega sklopa, smo se lotili izdelave podnožja stroja, ki je na kolesih, da ga lahko lažje premikamo. Ko smo izdelali podnožje, smo na to podnožje namestili pogonski sklop in brusilni stroj s okroglim brusnim papirjem. Seveda smo pri snovanju brusilnega stroja pomislili tudi na varnost, zato smo namestili gumb za izklop v sili, ki takoj izklopi delovanje stroja.

5.1 NAMIZNI DISK BRUSILNIK DS300

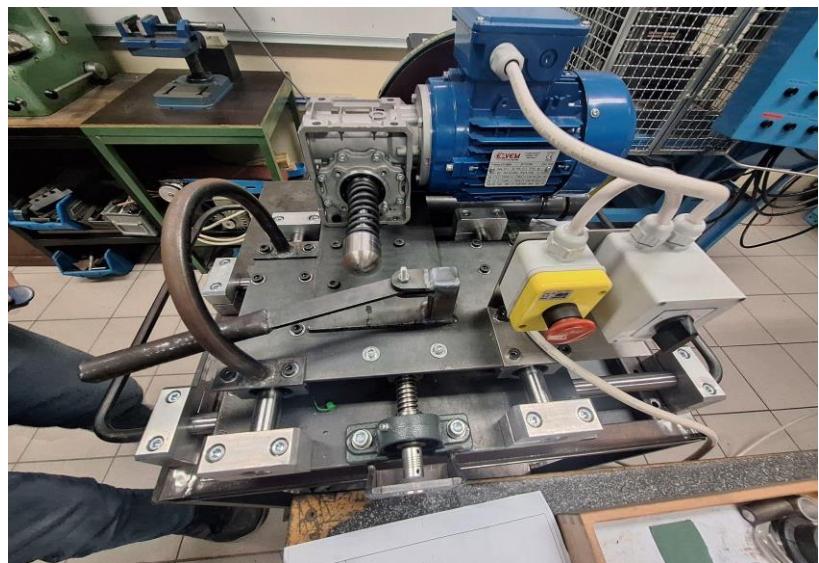
Namizni rotacijski (disk brusilnik oz. orbitalni brusilni stroj) Record Power DS300 je masiven in kvalitetno izdelan iz sive litine ter je primeren za vse vrste nalog v vaši delavnici, kjer vam bo služil dolga leta za hitro in natančno brušenje robov, vogalov,...

Ozobljeno vodilo za naklon delovne mize omogoča njeno enostavno in natančno pozicioniranje do kota 45°.

Brusni disk je z učinkovito ročno zavoro - za dodatno varnost in uporabnost, mogoče hitro ustaviti z zelo malo sile.



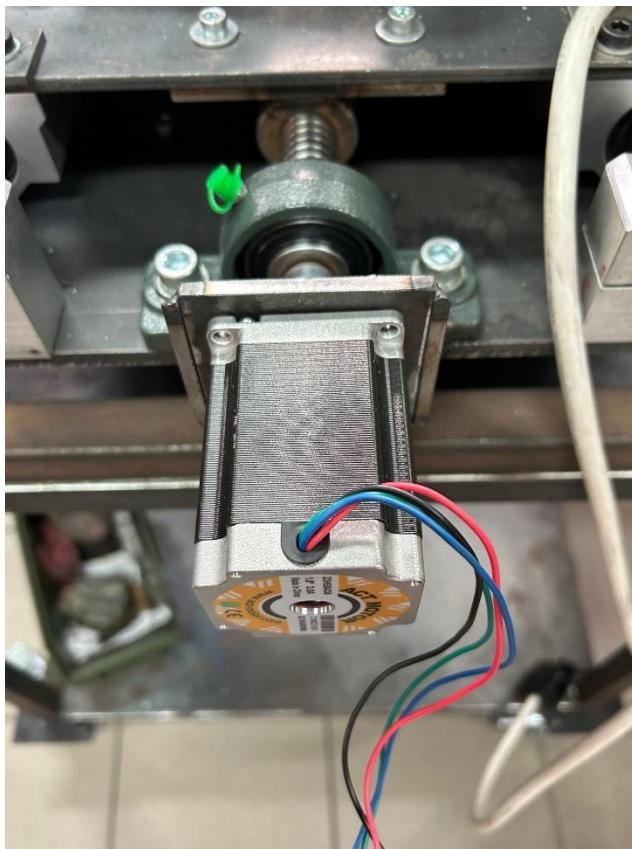
Slika 13 Namizni brusilnik DS300



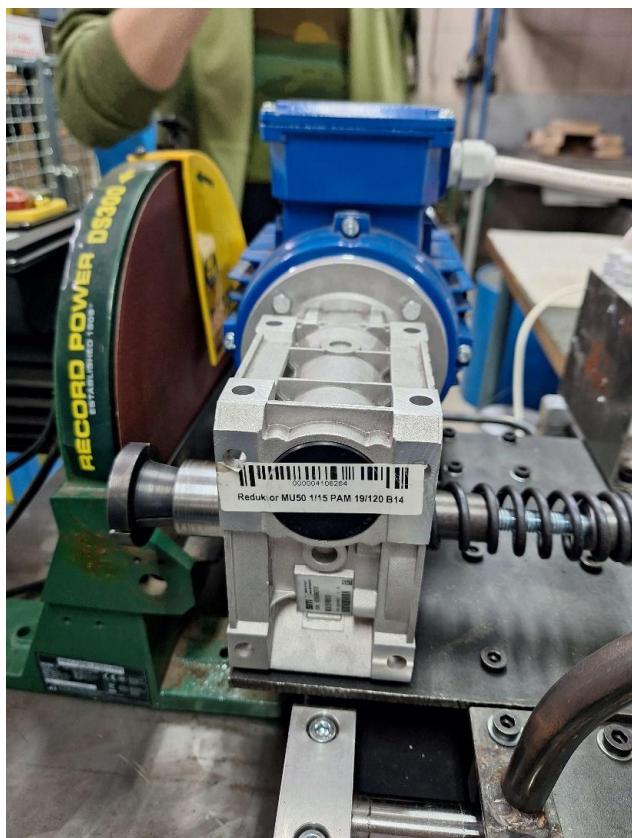
Slika 14 Brusilni stroj v izdelavi



Slika 15 Kovanc vpet v brusilnem stroju (zadnja stran)



Slika 17 Koračni motor za premikanje plošče



Slika 16 Motor in reduktor na premični plošči

6 POVZETEK

Namen naloge je obravnavna brušenja sintranih kovancev, ki predstavljajo poseben izziv zaradi svoje porozne strukture in velikih zrn, povezanih z vezivom. Razvili smo poseben brusilni stroj za to nalogu, s ciljem zagotoviti gladko in kakovostno površino izdelkov.

Raziskava se osredotoča na pomembne vidike brušenja sintranega materiala, vključno z izbiro ustreznih tehnik in orodja za dosego želenih dimenzijskih, površinskih grobosti in geometrije.

Poudarek je na postopku sintranja, ki vključuje oblikovanje materiala v prahu, stiskanje, nadaljnje segrevanje in hlajenje za ustvarjanje trdne strukture.

Opisani so tudi različni brusilni stroji in postopki brušenja, kot so kotne brusilke, ravne brusilke in brusilniki za površinsko brušenje, ter različne faze brušenja, vključno z grobim brušenjem, finim brušenjem in poliranjem.

Nato je predstavljen postopek brušenja sintrancev, ki zahteva pazljivo načrtovanje in izvajanje, da se doseže želena površinska obdelava.

Pomemben vidik je tudi izbira in uporaba ustreznih vrst brusilnega materiala ter varnostni vidiki pri brušenju sintranih materialov.

V nadaljevanju je opisan postopek izdelave posebnega brusilnega stroja za brušenje sintranih kovancev, ki vključuje izbiro in namestitev potrebnih komponent, vključno z elektromotorjem, reduktorjem, ploščo z linearimi vodili ter pesto za fiksiranje kovancev med brušenjem.

Celotna raziskovalna naloga se osredotoča na izboljšanje procesa brušenja sintranih materialov za dosego želene kakovosti površine končnega izdelka.

7 ZAHVALA

Naša zahvala gre vsem, ki so kakorkoli pomagali pri ustvarjanju naše raziskovalne naloge.

Radi bi zahvalili našim mentorjem Antonu Ovtarju in Petru Klausu za čas, potrpežljivost, trud, predvsem pa za vodenje skozi izdelavo naše raziskovalne naloge. Še zlasti se jima zahvaljujemo, ker sta si za nas vedno vzela čas ter nam bila na voljo za vsa dodatna vprašanja.

Zahvaljujemo se Šolskemu centru Celje, ki nam je omogočil delo v šolskih delavnicah.

Zahvala gre tudi razredničarki, ki nam je dajala motivacijo pri pisanju te naloge in nas podpirala.

Prav tako se zahvaljujemo Klavdiji Stres za lektoriranje besedila.

8 VIRI IN LITERATURA

- [1] WIKIPEDIJA. Sintering. (online). 2024. Dostopno na naslovu:
<https://en.wikipedija.org/wiki/Sintering>
- [2] WIKIPEDIJA. Surface finishing. (online). 2024. Dostopno na naslovu:
https://en.wikipedija.org/wiki/Surface_finishing
- [3] Projekt : Tehnologija na internetu že od leta 1998. Brušenje. (online). 2024.
Dostopno na naslovu: <http://dusan.sts.si/brusenje/>