

**Šolski center Celje
Poklicna in tehniška strojna šola**

NAPRAVA ZA LOMLJENJE TLAKOVCEV

Izdelali:

Simon Černec

Luka Čokl

Boris Kozjan

Mentor:

g. Roman Zupanc, inž.

Šolsko leto: 2004/2005

KAZALO VSEBINE

1.	POVZETEK.....	4
2.	UVOD.....	5
3.	HIPOTEZA	6
4.	NAMEN IN CILJ RAZISKOVALNE NALOGE	7
5.	PREDSTAVITEV NAPRAV.....	8
5.1.	Kotna brusilka.....	8
5.2.	Namenski rezalnik betona.....	10
5.3.	Lomilec betonskih izdelkov 1.....	11
5.4.	Lomilec betonskih izdelkov 2.....	12
5.5.	Lomilec betonskih izdelkov 3.....	13
5.6.	Lomilec betonskih izdelkov 4.....	14
6.	DOLOČITEV OBREMENITEV	15
7.	DIMENZIONIRANJE GLAVNIH DELOV STROJA	19
7.1.	Dimenzioniranje nosilca	19
7.2.	Dimenzioniranje nosilnih vijakov.....	22
8.	MODELIRANJE S PROGAMSKO OPREMO PRO/ENGINEER	25
9.	KONSTRUIRANJE NAPRAVE	26
10.	ZAHVALA.....	31
11.	ZAKLJUČEK.....	32
12.	LITERATURA	33
13.	PRILOGE.....	34

KAZALO SLIK

Slika 1: diamantna plošča	9
Slika 2: kotna brusilka	9
Slika 3: namenski rezalnik	10
Slika 4: namenski rezalnik	10
Slika 5: lomilec betonskih izdelkov	11
Slika 6: lomilec betonskih izdelkov	12
Slika 7: lomilec betonskih izdelkov	13
Slika 8: lomilec betonskih izdelkov	14
slika 9: 3-D model nosilca	27
slika 10: zgornje rezilo.....	27
slika 11: ekscenter.....	28
slika 12: nosilec z ekscentrom in zgornjim rezilom	28
slika 13: spodnje rezilo z nastavitvenima vijakoma in vzmetema.....	29
slika 14: sestavljanje izdelka.....	30
slika 15: zmodeliran končni izdelek	30

KAZALO SKIC

Skica 1: prikaz obremenitve tlakovca	15
Skica 2: prostorski prikaz obremenitve	16
Skica 3: poenostavljene obremenitve na nosilec	19

KAZALO PRILOG

priloga 1: ekscentrična os	34
priloga 2: rezilo.....	35
priloga 3: nosilec.....	36

1. Povzetek

V tej raziskovalni nalogi smo se lotili konstruiranja naprave za lomljenje tlakovcev. Najprej smo raziskali trg in odkrili, da omenjenih naprav na trgu ni, vendar smo jih našli pri zasebnikih, ki se ukvarjajo s polaganjem tlakovcev. Potem smo določili obremenitve in glede na te smo kasneje dimenzionirali najpomembnejše dele. Nato smo se lotili konstruiranja v 3D modelirniku kjer smo vsak kos posebej narisali. Kasneje smo vse nastale kose sestavili v celoto. Nastalo napravo smo na koncu izdelali.

2. Uvod

Za raziskovalno nalogo smo si izbrali temo o stroju za lomljenje tlakovcev. Glede na povpraševanje različnih obrtnikov smo se odločili, da bi radi raziskali koliko je ta naprava v uporabi pri posameznih obrtnikih, ki se ukvarjajo z urejanjem okolice, ter polaganjem tlakovcev. Preverili bi radi tudi stanje na trgu, to pomeni ali se lahko tako napravo kupi v redni prodaji. Po končani raziskavi pa bi to napravo tudi skonstruirali, ter jo kasneje tudi naredili. Naša predpostavka je da takih naprav ni veliko na tržišču.

3. Hipoteza

Na podlagi povpraševanja posameznikov in po pogovoru z mentorjem smo postavili hipotezo naše raziskovalne naloge:

Ali je možno izdelati napravo, ki bo ob čim manjši teži ohranila funkcionalnost in hkrati razširili njeno uporabnost.

4. Namen in cilj raziskovalne naloge

Namen te raziskovalne naloge je, da skonstruiramo napravo za lomljenje tlakovcev, robnikov, opečnih zidakov, silikatne opeke in podobnih betonskih izdelkov. Naprava mora biti enostavna in prilagodljiva trenutni uporabi. Prav tako mora biti konstrukcija enostavna in zgrajena na osnovi osnovnih fizikalnih principov kar izključuje pojavljanje napak zaradi zapletene zgradbe.

Na osnovi naprav, ki smo jih našli pri posameznikih, ki se ukvarjajo s polaganjem betonskih tlakov in urejanjem okolice, smo se odločili, da bomo uporabili dobre zamisli izdelovalcev teh naprav, upoštevali nasvete ljudi, ki te naprave uporabljajo vsakodnevno in uporabili naše znanje ki smo ga pridobili pri predmetih mehanike in strojnih elementov. Na podlagi teh podatkov bomo skonstruirali napravo, ki ne bo predimenzionirana, ergonomsko prilagojena delu na tleh, ob enem pa dovolj trdna za lomljenje večine betonskih izdelkov.

5. Predstavitev naprav

Sedaj bomo predstavili nekaj naprav in postopkov, ki se najbolj uporabljajo za lomljenje tlakovcev in robnikov, ki se najpogosteje uporabljajo za tlake v okolici hiš, poslovnih objektov, itd.

5.1. Kotna brusilka

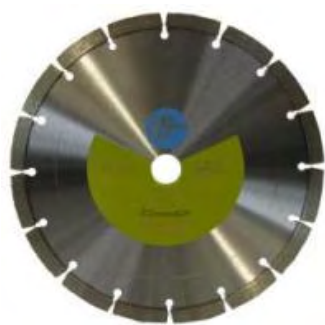
Kotno brusilko lahko uporabljamo za več namenov. Eden izmed njih je tudi ta, da z njo lahko režemo razne betonske izdelke, če ji namestimo diamantno ploščo ali pa ploščo za rezanje betona.

Delo z kotno brusilko ima svoje prednosti:

- lahko režemo armiran beton,
- bolj kontrolirano rezanje manjših delčkov,
- lahka in majhna za transport,
- dokaj enostavno za uporabo,
- enostavna menjava rezalne plošče,

in svoje slabosti:

- pri rezanju z kotno brusilko je prisotno veliko prahu, kar je škodljivo za zdravje,
- rezalne plošče se kar precej hitro obrabijo, kar nam predstavlja dodaten strošek,
- zaradi prašnih delovnih pogojev čez čas lahko pride do okvare kotne brusilke,
- na delovnem mestu moramo imeti električno napetost, kar pa včasih predstavlja velik problem,
- večja možnost da pride do poškodb pri delu,
- hrup.



Slika 1: diamantna plošča



Slika 2: kotna brusilka

5.2. Namenski rezalnik betona

Uporablja se v gradbeništvu za rezanje različnih betonskih izdelkov, ki so lahko iz kakršnega koli materiala. Režemo z diamantno rezalno ploščo, ki pa je zaradi varnosti zelo zakrita z ohišjem.

Delo z namenskim rezalnikom ima svoje prednosti:

- dokaj dobro poskrbljeno za varnost,
- beton je lahko armiran,
- dokaj enostavno za uporabo,
- ima naslonsko površino na katero naslonimo rezalnik na obdelovanec,

in svoje slabosti:

- ne moremo rezati debelejših obdelovancev,
- za delo rabimo električno energijo,
- prašni pogoji dela kar pa ni dobro za nas in za stroj,
- rezalne plošče se dokaj hitro obrabijo, kar pa predstavlja dodaten strošek,
- zahtevna menjava rezalne plošče,



Slika 3: namenski rezalnik



Slika 4: namenski rezalnik

5.3. Lomilec betonskih izdelkov 1

Lastnik ga uporablja predvsem za lomljenje tlakovcev. Lahko pa se ga uporablja za lomljenje vseh ostalih betonskih narmiranih izdelkov.

Prednosti tega stroja:

- za nastavljanje debeline obdelovanca imamo samo en vijak,
- ima precej vzvodov, kar omogoča manjšo vloženo silo,
- ima kolesa da ga lahko premikamo po delovnem mestu,
- na delovnem mestu ne potrebuješ električne energije,
- popolnoma varno za uporabo,
- se nič ne praši,
- samo začetna investicija,

in slabosti:

- nima naslonske mize,
- zelo robustna izdelava,
- težek za transport,
- predimenzionirano,
- obdelovanec ne sme biti armiran,
- zapleten mehanizem vzvodov poveča možnost okvare



Slika 5: lomilec betonskih izdelkov

5.4. Lomilec betonskih izdelkov 2

Tudi ta se predvsem uporablja za tlakovanje okolice. Z njo se lahko lomi tudi gradbene opeke. Skratka za lomljenje vseh betonskih in podobnih materialov v gradbeništvu ki so nearmirani.

Prednosti tega stroja:

- ima naslonsko mizo na katero položimo obdelovanec,
- naslonska miza se lahko nagiba, tako da lahko režemo pod kotom kar je uporabno za lažje polaganje ob robnikih,
- ne potrebujemo električne napetosti,
- ni prašenja,
- samo začetna investicija,
- ima kolesa za prevoz po delovišču,

in slabosti so:

- nekaj delov je predimenzioniranih,
- težek za transport,
- obdelovanec ne sme biti armiran,



Slika 6: lomilec betonskih izdelkov

5.5. Lomilec betonskih izdelkov 3

Ta se uporablja predvsem za lomljenje zidakov. Ker je konstrukcija naprave precej šibkejša od naprav predstavljenih zgoraj, ne dovoljuje lomljenja tlakovcev oz. betonskih izdelkov, čeprav deluje na popolnoma enakem principu.

Prednosti tega stroja:

- ima posebno naslonsko mizo ki je narejena iz dveh profilov, ki delujeta kot vzmet in olajšata lomljenje obdelovanca,
- nizka teža,
- ne potrebujemo električne napetosti,
- ni prašenja,
- enostavna uporaba,

in slabosti so:

- Z njo ne moremo lomiti betonskih izdelkov,
- stopenjsko nastavljanje debeline obdelovanca.



Slika 7: lomilec betonskih izdelkov

5.6. Lomilec betonskih izdelkov 4

Ta izdelek je edini poznani komercialni izdelek pri nas. Naprava je primerna za lomljenje tlakovcev in opečnih zidakov. Skratka za lomljenje vseh betonskih in podobnih materialov v gradbeništvu ki so nearmirani.

Prednosti tega stroja:

- ima naslonsko mizo na katero položimo obdelovanec,
- ne potrebujemo električne napetosti,
- ni prašenja.

in slabosti so:

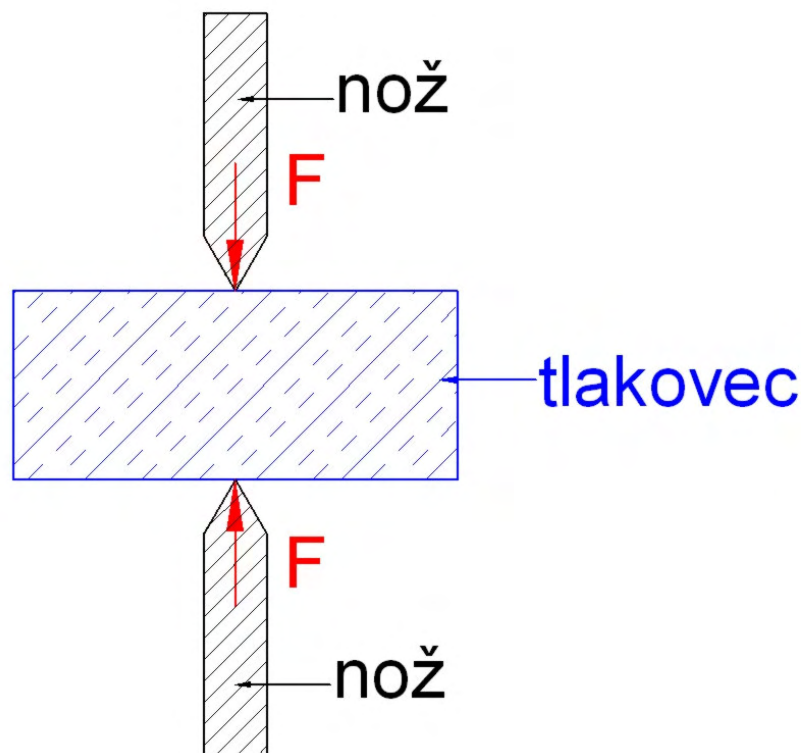
- Nekateri deli so prešibki,
- obdelovanec ne sme biti armiran.



Slika 8: lomilec betonskih izdelkov

6. Določitev obremenitev

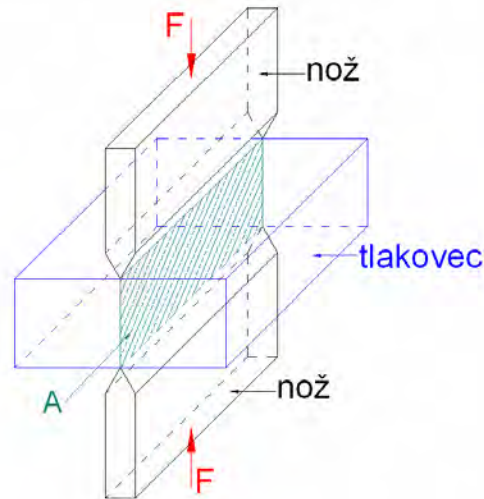
Za uspešno in koristno konstruiranje strojnih delov, ki v napravi prenašajo obremenitve, moramo poznati silo ki je potrebna za porušitev oz. zlom izdelka, ki ga lomimo. Ker je naš namen izdelati vsestransko napravo, bomo računali za največjo možno obremenitev, ki smo jo predvideli. Preden pa začnemo z računanjem, moramo določiti vrsto obremenitve. Na spodnji risbi vidimo, da sta obe sili na enaki smernici in enake po velikosti, zato lahko iz tega razberemo da je betonski tlakovec obremenjen na strig.



Skica 1: prikaz obremenitve tlakovca

Iz formule za strižno napetost lahko izrazimo silo F .

$$\tau_{dop} = \frac{F}{A} \longrightarrow F = \tau_{dop} \cdot A$$



Skica 2: prostorski prikaz obremenitve

Sila, ki jo dobimo iz te enačbe, pa je premajhna da bi zlomila tlakovec, saj smo uporabili dopustno strižno napetost (τ_{dop}). Dobljena sila je največja dovoljena sila s katero lahko obremenimo tlakovec. Da bi dobili dejansko silo, moramo dobljeno silo pomnožiti še z varnostnim faktorjem ν . Varnostni faktor izberemo po priporočilih iz SP med 2 in 5, mi bomo izbrali 3.

$$F_{dej} = F \cdot \nu$$

Da bi dobili dopustno strižno napetost smo se povezali z Matijo Hrovat, ki se ukvarja z izdelavo betonskih izdelkov. Ta nam je povedal, da se v gradbeništvu ta vrsta obremenitev imenuje cepilna trdnost. Ta cepilna trdnost se izračuna po naslednji empirični enačbi.

$$CT = 0,637 \cdot k \cdot \frac{P}{S}$$

CT= cepilna trdnost

0,637= konstanta

k= koeficient debeline preizkušanca ki se izračuna po enačbi $k = 1,3 - 30 \left(0,18 - \frac{t}{1000} \right)^2$

če je debelina (t) manjša kot 180mm in $k = 1,3$ če je $t > 180$ mm.

P= porušna sila v N

S= prelomna površina preizkušanca v mm^2

Iz te lahko potem izrazimo porušno silo in s tem tudi silo, s katero bo obremenjena konstrukcija naprave. To silo bomo potem uporabili pri konstruiranju delov naprave. To porušno silo bomo izračunali za največjo predvideno silo s katero bo obremenjena naprava.

$$P = \frac{CT \cdot S}{0,637 \cdot k}$$

-Cepilno trdnost (CT) smo izbrali s pomočjo Matije Hrovata, ki je opravljal preizkuse tlakovcev v laboratoriju. Poskus je potekal tako, da na začetku preizkušanece vpne med posebne čeljusti s polkrožno obliko z radijem $75\text{mm} \pm 5\text{mm}$. Med njiju se tako zgoraj in spodaj vstavi lamela širine 15mm, debeline 4mm in dolžine vsaj 10mm več kot preizkušanec. Tako vpet obdelovanec se nato obremenjuje do zloma. Cepilna trdnost se nato izračuna po zgoraj omenjeni enačbi $CT = 0,637 \cdot k \cdot \frac{P}{S}$ in znaša za tlakovce približno 7,6 Mpa.

- prelomno površino preizkušanca izračunamo po enačbi $S = t \cdot l$ pri čemer je l dolžina zloma oziroma dolžina prelomne površine. V našem primeru bomo računali z $l=400\text{mm}$ saj bomo kot maksimalno obremenitev predpostavili betonsko ploščo za tlakovanje dvorišča z merami $400 \times 400\text{mm}$ in debeline 60mm . $S = 60\text{mm} \cdot 400\text{mm} = 24000\text{mm}^2$

-koeficient debeline izračunamo iz enačbe $k = 1,3 - 30 \left(0,18 - \frac{t}{1000} \right)^2$ saj je t manjši kot 60mm .

$$k = 1,3 - 30 \left(0,18 - \frac{60}{1000} \right)^2 = 0,868$$

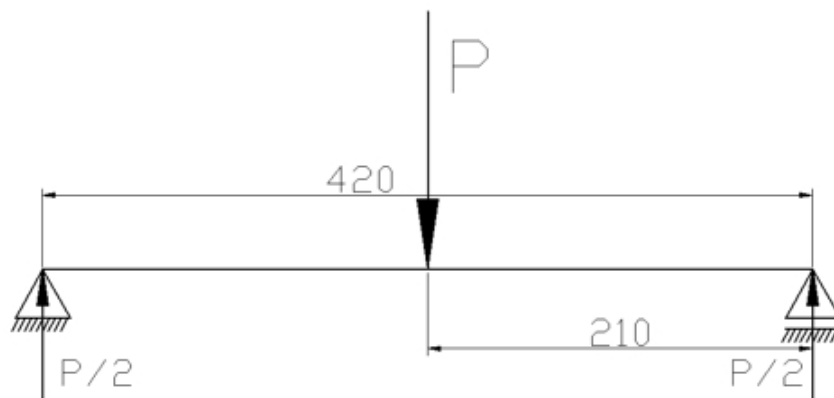
$$P = \frac{CT \cdot S}{0,637 \cdot k} = \frac{7,6 \cdot 24000}{0,637 \cdot 0,868} = 329,8\text{kN}$$

Dobljena sila pa je v praksi manjša, saj mi obremenjujemo tlakovec z rezilom in ne s ploskvijo kot je to med preizkušanjem.

7. Dimenzioniranje glavnih delov stroja

7.1. Dimenzioniranje nosilca

Ko smo določili obremenitve, smo se morali odločiti kakšna bo konstrukcija naše naprave. Po ogledu vseh naprav in pretehtanju njihovih dobrih lastnosti smo se odločili za napravo z vijakom na vsaki strani za nastavljanje debeline in uporaba ekscentra na sredini nosilca za pridobivanje potrebne sile. Iz tega lahko narišemo poenostavljeno skico obremenitev.



Skica 3: poenostavljene obremenitve na nosilec

Najprej smo se lotili dimenzioniranja nosilca, ki je obremenjen na upogib. Za dani problem lahko v strojniškem priročniku izvemo, da se največji upogibni moment pojavlja na sredini nosilca in je velikosti :

$$M_{\max} = \frac{F \cdot l}{4} = \frac{329800 \cdot 420}{4} = 34629000 \text{ Nmm}$$

Ko smo dobili največji upogibni moment, smo se lahko lotili računanja potrebnega odpornostnega momenta prereza tega nosilca. Ta je odvisen od dimenzij in oblike prereza.

$$W_{\min} = \frac{M_{\max}}{\sigma_{dop}}$$

Da bi izračunali W_{\min} (odpornostni moment) rabimo samo še σ_{dop} , oziroma dopustno napetost. Ta je odvisna predvsem od materiala in od varnostnih faktorjev. Ker je naš namen skonstruirati čim lažjo napravo, bomo uporabili spodnje meje za varnostne faktorje, ki so še sprejemljive. Varnostni faktorji za žilave materiale je med 1,2 in 2.

$$\sigma_{dop} = \frac{\sigma_K}{\nu}$$

σ_K = je kritična napetost. Ker je upogib obremenitev, pri kateri so napetosti neenakomerne porazdeljene, smo po priporočilih iz Strojniškega priročnika izbrali da je $\sigma_K = (1,6 \dots 2,0)Rm$. Z Rm označujemo lastnost materiala, ki jo imenujemo natezna trdnost. Ker smo za material nosilca izbrali konstrukcijsko jeklo z oznako Fe 430B se ta giblje med 370 in 450 $\frac{N}{mm^2}$. Zaradi zgoraj omenjenih razlogov bomo tudi pri računanju σ_K , izmed vrednosti med 1,6 in 2 izberemo maksimalno dopustno vrednost, to je 2. Tako lahko izračunamo: $\sigma_K = 2 \cdot 450 = 900 \frac{N}{mm^2}$. Ko smo izbrali kritično napetost in varnostni faktor, lahko izračunamo dopustno napetost.

$$\sigma_{dop} = \frac{\sigma_K}{\nu} = \frac{900}{1,2} = 750 \frac{N}{mm^2}$$

Sedaj se končno lahko lotimo računanja potrebnega odpornostnega momenta:

$$W_{\min} = \frac{M_{\max}}{\sigma_{dop}} = \frac{34629000}{750} = 46172 mm^3$$

Ker pa bo nosilec sestavljen iz dveh vzporednih profilov, moramo dobljen moment pred nadaljnjim računanjem deliti z 2.

$$W_{1,2\min} = \frac{W_{\min}}{2} = \frac{46172}{2} = 23086 mm^3.$$

Ker bomo uporabili profile pravokotnega prereza se lahko W izrazi z dimenzijami prereza.

$$W = \frac{a \cdot h^2}{6} = 23086 \text{mm}^3$$

Iz te enačbe lahko sedaj izpeljemo višino (h), če predpostavimo širino posameznega profila. Mi smo izbrali širino $a=15\text{mm}$.

$$h_{\min} = \sqrt{\frac{6 \cdot W}{a}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 23086}{15}} = 96,09 \text{mm}$$

7.2. Dimenzioniranje nosilnih vijakov

Sedaj ko smo zdimenzionirali nosilec, se lahko lotimo dimenzioniranja nosilnih vijakov, ki sta obremenjena na nateg.

$$\text{Sila } F_{\rho} = 16.5 \text{ kN}$$

Material C35

$$\text{Uklonska dolžina } l = 300 \text{ mm}$$

1. Zasnova navojnega vretena:

$$R_m = 675$$

$$A_3 \geq \frac{F_{\rho}}{\sigma_{ndop}} \geq \frac{16500 \text{ N}}{135 \text{ N/mm}^2} \geq 122 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{ndop} = 0,2 \times R_m$$

$$l_{UKL} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot l = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 300 \text{ mm} = 212 \text{ mm}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$d_3 \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot F_{\rho} \cdot \vartheta \cdot l_{UKL}^2}{\pi^3 \cdot E}}$$

$$\vartheta = 6$$

$$d_3 \geq \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 16500 \text{ N} \cdot 6 \cdot (212)^2 \text{ mm}}{\pi^3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}}$$

$$d_3 \geq 14.46 \text{ mm}$$



$$\text{Tr}20 \times 4 \longrightarrow a_c = 0,25 \text{ mm} \quad H_1 = 2 \text{ mm} \quad d_2 = D_2 = 18 \text{ mm} \quad P = 4 \text{ mm}$$

$$d_3 = 15.5 \text{ mm} \quad A_3 = A_N = 189 \text{ mm}^2 \quad \alpha = 3,768^\circ \quad d = 20 \text{ mm}$$

Kontrola napetosti v navojnem vretenu

Normalna tlačna napetost v vretenu

$$\sigma_n = \frac{F_{\rho}}{A_3} = \frac{16500 \text{ N}}{189 \text{ mm}^2} = 87.3 \text{ N/mm}^2$$

Največja vzvojna napetost v prerezu jedra navojnega vretena

$$\tau_t = \frac{T_G}{W_{t3}} = \frac{16 \cdot T_G}{\pi \cdot d_3^3}$$

$$T_G = T_{GN} \cdot T_{G\rho} = F_\rho \left[\tan(\alpha + \varphi) \frac{d_2}{2} + \mu_L \frac{d_m}{2} \right]$$

$$\tan \beta_N = \tan \beta \cdot \cos \alpha = \tan 15^\circ \cdot \cos 3,768^\circ$$

$$\beta_N = 14,969^\circ$$

$$\tan \varphi_G = \frac{\mu_G}{\cos \beta_N} = \frac{0,08}{\cos 14,969^\circ} = 0,08281$$

$$\varphi_G = 4,733^\circ$$

$$T_G = 16500N \cdot \left[\tan(3,768^\circ + 4,733^\circ) \cdot \frac{18mm}{2} + 0,03 \cdot \frac{20mm}{2} \right]$$

$$T_G = 27146Nmm$$

$$\tau_t = \frac{16 \cdot 27146Nmm}{\pi \cdot 15,5mm^3}$$

$$\tau_t = 37,1 \frac{N}{mm^2}$$

Primerjalna normalna napetost

$$\sigma_\rho = \sqrt{\sigma_n^2 + 3(\alpha_0 + \tau_t)^2} \leq \sigma_{ndop}$$

$$\sigma_\rho = \sqrt{(87,3)^2 N/mm^2 + 3(1 + 37,1)}$$

$$\sigma_\rho = 87,95 N/mm^2$$

$$\sigma_\rho \leq \sigma_{ndop} = 0,2 \cdot R_m = 0,2 \cdot 675 = 135 N/mm^2 \longrightarrow \text{vreteno ustreza!}$$

Kontrola površinskega tlaka navoja matice

a. Višina matice

$$n = \frac{F_{\max} \cdot 4}{(d^2 - D_1^2) \cdot \pi \cdot P_{dop}} = \frac{16500N \cdot 4}{(20^2 - 16^2) \cdot \pi \cdot 16} = 9$$

$$m = P \cdot n = 4 \cdot 9 = 36mm$$

b. Površinski tlak v gibalni matici

$$\rho_G = k_G \frac{F_\rho}{A_{proj}} = k_G \frac{F_\rho \cdot P}{m \cdot d_2 \cdot \pi \cdot H_1} \leq \rho_{Gdop}$$

$$A_{proj} = \frac{m \cdot d_2 \cdot \pi \cdot H_1}{P}$$
$$A_{proj} = \frac{36mm \cdot 18mm \cdot \pi \cdot 2mm}{4mm} = 1017.88mm^2$$
$$m = 36mm$$
$$H_1 = 0,5 \cdot P = 2mm$$
$$k_G = 1,3$$

$$\rho_G = k_G \frac{F_\rho}{A_{proj}} = 1,3 \frac{16500N}{1017.88mm^2} = 16Nmm^2$$

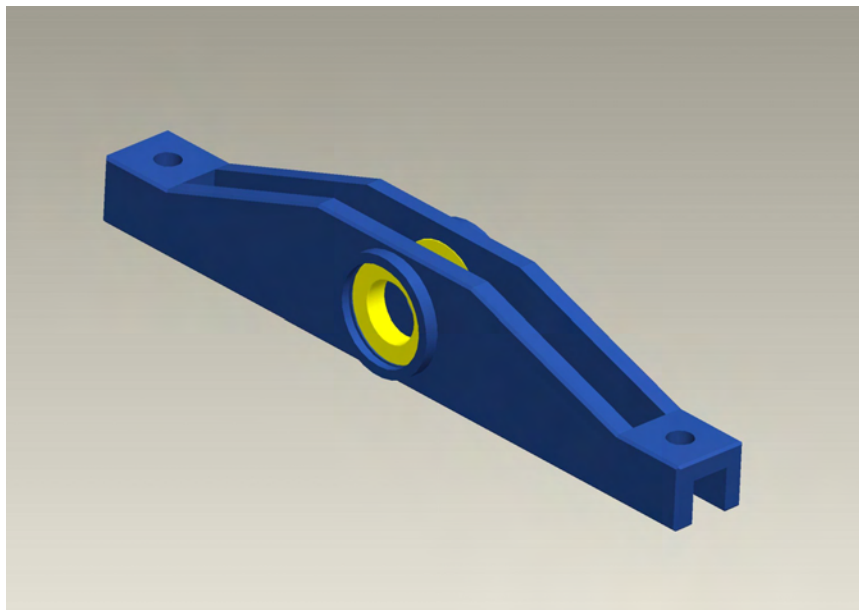
$$\rho_{Gdop} = 16Nmm^2 \geq \rho_G = 16Nmm^2$$

8. Modeliranje s programsko opremo PRO/Engineer

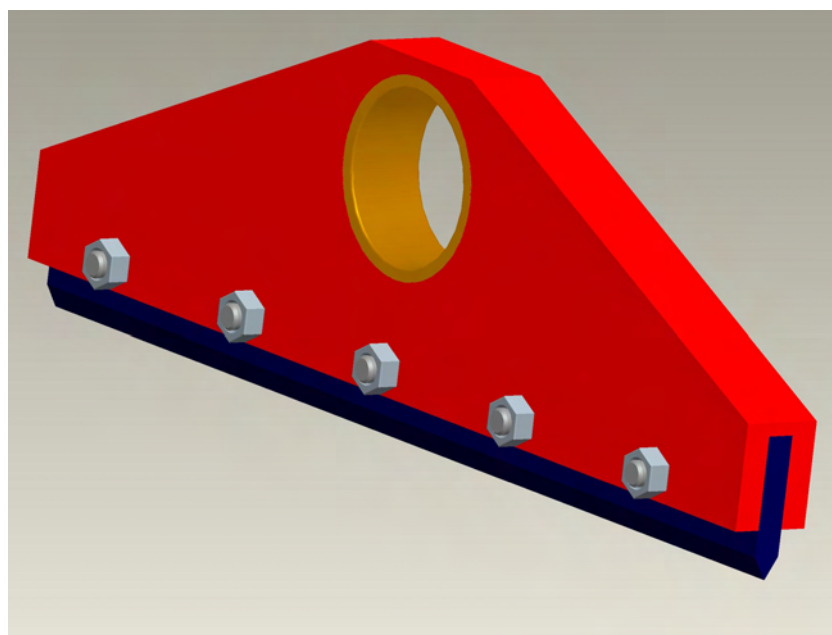
Modeliranje s programsko opremo Pro/ENGINEER je postopek računalniškega oblikovanja modela izdelka v tridimenzionalni obliki in je najpopolnejši prikaz dejanske podobe kasnejšega izdelka. Sama programska oprema je izdelana na osnovi tridimenzionalnih gradnikov, ki delujejo po treh sistemih. Prvi je metoda končnih elementov, kjer model pozna samo mrežno povezavo mejne točke. Ta metoda temelji na gradnji površin, ki se med seboj povezujejo v sklop. Drugi je površinski model, ki pozna vse točke na njegovi površini, ima pa to slabost, da ga ni mogoče parametrično spreminjati. Tretja generacija so volumski modelirniki, ki so se razvili iz površinskih. Pri gradnji se uporablja princip dodajanja in odvzemanja. Osnovni gradniki za delo so: poteg oblike v prostor, vrtenje oblike okoli osi, sledenje oblike po določeni poti in sprememba preseka. Prav tako pa zajema tudi pomožne gradnike, kot so posnetja, luknje in zaokrožitve. Ti modelirniki dopuščajo parametrične spremembe, ob tem pa volumen še vedno prepoznajo.

9. Konstruiranje naprave

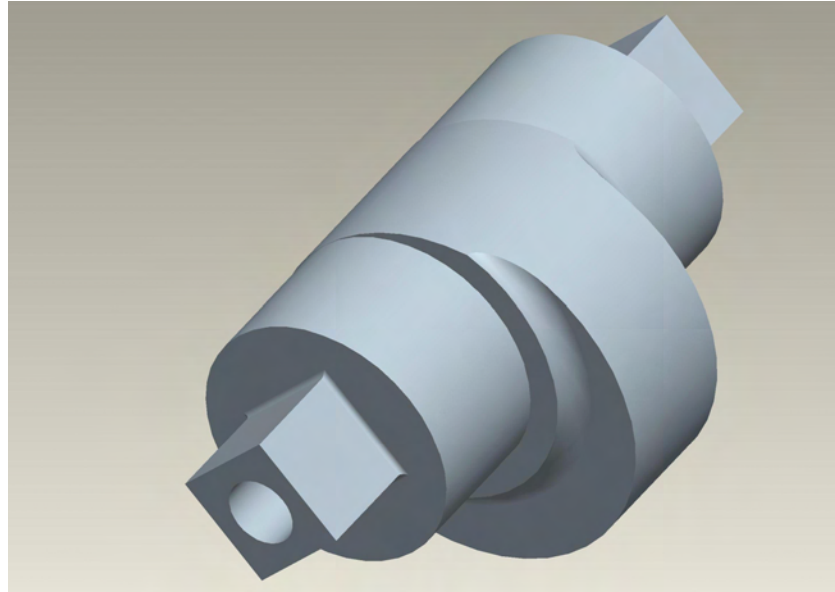
Sedaj, ko smo določili najpomembnejše dimenzije elementov, ki prenašajo največje obremenitve, se lahko lotimo modeliranja posameznih delov. Pričeli smo z nosilcem, za katerega smo izračunali, da mora biti sestavljen iz dveh pravokotnih profilov višine 100mm in širine 15mm. Ker pa vemo, da se napetost v nosilcu z približevanjem podpori zmanjšuje, ni potrebno da ima nosilec konstantno višino. Na ta način dosežemo približno konstanto napetost po celem nosilcu. Na nosilcu pa moramo tudi predvideti prostor za ležaje. Mi smo ga skonstruirali tako, kot je prikazan na sliki. Na sliki so vidni tudi ležaji. Nato smo skonstruirali še rezilo in potisno ploščo, na katero je le to pritrjeno. Na vseh napravah, ki smo jih predstavili zgoraj, so bila uporabljena rezila s kotom 60° z majhnim radijem, ki je bil približno 1mm, zato smo se odločili, da tudi mi uporabimo takšne, saj so se izkazale za učinkovite. Na potisni plošči je nameščeno tudi rezilo. Ko smo zmodelirali ta dva sklopa, ju lahko povežemo skupaj z ekscentrično osjo s katero pridobimo potrebno silo za prelom tlakovca. Pri tem delu je srednji del pomaknjen iz osi za 10mm. S tem zagotovimo, da bo rezilo ob 90° zasuku ročice opravilo 10mm gib proti spodnjemu rezilu in s tem obremenilo tlakovec tako močno, da se bo zlomil.



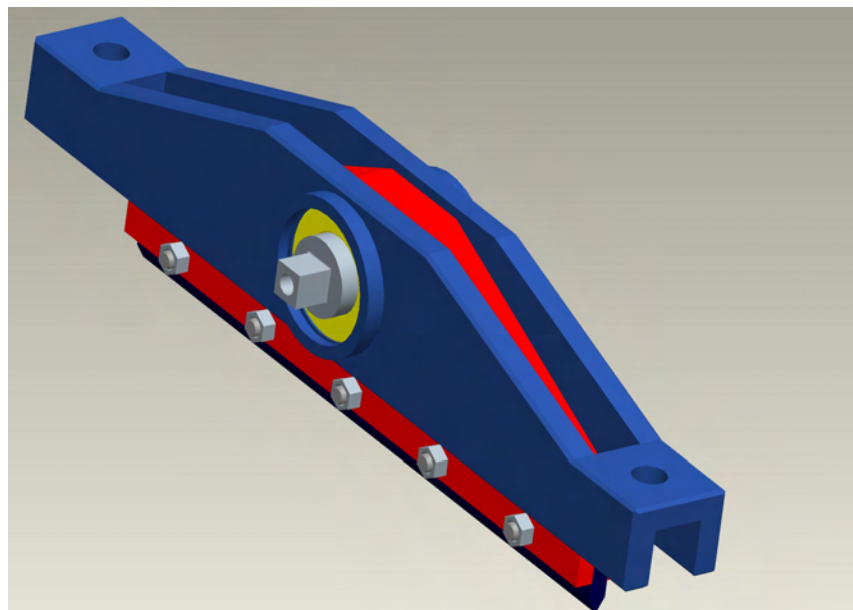
slika 9: 3-D model nosilca



slika 10: zgornje rezilo

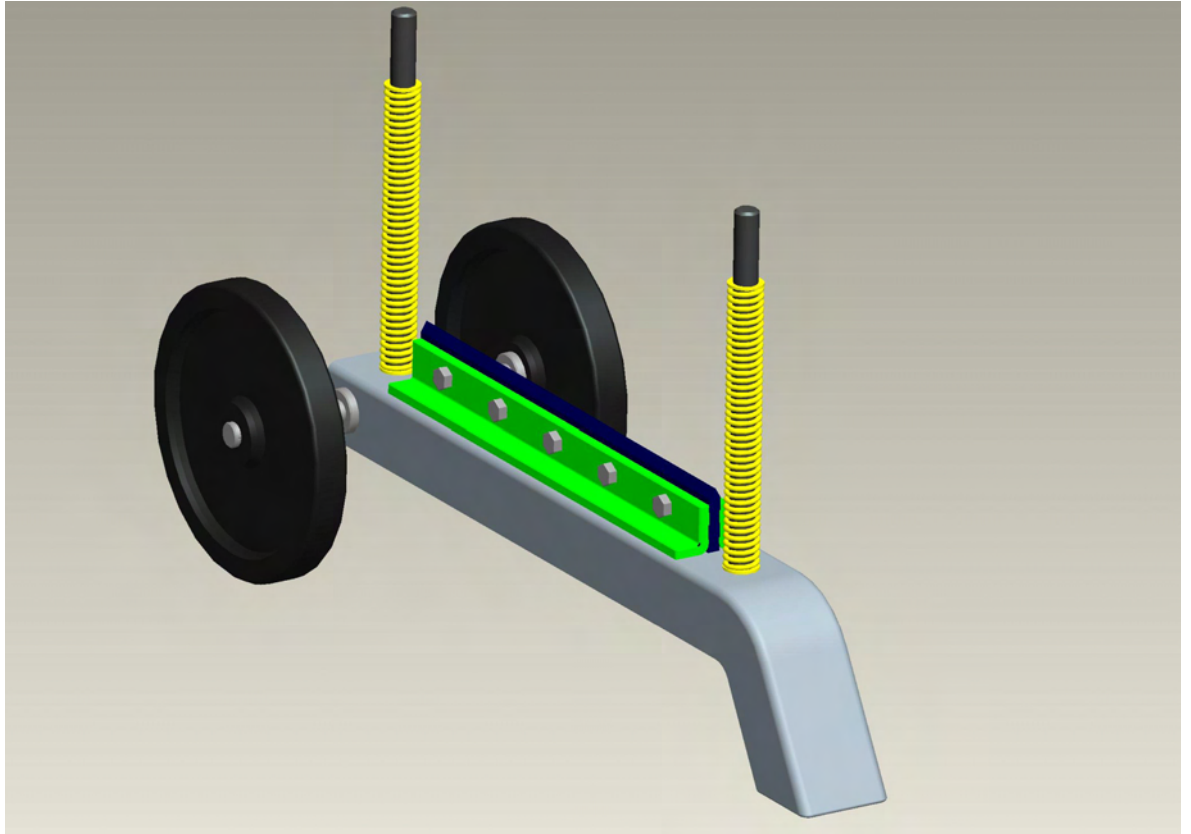


slika 11: ekscenter



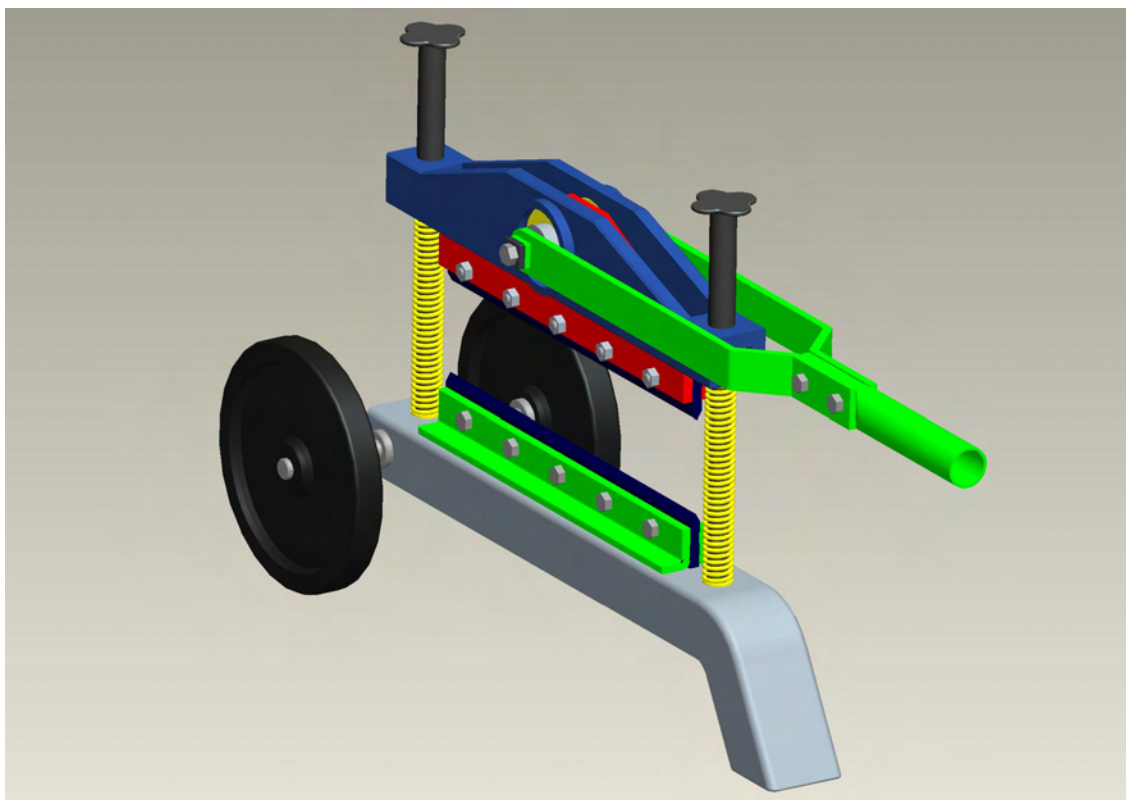
slika 12: nosilec z ekscentrom in zgornjim rezilom

Sedaj ko smo skonstruirali osnovni mehanizem naprave in ga sestavili skupaj, je nadaljevanje precej lažje. Mere nosilnega vijaka smo že izbrali v preračunu, tako da moramo samo skonstruirati osnovni nosilec in določiti pritrnitev spodnjega rezila. Na osnovni nosilec smo namestili tudi os s kolesi za lažji transport. Da bi lahko nastavljali debelino tlakovcev rabimo samo še nastavne matice in vzmeti ki bodo omejevale gibanje mehanizma, da ne bi padlo na spodnje rezilo.

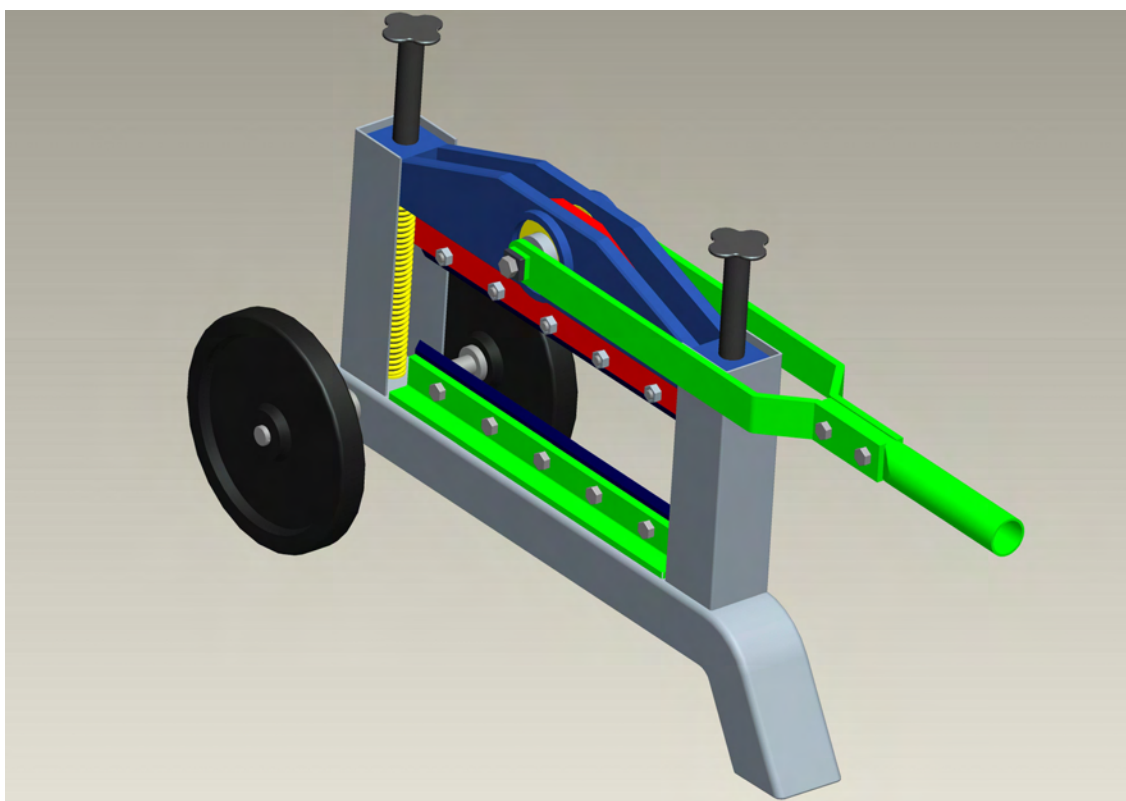


slika 13: spodnje rezilo z nastavitvenima vijakoma in vzmetema

Sedaj nam manjka samo še ročaj in nastavne matice ter nekaj zaščitnih profilov, ki bodo zaščitili navojna vretena pred zunanjimi vplivi in naša naprava je skoraj končana.



slika 14: sestavljanje izdelka



slika 15: zmodeliran končni izdelek

10. Zahvala

Zahvaljujemo se našemu mentorju Romanu Zupancu, ki nas je spodbujal in nam dajal napotke pri ustvarjanju naše raziskovalne naloge. Zahvalili bi se tudi Šolskemu centru Celje, ki nam je omogočil izdelavo raziskovalne naloge in tudi vsem ostalim, ki so nam pomagali in nas usmerjali z svojimi napotki.

11. Zaključek

Z raziskovalno nalogo smo dokazali, da smo se v dosedanjem šolanju nekaj naučili. V tej nalogi smo povezali vso dosedanje znanje, ki smo ga pridobili pri različnih predmetih. Na začetku se nam je naloga zdela lahka, vendar vedno bolj kot smo se poglobljali v njo vedno težja je postajala. Glede na priporočila, ki smo jih pridobili med pogovori z ljudmi, ki vsakodnevno uporabljajo te naprave, smo se lotili konstruiranja in dimenzioniranja. Med dimenzioniranjem smo poskušali iz vsake videne naprave izluščiti najboljše stvari in jih uporabiti pri izdelavi naše. Vse komponente smo optimirali glede na obremenitve, da smo dobili čim manjšo težo.

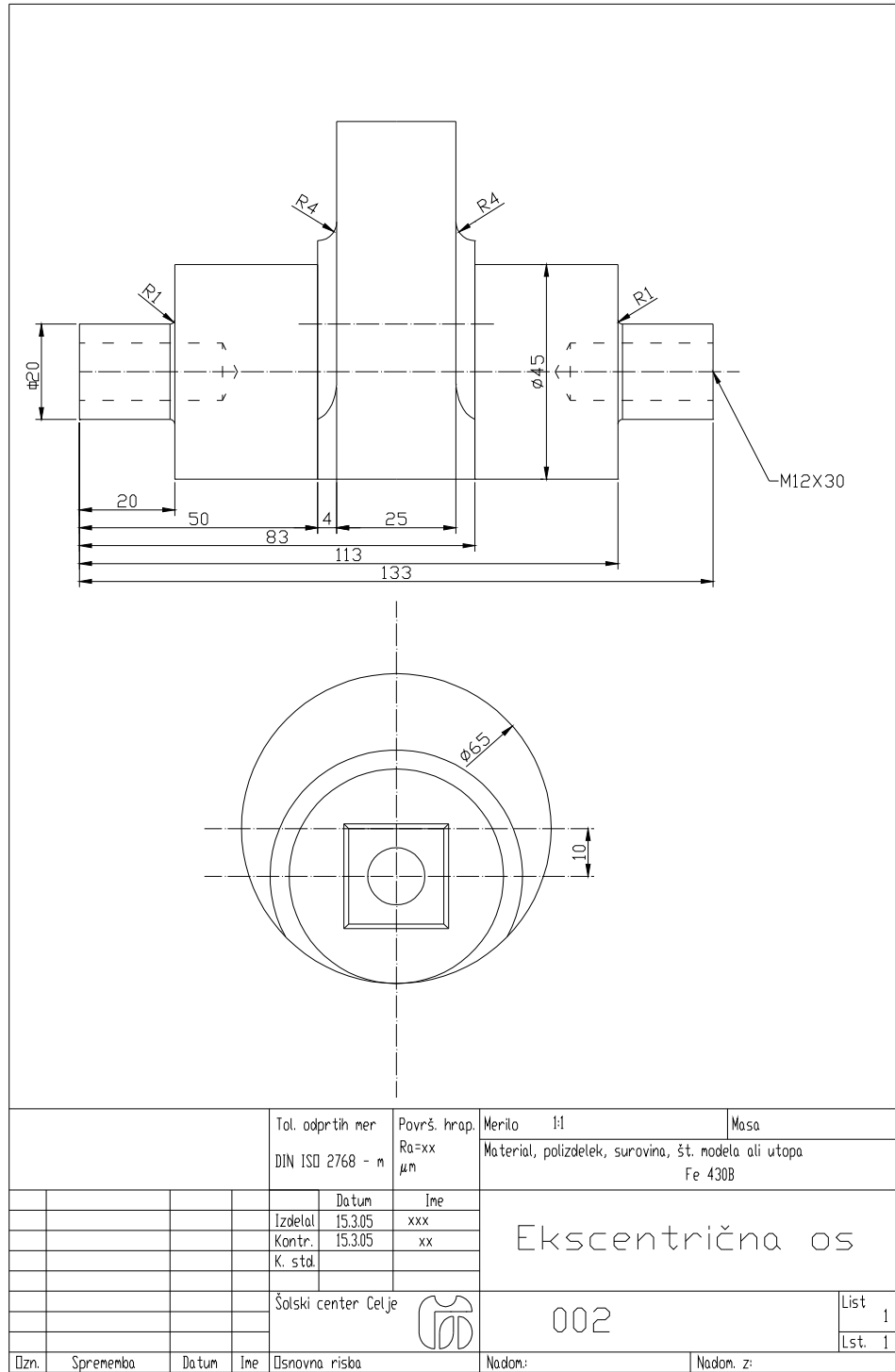
Naprava, ki smo jo izdelali, je namenjena za lomljenje vseh vrst betonskih izdelkov, ki niso armirani in tudi za lomljenje opečnih zidakov. Je nekoliko lažja od ostalih videnih in prav tako uporabna. Ker je lažja to pomeni, da smo uporabili manj materiala in s tem zmanjšali tudi ceno z material, kar nam privede do cenejše izdelave.

Kljub temu da smo upoštevali vse želje uporabnikov bomo izdelano napravo dali v preizkus enemu izmed mojstrov te stroke, tako bomo odkrili mogoče napake, ki bi se pojavile v daljšem časovnem obdobju. Glede na hipotezo, ki smo si jo zastavili na začetku lahko zanesljivo trdimo, da je mogoče izdelati lažjo in enako funkcionalno napravo za bistveno manj denarja, torej smo uspešno opravili svoje delo.

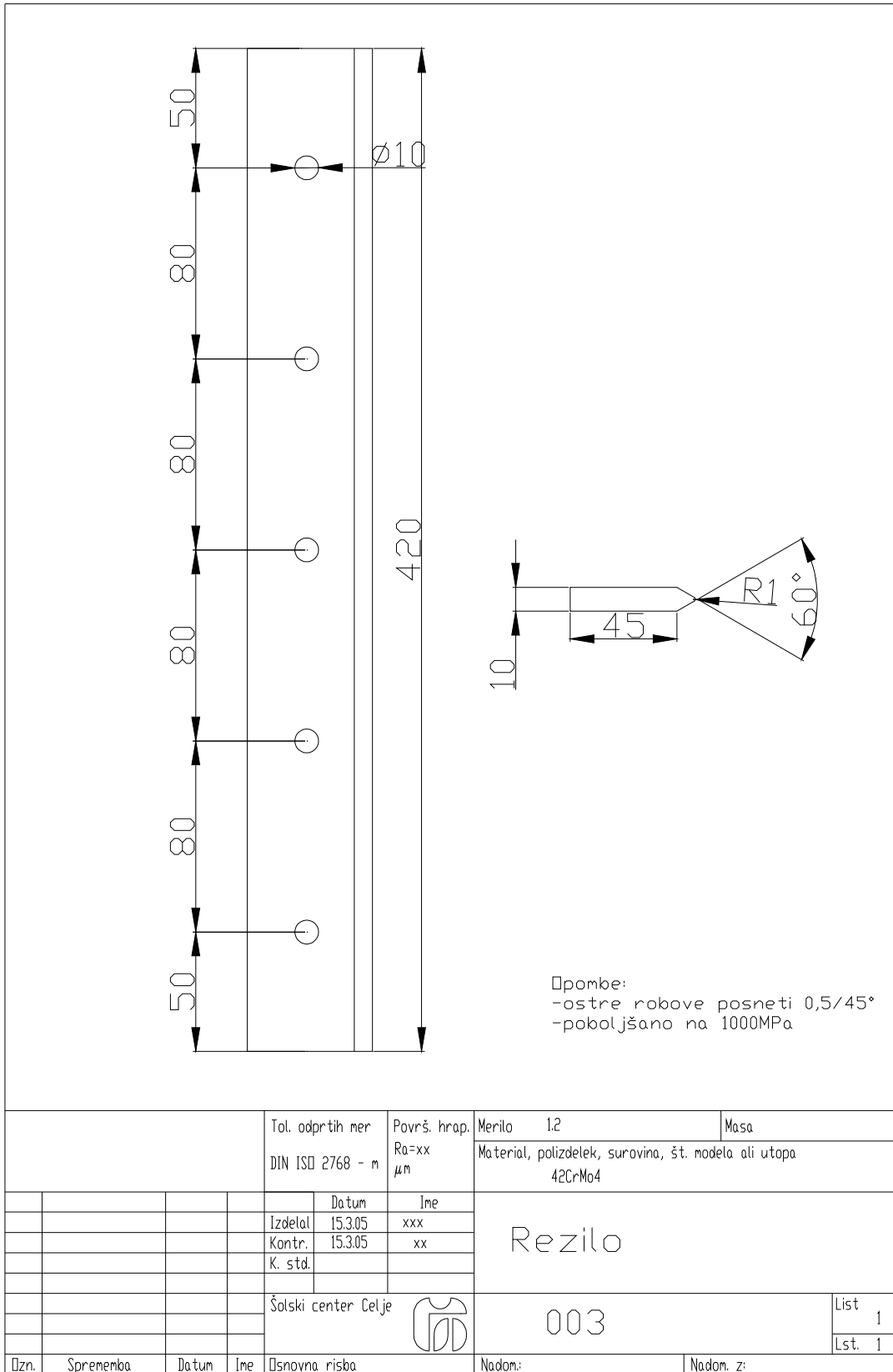
12. Literatura

- [1] Bojan Kraut, Krautov strojniški priročnik (Ljubljana 2002)
- [2] Ivan Prebil, Tehnična dokumentacija (Ljubljana 1995)
- [3] Igor Janežič, Strojni elementi 1 (Ljubljana 2001)
- [4] Andrej Smole, Strtenica, 20.1.2005, tel. Pogovor
- [5] Matija Hrovat, Rogaška Slatina, 5.2.2005, ustni vir.
- [6] Audax, Uvod v PRO/Engineer (Ljubljana 2000)

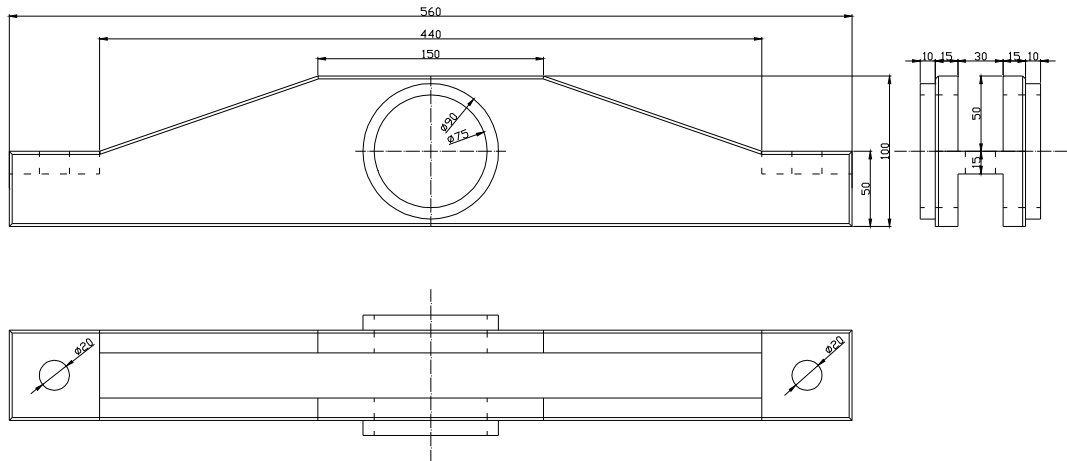
13. Priloge




priloga 1: ekscentrična os



priloga 2: rezilo



				Tol. odprtih mer DIN ISO 2768 - m	Površ. hrap. Ra=xx μm	Merilo 1:4	Material, polizdelek, surovina, št. modela ali utopa Fe 430B		
				Datum	Ime	Nosilec			
				Izdelač	15.3.05				xxx
				Kontr.	15.3.05				xx
				K. std.					
				Šolski center Celje			001		
							List 1	Lst. 1	
Dzn.	Sprememba	Datum	Ime	Osnovna risba		Nadom.:	Nadom. z:		

priloga 3: nosilec