



Srednja poklicna in tehniška šola Murska Sobota
Šolsko naselje 12, 9000 Murska Sobota

Pralnica zemeljskih materialov

Področje: Aplikativni inovacijski predlogi in projekti

Avtor: Tilen Grlec, 4K1

Mentor: Blaž Sobočan, dipl. inž. str.

Šolsko leto: 2023/24

Datum: 3. 3. 2024

VSEBINA

VSEBINA.....	2
POVZETEK.....	4
1 UVOD.....	5
2 RAZISKAVA TRGA.....	6
2.1 SPIRALNI PRALNIK.....	6
2.2 DRUM/ROLLER KAMNI PRALNIK.....	7
2.3 WHEEL BUCKET KAMNI PRALNIK.....	8
3 RAZVOJNI PROJEKT.....	9
4 KONSTRUIRANJE V PROGRAMU CREO.....	11
5 FINANČNI OKVIR:.....	12
6 RAZISKAVA IN ANALIZA TLAČNIH ŠOB ZA PRALNICO.....	13
7 STATIČNA ANALIZA.....	15
8 USEDANJE DELCEV.....	18
9 ZAKLJUČEK:.....	21
10 ZAHVALA.....	22
11 VIRI IN LITERATURA.....	22

KAZALO SLIK:

Slika 1: Spiralni pralnik.....	6
Slika 2: Drum roller pralnik	7
Slika 3: Wheel bucket	8
Slika 4: Skica 1.....	9
Slika 5: Skica 2.....	9
Slika 6: Skica 3.....	10
Slika 7: Skica 4.....	10
Slika 8: 3d model.....	11
Slika 9: Osnovna plošča za analizo	15
Slika 10: Model za analizo (podpore in obremenitev)	16
Slika 11: Maksimalni povos plošče	16
Slika 12: Maksimalni povos plošče s strani	17

POVZETEK

Pralnica zemeljskih materialov je po mojem mnenju velika pridobitev na trgu. Ker postaja vse večja težnja po ohranjanju narave in čim večji izkoriščenosti posameznih naravnih dobrin, vidim v tej napravi veliko možnosti za sledenje tem trendom. Z napravo izpiramo in ob enem ločujemo zemeljski material (npr. Ločujemo kamen in zemljo), vodo uporabljeno pri tem procesu pa zbiramo in jo lahko ponovno uporabimo. V uporabljeni vodi se nam odlagajo - sedimentirajo fini delci, katere lahko prav tako ponovno uporabimo (fugiranje tlakovancev). Zaradi sorazmerno majhne velikosti naprave je uporabna tako na manjših površinah, zaradi možnosti sestavljanja pa lahko z 3 ali 4 napravami istočasno obvladujemo večja območja.

1 UVOD

Sem dijak 4. letnika programa STROJNI TEHNIK SSI na srednji poklicni in tehniški šoli Murska Sobota. Pri učnih urah smo imeli tematiko zelene prihodnosti naše dežele, kjer smo skozi tehniko in napredek razvoja ugotavljali, kako lahko pripomoremo k čim večjemu izkoriščanju obnovljivih virov energije in ponovni uporabi materialov.

Moja naloga vključuje raziskavo trga pralnice kamnov, ki nastanejo pri sejanju zemlje, risanje idejnih skic, konstruiranje in okvirni stroškovni izračun. Po vsej raziskavi in skiciranju idejnih skic in načrtov, pa sem se lotil izdelave 3D modela znotraj CAD programa PTC Creo Parametric.

Za izdelovanje raziskovalne naloge sem se odločil zato, saj sem želel razširiti moje splošno znanje in se naučiti nekaj novega. Cilj naloge je bil projektiranje, raziskava na tekmo recikliranja uporabljenih oz. odpadnih gradbenih materialov. Želja pa je tudi nadgradnja znanja v konstruiranju.

2 RAZISKAVA TRGA

2.1 SPIRALNI PRALNIK

Spiralni pralni stroj za kamen (spiralni pralnik) se uporablja za razmuljevanje in presajanje številnih peskov in gramoza, ki se uporabljajo na gradbiščih, v tovarnah peska in gramoza, montažnih obratih in na gradbiščih hidroelektrarn. Uporablja se lahko tudi za operacije sortiranja rude. Spiralni pralni stroj za kamen uporablja vijak za poganjanje kamna, da se kamen loči od vode in zemlje, tako da je kamen po obdelavi precej čist in je trenutno ena bolj priljubljenih naprav za pranje kamna.

Spiralni pralni stroj za kamen je nova vrsta visoko učinkovite opreme, razvite in proizvedene z uporabo napredne tuje tehnologije in v kombinaciji z domačo opremo za pranje kamna. V glavnem uporablja spiralno podložko za izpiranje nečistoč in umazanije v zrnatih materialih na avtocestah, železnicah, mostovih, predorih, hidroelektrarnah, gradbiščih, urbani gradnji in drugih industrijah. Spiralna podložka je profesionalna oprema za čiščenje kamnitih materialov, primerna za obdelavo drobnozrnatih in grobozrnatih materialov različnih specifikacij. [1]



Slika 1: Spiralni pralnik

2.2 DRUM/ROLLER KAMNI PRALNIK

Bobnasti pralni stroj povzroči, da se kamni z vrtenjem bobna zaletavajo, drgnejo in kotalijo med seboj v bobnu ter pršijo z visokotlačno vodno pištolo, zato je povpraševanje po vodi veliko, vendar je proizvodnja velika.

Cilindrični pralni stroj se imenuje tudi bobnasti pralni stroj ali pralni stroj z valjčnim kamnom. Štirje vlačilci podpirajo čistilni valj, motor poganja reduktor, veliki in mali zobniki pa poganjajo čistilni valj, da se vrti pri nizki hitrosti. Napajajte agregat iz blata in kamenega prahu iz napajalne odprtine v vrteči se boben. Gumijasta podložna plošča, odporna na obrabo, nameščena pod določenim kotom v očiščenem bobnu, se nenehno dviguje in spušča ter se premika od dovajalnega konca do izpustnega konca. Med postopkom kroži in spere s splakovalno vodo v smeri naprej ali nazaj. Očiščen agregat se preseje in dehidrira na situ na koncu izpustnega bobna in se izprazni. Odpadna voda, ki vsebuje blato, teče skozi perforirano loputo na izpustnem ali dovodnem koncu. [2]



Slika 2: Drum roller pralnik

2.3 WHEEL BUCKET KAMNI PRALNIK

Pralni stroj za kamen z vedro na kolesih je nova oprema za pranje v zadnjih letih. Lahko opere pesek in kamenje ter ima širok spekter uporabe in družbenih zahtev. Široko uporablja pralni stroj z vedro za pranje, razvrščanje in odstranjevanje nečistoč v metalurgiji, gradbenih materialih, hidroelektrarnah in drugih industrijah. Ta vrsta pralnega stroja se uporablja za pranje in ločevanje drobnozrnatih in grobozrnatih materialov. Posebej primeren je za gradbeni pesek in pesek za ceste. Pralni stroj za pesek/kamen ima razumno strukturo, priročno vzdrževanje, veliko zmogljivost obdelave, nizko porabo energije in visoko stopnjo čiščenja. Nova tesnilna struktura, popolnoma zaprta prenosna naprava za oljno kopel in nastavljiva prelivna plošča za jez zagotavljajo visoko učinkovitost in vzdržljivost te serije izdelkov, dobre učinke čiščenja in dehidracije ter stabilne drobnozrnate izdelke. [3]



Slika 3: Wheel bucket

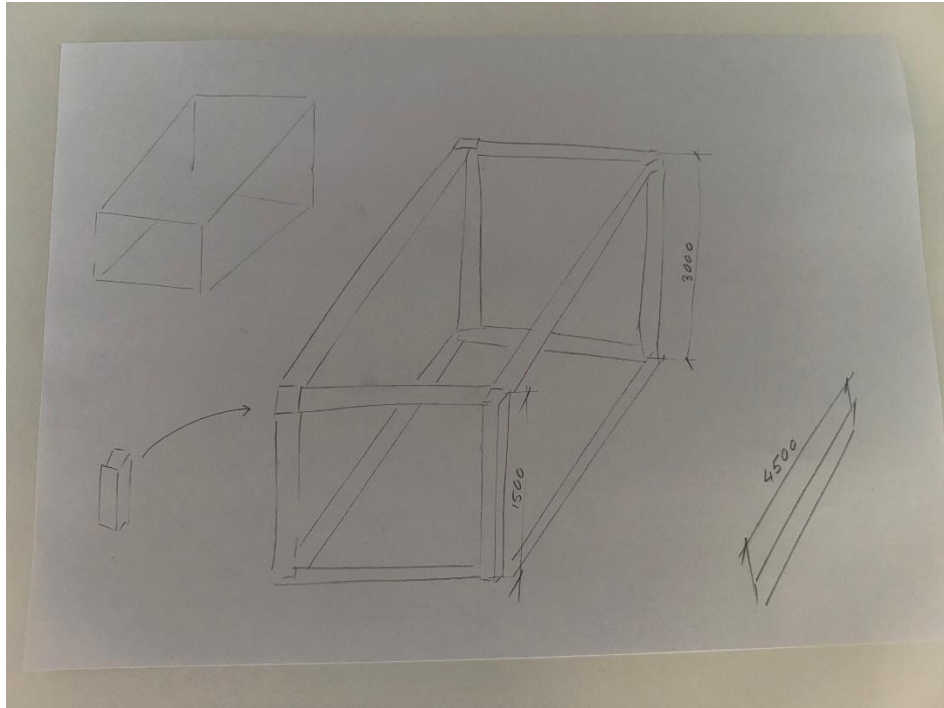


Slika 4: Wheel bucket 2

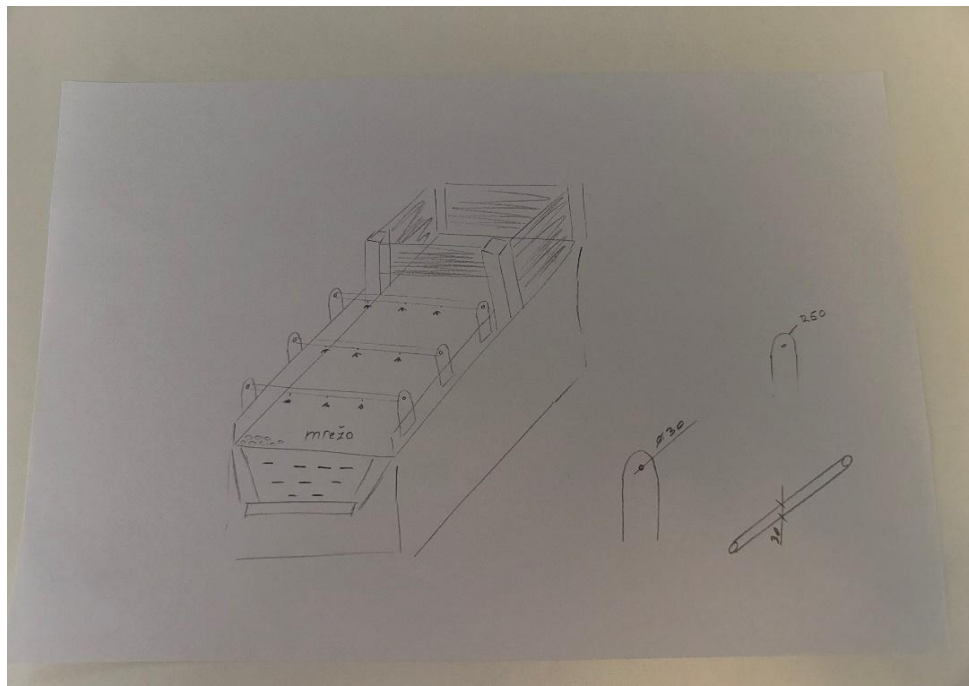
Tip pralnika	Cena
Spiralni pralnik	12,000 – 22,000\$
Drum/Roller	3000 – 22,000\$
Wheel Bucket	7000 – 10,000\$

3 RAZVOJNI PROJEKT

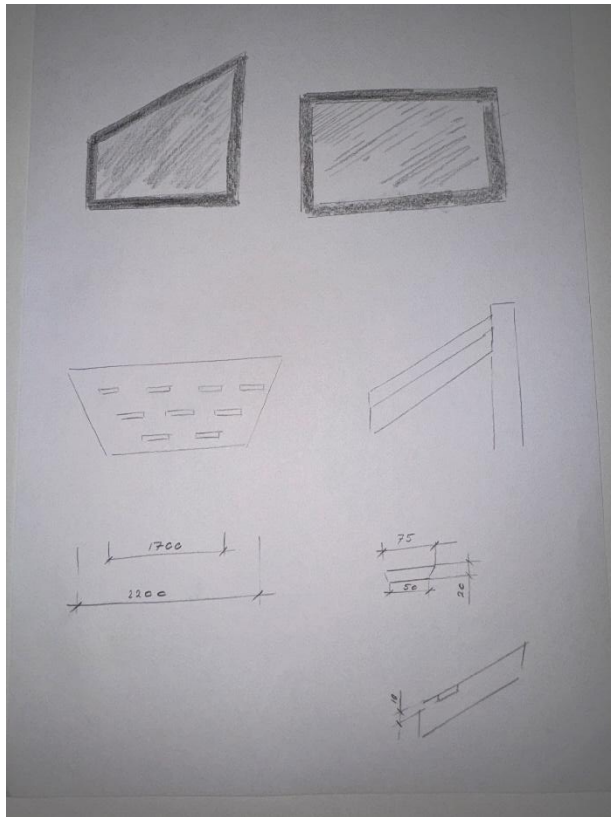
Kot vsaka ideja, je tudi moja nastajala na papirju in številnih skicah. Skice so se ena za drugo izboljševale in kazale podobo končnega produkta razvojne naloge.



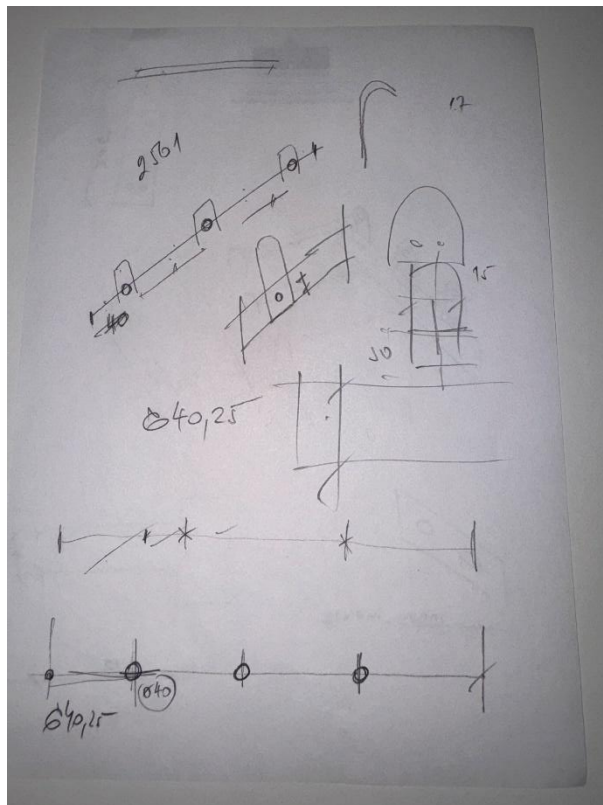
Slika 4: Skica 1



Slika 5: Skica 2



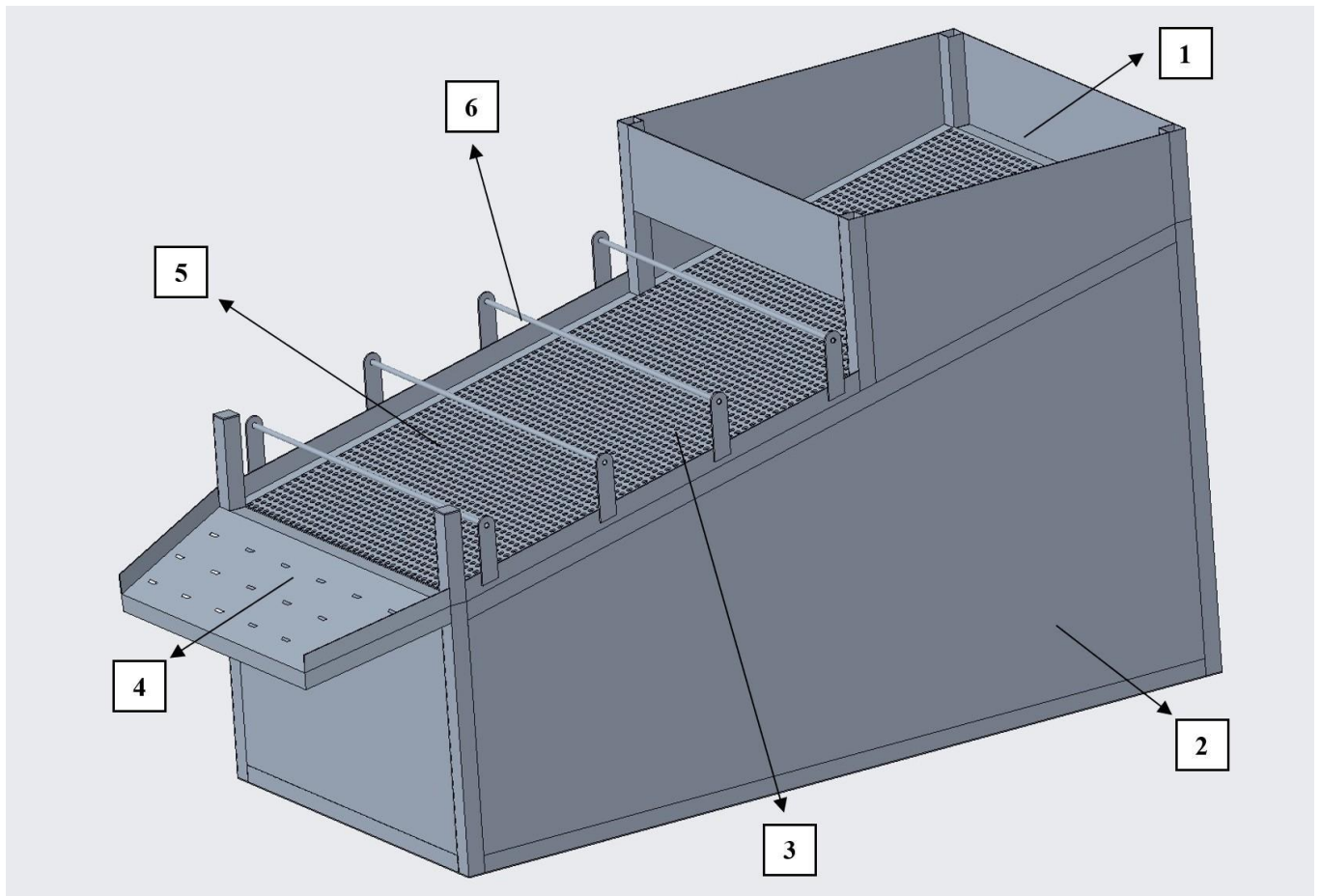
Slika 6: Skica 3



Slika 7: Skica 4

4 KONSTRUIRANJE V PROGRAMU CREO

Za konstruiranje v programskem paketu PTC Creo sem se odločil zato, ker imamo v šoli dijaške licence, posledično pa sem želel znanje pridobljeno v šoli nadgraditi pri lastnem razvojnem projektu. 3D model je narisano v realnih dimenzijah, kar pomeni, da se lahko izdelajo delavniške risbe, ter se začne izdelava projekta ter testiranje.



Slika 8: 3d model

1.
 - Keson v katerega se nalaga material, ki se bo izpiral.
 - Nalaganje materiala je lahko ročno ali strojno

2.
 - Ohišje oz. nosilna konstrukcija iz železa.
 - V ohišju se nahaja črpalka za vodo, ki črpa vodo iz vodnega zajetja. Voda se črpa preko visokotlačnih nastavkov.
 - Pod mrežo oz. v ohišju se nahaja tudi zbiralnica in filter odpadne vode

3.

- Konstrukcijska mreža na kateri se material spira.
- Po mreži material potuje do izhoda/izpusta.

4.

- Izpust, kjer čisti material pada v zbiralnik (prikolica).

5.

- Vibracijska mreža ki omogoča premik materiala.

6.

- Visokotlačne šobe ki omogočajo izpiranje materiala.
- Šobe so povezane s črpalko v ohišju.

5 FINANČNI OKVIR:

Komponente:	Cena:
1. Keson	Cca. 500 eur
2. Nosilna konstrukcija	Cca. 2000 eur
3. Konstrukcijska mreža	Cca. 500 eur
4. Izpust	Cca. 200 eur
5. Visokotlačne šobe	Cca. 1000 eur
6. Črpalka	Cca. 2500 eur
Skupaj:	6700 eur

V tem finančnem seštevku ni zajeti strošek izdelave in barvanja. Če bo projekt izvedel, bom lahko dodal še ta del.

6 RAZISKAVA IN ANALIZA TLAČNIH ŠOB ZA PRALNICO

Sledila je raziskava o nizkotlačnih šobah, do 4 bare. Preglednica prikazuje oznake šob in velikostni razred kapljic, ki jih oblikujejo po BCPC standardu, v odvisnosti od tlaka in pretoka za 110° standardne šobe s ploščatim curkom. [4]

ISO razred šobe	11001	110015	11002	11003	11004	11005	11006	11008
barva po ISO	oranžna	zelena	rumena	modra	rdeča	rjava	siva	bela
Tlak v barih	Pretok šobe v L/ minuto							
1,5	0,29	0,42	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	2,26
2,0	0,33	0,49	0,65	0,98	1,31	1,63	1,96	2,61
2,5	0,37	0,55	0,73	1,10	1,46	1,82	2,19	2,92
3,0	0,40	0,60	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20
3,5	0,43	0,65	0,86	1,30	1,73	2,16	2,59	3,45
4,0	0,46	0,69	0,92	1,39	1,85	2,31	2,77	3,69
Velikost kapljic	majhne	majhne	Majhne/ srednje	srednje	srednje	Srednje/ velike	Srednje/ velike	velike

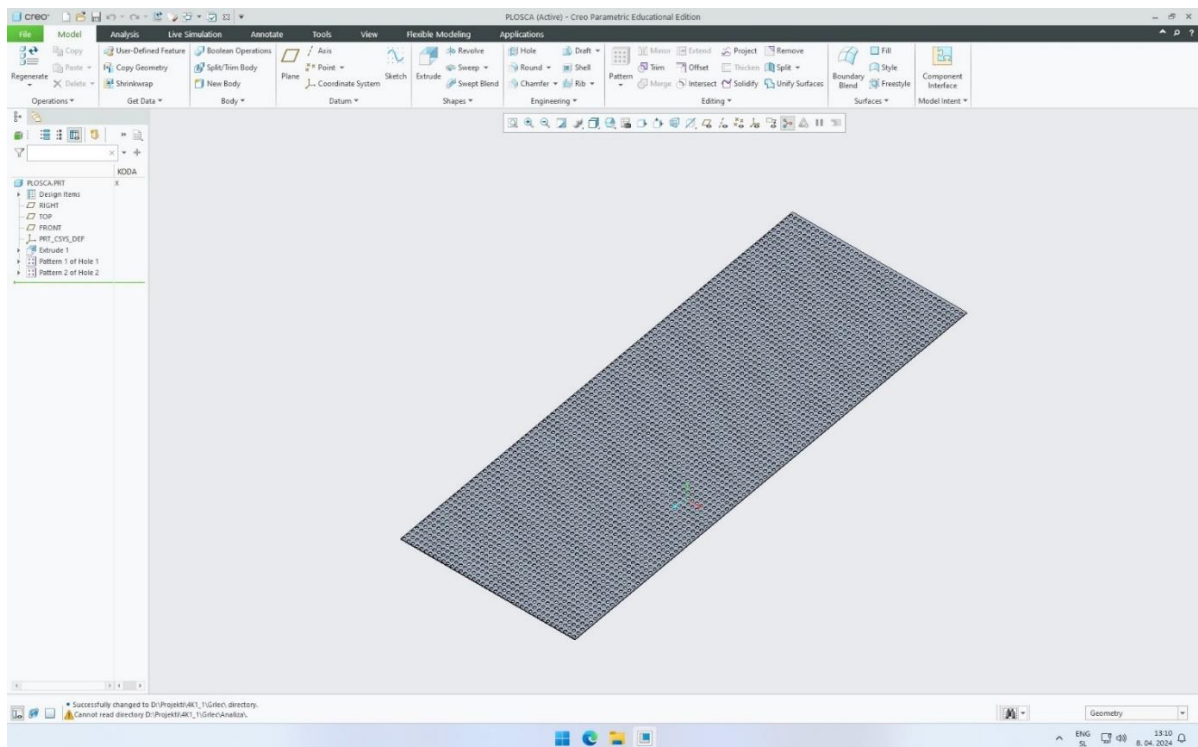
Naslednja tabela prikazuje visokotlačne šobe, v odvisnosti od tlaka in pretoka.

Tlak (bar)	Pretok (l/min)
103	7
137	6
172	5
206	4
241	2

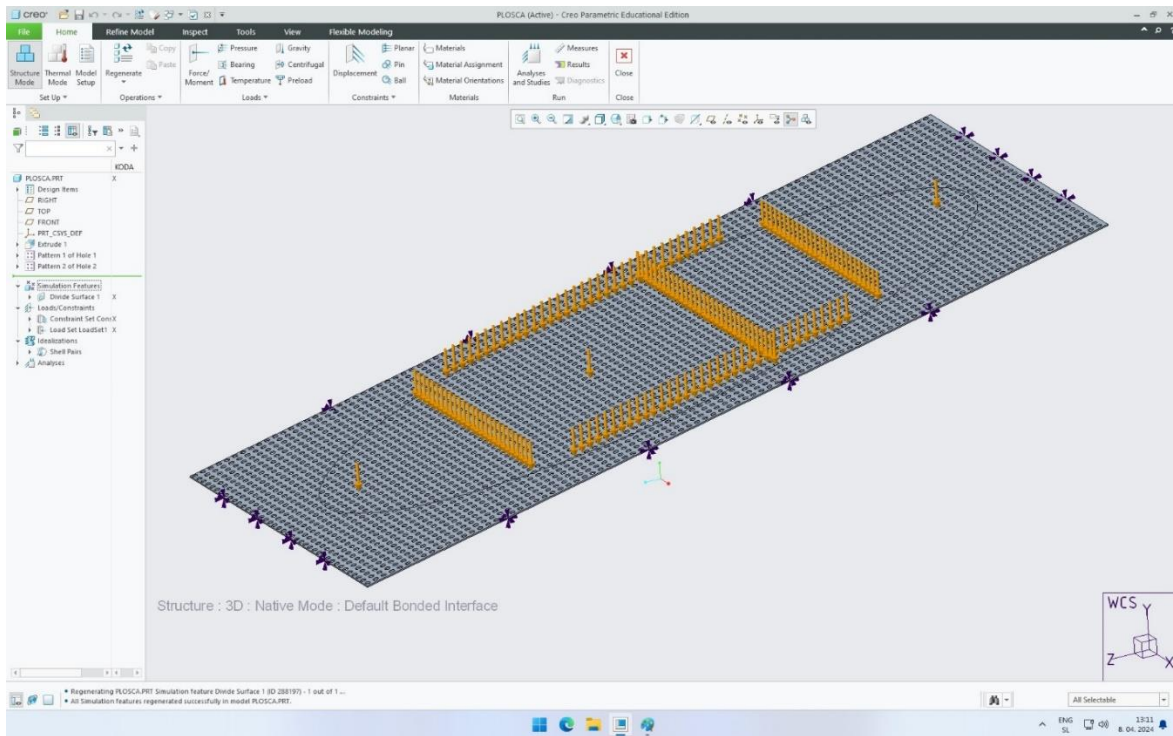
Vir: strojniški priročnik.

7 STATIČNA ANALIZA

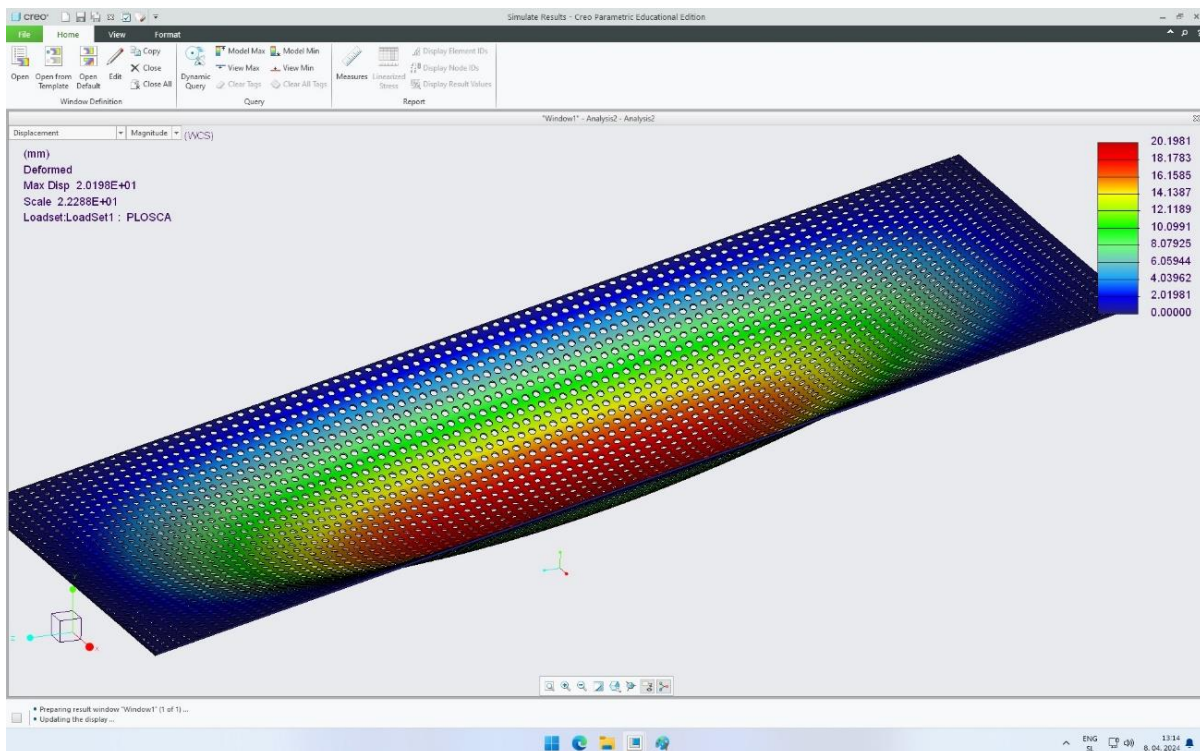
V nadaljevanju je sledila analiza 3D modela v programu. Za enoto sem uporabil mm-N-s (milmeter, Newton, sekunda), izbrani material je jeklo, pri katerem je bilo pomembno, da sem določil Poissonovo število, gostoto materiala in modul elastičnosti. Potem se ta model postavi v modul za CAE (Computer aided engineering). Dodane so bile podpore iz leve in desne strani, sprednje in zadnje strani, ki so vse fiksne, torej ne omogočajo gibanja v posamezni smeri osi, omogočajo pa rotacijo. Sledila je še določitev področja nasipa, ki je eliptične oblike. [5]



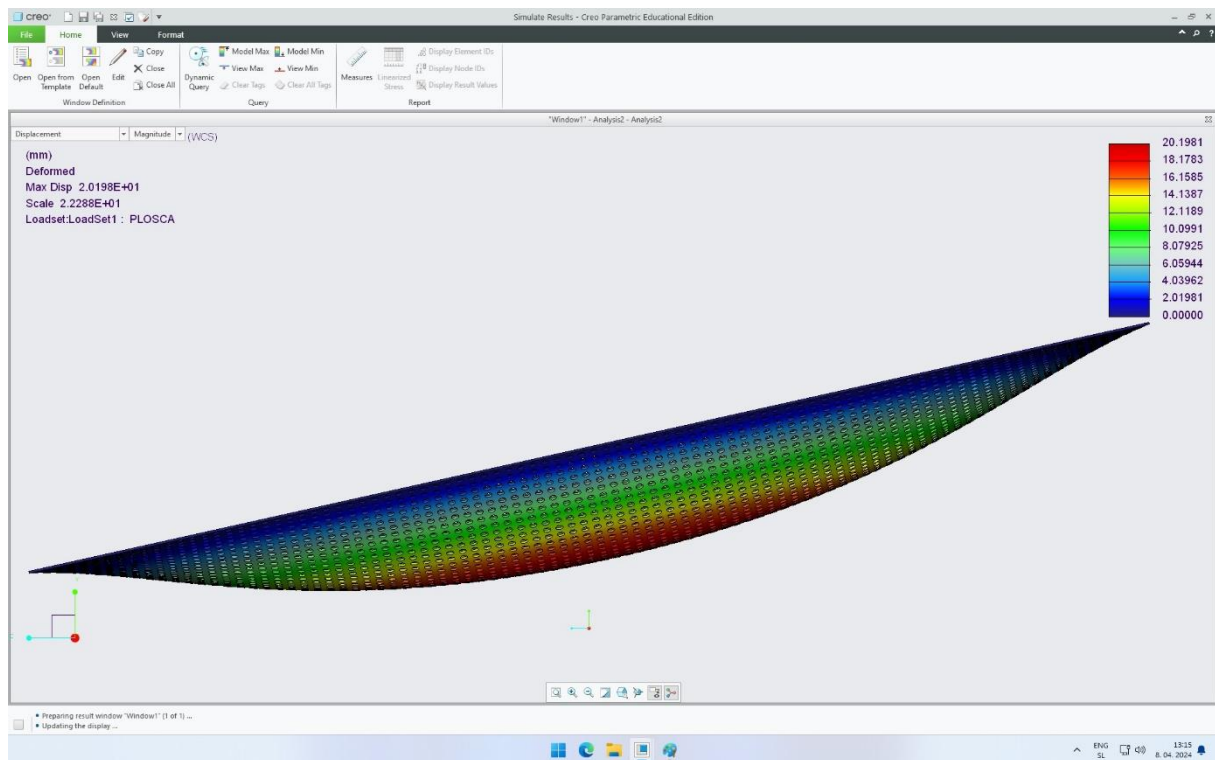
Slika 9: Osnovna plošča za analizo



Slika 10: Model za analizo (podpore in obremenitev)



Slika 11: Maksimalni povos plošče



Slika 12: Maksimalni poves plošče s strani

Dimenzije elipse znašajo 1600 x 4000 mm – področje, kjer se nasipa material na ploščo. Masa nasutega materiala je 700 kg oz. 1 bagska žlica. Sledila je le še določitev obremenitve na področje elipse. Pripravili smo še statično analizo. Model oz. rezultati analize so prikazani v 21x povečavi na zgornji sliki. Iz nje razberemo, da je največji upogib v rdečem območju in sicer približno 20,1981 mm. Ta poves plošče je samo v trenutku nasipa materiala na ploščo, nato pa se zaradi vibracij plošče material enakomerno razporedi po plošči, s tem pa se poves plošče zmanjša. Glede na izračunane podatke je mreža primerna za uporabo na končnem izdelku.

8 USE DANJE DELCEV

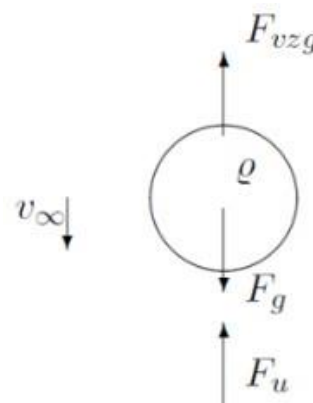
Končna hitrost je največja hitrost (hitrost), ki jo doseže predmet, ko pade skozi tekočino, najpogostejši primer je zrak. Pojavi se, ko je vsota sile upora (F_d) in vzgona enaka gravitacijski sili navzdol (F_g), ki deluje na predmet. Ker je skupna sila na predmet enaka nič, ima predmet ničelni pospešek. Pri predmetih, ki padajo skozi navaden zrak, se sila vzgona običajno zanemari in ne upošteva, saj so njeni učinki zanemarljivi.

V dinamiki tekočin se predmet giblje s svojo končno hitrostjo, če je njegova hitrost konstantna zaradi zadrževalne sile tekočine, skozi katero se premika

Z večanjem hitrosti predmeta se povečuje tudi sila upora, ki deluje nanj, kar je odvisno tudi od snovi, skozi katero prehaja (na primer zrak ali voda). Pri določeni hitrosti bo upor ali sila upora enaka gravitacijskemu vlečenju predmeta. Na tej točki se predmet preneha pospeševati in nadaljuje padati s konstantno hitrostjo, imenovano končna hitrost oz. imenovana tudi hitrost usedanja. [6]

Enačba za hitrost usedanja:

$$w_0 = \frac{(\rho_0 - \rho) \cdot g \cdot d_0^2}{18 \cdot \eta}$$



Pri kateri pomeni:

ρ_0 = gostota blata – 1700 kg/m³

ρ = gostota vode – 1000 kg/m³

η = kinetična viskoznost vode pri 20 °C = 1,002 MPa · s

d_0^2 = srednji premer delcev v [mm]

g = gravitacijski pospešek - 9,81 m/s²

Izračun enačbe:

$$w_0 = \frac{(\rho_0 - \rho) \cdot g \cdot d_0^2}{18 \cdot \eta}$$

$$w_0 = \frac{(1700 \text{ kg/m}^2 - 1000 \text{ kg/m}^2) \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 2^2}{18 \cdot 1,002 \text{ MPa} \cdot \text{s}}$$

$$w_0 = \frac{27468}{18,036}$$

$$w_0 = 1,52 \text{ mm/s}$$

Tukaj imamo usedanje 1,52 mm/s, kar pomeni, da se delci usedajo s hitrostjo 1,52 mm v 1 sekundi. Zdaj lahko preprosto izračunamo, če imamo keson oz. posodo visoko 1m, koliko časa rabi delec peska, da prepotuje od zgornjega do spodnjega roba. Torej, s navedenimi podatki, bo 1 delec peska, s hitrostjo 1,52 mm/s in prostornine 1 m³, potreboval približno 11 min da se usede. To smo dokazali s naslednjim računom.

$$v = 1,52 \text{ mm/s}$$

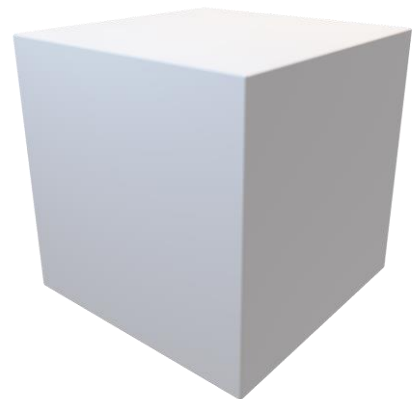
$$s = 1000 \text{ mm}$$

$$s = v \cdot t$$

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{1000 \text{ mm}}{1,52 \text{ mm/s}}$$

$$t = 658 \text{ s} - 11 \text{ min}$$



Glede na dejstvo, da je na zgoraj prikazanem primeru posedek delcev zelo dolg, lahko z zmanjšanjem višine kesona oz. posode za ½ skrajšamo tudi čas usedanja delcev. Površina se poveča, zmanjša se višina kesona, prostornina pa ostane enaka 1 . To dokažemo s naslednjim izračunom. Dimenzije kesona znašajo 1m x 0,5m x 2m – 1 m³.

$$v = 1,52 \text{ mm/s}$$

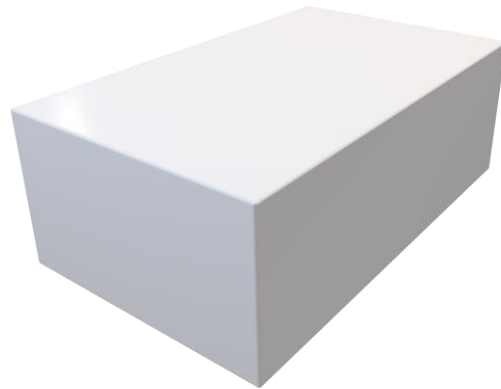
$$s = 500 \text{ mm}$$

$$s = v \cdot t$$

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{500 \text{ mm}}{1,52 \text{ mm/s}}$$

$$t = 329 \text{ s} - 5,5 \text{ min}$$



Iz obeh navedenih primerov je razvidno, da sta časa posedanja delcev v obeh posodah relativno dolga, kar bi v praksi pomenilo, da je izkoristek slab – stroja ni možno maksimalno izkoristiti. To je le teoretičen primer za primerjavo posedanja delcev – peska, torej ločevanje peska na ta način ni smiselno.

V praksi bi tako ločevanje najbolj racionalno izvedli v velikih lagunah z relativno veliko površino in majhno višino, kar bi pripomoglo k hitrejšemu usedanju delcev (peska), boljšemu izkoristku strojev in hitrejšemu procesu dela.

9 ZAKLJUČEK:

Ob izdelovanju te projektne naloge sem se naučil veliko stvari o CAD programu PTC Creo, kjer sem moral za modeliranje uporabiti tudi funkcije, katerih nismo obravnavali pri pouku.

Skozi različne članke sem ugotovil, kako pomembno je da razvijamo naprave, ki bi gradbene materiale spremenile v ponovno uporabne. Naravno bi na ta način držali v zelo dobri kondiciji in jo skozi leta izboljšali.

Na koncu sem z razvojnim projektom zadovoljen in že razmišljam o nadgradnjah, ki bi jih lahko dodal. Ena od idej je, dodatna naprava za mletje kamnov kar bi posledično pomenilo da imamo vse v enem, torej izbiranje ter mletje.

10 ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. Blažu Sobočanu, dipl. inž. str. za pomoč pri izdelavi in modeliranju raziskovalne naloge iz tega področja.

11 VIRI IN LITERATURA

PROGRAM CREO PARAMETRIC : <http://cadcam.spts.si>

PROSTORSKO MODELIRAJE : Virtualna učilnica SPTŠ

PTC CREO URADNA SPLETNA STRAN: https://support.ptc.com/help/creo/creo_pma

[1] Spiralni pralnik [online], Dosegljivo: <https://www.eastmancrushing.com/blog/whats-the-stone-washing-machine/> [Datum dostopa; 22.1.2024]

[2] Drum/Roller kamni pralnik [online], Dosegljivo: <https://www.eastmancrushing.com/blog/whats-the-stone-washing-machine/> [Datum dostopa; 22.1.2024]

[3] Wheel bucket kamni pralnik [online], Dosegljivo: <https://www.eastmancrushing.com/blog/whats-the-stone-washing-machine/> [Datum dostopa; 22.1.2024]

[4] Raziskava in analiza tlačnih šob za pralnico [online], Dosegljivo: <https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/UVHVVR/FFS/StandardiKapljiceFFS.docx> [Datum dostopa; 5.2.2024]

[5] Statična analiza [online], Dosegljivo: <http://cadcam.spts.si> [Datum dostopa; 8.2.2024]

[6] Usedanje delcev [online], Dosegljivo: https://en.wikipedia.org/wiki/Terminal_velocity [Datum dostopa; 10.3.2024]