

Izdelava laboratorijske hidravlične stiskalnice

avtor **Franc Tolar**, univ. dipl. inž. les., Alpes Železniki

Izvleček/Abstract

Razvoj stiskalnic v lesarstvu je sledil namenu stiskanja in vrsti uporabljene lepila, od prvih vzvodnih in vretenastih stiskalnic do sodobnih, računalniško vodenih stiskalnic. Razvoj sodobne stiskalnice zajema oblikovanje stiskalnice, konstruiranje in preračun hidravličnih komponent, konstruiranje in preračun električnih komponent, konstruiranje in preračun ogrodja stiskalnice, določitev ustreznega grelnega medija in materialov. Pred konstruiranjem določimo osnovne tehnične karakteristike stiskalnice, površino stiskanja, maksimalni pritisk, število etaž, mobilnost in gretje stiskalnice, paralelnost stiskanja, krmiljenje stiskalnice. Namen zastavljene naloge je bil izdelati laboratorijsko hidravlično stiskalnico za učne namene, z natančnim nadzorom tlaka in temperature, z enostavnim in varnim upravljanjem ter možnostjo nadgradnje.

The development of presses in wood industry followed the purpose of pressing and the type of used glue. The first presses were made on levering or spindle system, the last presses have total computer control. The development of a new press contains press forming, constructions and calculations of hydraulic and electric components, framework designing and de-

termination of heating fluid. The basic technical data, like the pressing quadrature, the maximal pressure, the storey number, the plates heating and paralleling, the moving and the control system have to be defined before construction begins. The aim of this project was to make laboratory press for schooling purpose, with exactly controlled pressure and temperature. The operation of the machine must be easy and safe.

Ključne besede: hidravlična stiskalnica, hidravlične komponente, električne komponente, ogrodje stiskalnice, preračun stiskalnice

Keywords: hydraulic press, hydraulic components, electric components, framework of press, calculation of press

Uvod

V lesarstvu so se stiskalnice razvijale po namenu stiskanja in vrsti lepil. Pred vsesplošnim industrijskim razvojem so bile mizarske delavnice opremljene z vretenastimi stiskalnicami, ki so se večinoma uporabljale za stiskanje masivnega lesa.

Z razvojem ploskovnega pohištva so te stiskalnice povsem izgubile svoj pomen. Danes jih najdemo samo še v nekaterih muzejih in pri hvalevrednih nostalgčnih mizarjih.

V modernističnem in postmodernističnem obdobju se je najbolj razvijalo ploskovno pohištvo iz lesnih tvoriv, predvsem iz mizarskih ivernih in vlaknenih plošč. Tem potrebam je sledil razvoj stiskalnic.

V grobem je enoetažna stiskalnica za ploskovno lepljenje sestavljena iz varjenega jeklenega ogrodja, grelnih plošč ter hidravličnih in električnih komponent. Plošče so največkrat ogrevane z oljem, paro ali vročo vodo in električnimi grelci. Lahko so večetažne, pretočne, premične. Za natančen nadzor tlaka in temperature so računalniško krmiljene, kar se uporablja predvsem za laboratorijske potrebe. Maksimalna sila stiskanja je odvisna od moči hidravličnega agregata, premera in števila delovnih valjev (°plunžerjev). Površina in temperatura stiskanja ter spe-

cifični pritisk so osnovni parametri za dimenzioniranje in konstruiranje stiskalnice. Največji specifični pritiski (do 70 barov) so pri izdelavi vlaknenih plošč. Za izdelavo ivernih plošč se uporabljajo specifični pritiski do 35 barov. Pri ploskovnem furniranju z uporabo sečninskoformaldehidnih lepil so specifični pritiski odvisni od vrste podlage in furnirja in se gibljejo od 5 do 10 barov.

Temperatura furniranja je odvisna od vrste in priprave lepilne mešanice, za sečninskoformaldehidna lepila znaša od 100 - 120 °C. Običajno so stiskalnice opremljene s hidravličnim agregatom, ki ima vgrajeni dve črpalke, od katerih je ena nizkotlačna in visokopretočna, druga pa visokotlačna in nizkopretočna. Prva skrbi za hitro zapiranje stiskalnice in dosega tlake do 15 barov, z drugo pa dosegamo končne tlake. Črpalke so zobniške izvedbe, visokotlačna črpalka pa je lahko tudi batna. Pri ogrevanju plošč z oljem, paro ali vročo vodo so plošče jeklene, po dolžini plošče so izvrtani kanali, po katerih se pretaka ogrevni medij. Električno ogrevane plošče so večslojne, sestavljene so iz grelnega aluminijskega dela, debelega 9 mm, električne spirale, za katero so v aluminijski del izbrušeni utori, tanke bakelitne plasti, ki preprečuje prehod toplote, in izolirne iverne plošče debele 28 mm. Tako zgrajena grelna plošča se pritrdi na jekleno nosilno ploščo.

Natančnost merjenja temperature dosežemo z analognimi plinskimi termometri, katerih plinsko komoro vgradimo čim bliže sredini plošče, da zazna spremembe temperature zaradi prestopa toplote iz grelna plošče na lepljenec. Termometrsko skalo ima dva kazalca, eden kaže trenutno temperaturo, z drugim pa nastavimo potrebno temperaturo gretja plošč.

Ko je dosežena ustrezna temperatura, se prek električnega stikala (kontaktorja) gretje plošč avtomatsko izklopi. Po padcu temperature za dve do tri stopinje se prek stikala gretje plošč ponovno vklopi.

Tlak stiskanja merimo z analognim ali digitalnim manometrom, ki je priključen na oljno cev, v kateri je olje pod tlakom, ki ga ustvarja črpalka. Analogni manometer ima merilno skalo z dvema kazalcema, ki imata iste naloge kot kazalca pri termometrski skali. Potreben tlak olja določimo iz diagrama, ki je specifičen za vsako stiskalnico. Diagram je izdelan glede na zmogljivost črpalke, premer in število delovnih valjev (°plunžerjev).

Ogrodje stiskalnic je zgrajeno iz osnovnega konstrukcijskega jekla. Na zgornji del okvirne konstrukcije je pritrjena zgornja fiksna plošča. Delovni valji so prek prirobnic pritrjeni na spodnje nosilce. Spodnja dvizna plošča je prek prirobnic pritrjena na delovne valje, katerih gib določa višino stiskanja. Paralelnost dvigovanja spodnje plošče nadzirajo senzorji. Starejše stiskalnice so varovane samo prek vijakov, s katerimi je pritrjena spodnja plošča na prirobnice batov. Pri stiskanju je potrebna pazljivost, da se izklopi delovanje črpalke v primeru loma katerega od vijakov.

Pri manjših laboratorijskih stiskalnicah so spodnje plošče vodene prek drsnih vodil.

Stiskalnice so opremljene z delovnimi valji (°plunžerji). To so enostransko delujoči delovni valji, ki imajo po celotni dolžini enak premer, valj je na cilinder pritrjen prek vodilne glave s tesnili. Zaradi doseganja velikih tlakov morajo biti stiskalnice ustrezno varovane. V ta namen se

vgradi dvoročni vklop črpalke, po oboju stiskalnice pa je napeljana varnostna vrstica, s potegom katere se stiskalnica takoj odpre.

Naloga

Zastavljena naloga je bila izdelati laboratorijsko hidravlično stiskalnico z natančnim nadzorom tlaka in temperature, upravljanje stiskalnice mora biti enostavno in varno.

Omejili smo se na naslednja področja:

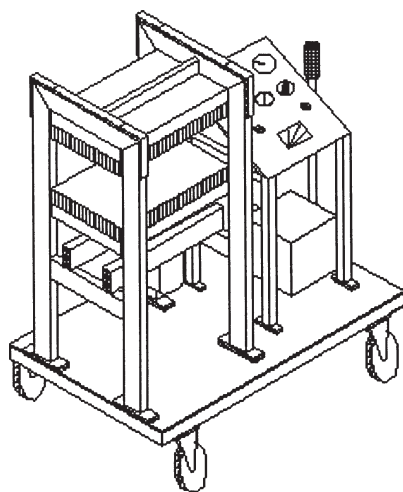
- oblikovanje stiskalnice,
- konstruiranje hidravličnih komponent,
- konstruiranje električnih komponent,
- konstruiranje ogrodja stiskalnice.

1. Oblikovanje stiskalnice

Načela pri oblikovanju stiskalnice so bila naslednja:

- varnost in videz stiskalnice,
- enoetažna stiskalnica,
- ogrevanje plošč,
- dvigovanje spodnje plošče z enim batom (°plunžerjem),
- paralelnost stiskanja prek vodil,
- doseganje tlaka z ročnim hidravličnim agregatom,
- združitev krmilnih funkcij na nadzorni plošči,
- mobilnost stiskalnice,
- maksimalna površina stiskanja 1.500 cm²,
- nosilnost ogrodja 8 t,
- možnost nadgradnje stiskalnice.

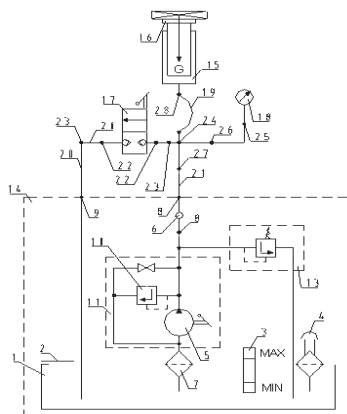
V osnovi smo izdelali izometrično projekcijo stiskalnice.



□ Slika 1. Izometrična projekcija stiskalnice

2. Konstruiranje hidravličnih komponent

2.1 Hidravlična shema



□ Slika 2. Hidravlična shema stiskalnice

Legenda:

- 1- rezervoar $V = 5 \text{ l}$ - varjen
- 2- prezačevalnik $3 \times 250 \times 150$
- 3- oljno in temperaturno kazalo
- 4- nalivni filter
- 5- ročna črpalka
- 6- nepovratni ventil
- 7- sesalni filter
- 8- priključek $\phi 8$
- 9- priključek $\phi 16$

- 10- varnostni ventil črpalke $p_{\max} 150 \text{ barov}$
- 11- blok
- 12- varnostni ventil
- 13- blok $60 \times 60 \times 80$
- 14- blok
- 15- delovni valj 70×200 - (°plunžer)
- 16- prirobnica
- 17- razvodnik $2/2$
- 18- manometer $\phi 100$, $p = 0 - 250 \text{ barov}$
- 19- gibljiva cev $\phi 16$
- 20- jeklena cev $\phi 16$
- 21- jeklena cev $\phi 8$
- 22- vsečni prstan $\phi 16$
- 23- matica priključka
- 24- priključek
- 25- priključek $\phi 6$
- 26- priključek $\phi 6$
- 27- priključek $\phi 8$
- 28- priključek $\phi 16$

2.2 Tehnični opis hidravlične naprave

Črpalka:

Q - pretok črpalke,

$p_{\check{c}max}$ - max. tlak črpalke,

$Q = 30 \text{ cm}^3/\text{takt}$,

$p_{\check{c}max} = 150 \text{ barov} + \text{varnostni ventil}$

$p_{max} = 150 \text{ barov}$

Rezervoar:

$V = 5 \text{ l}$.

Razvodnik:

$2/2$ -ročni,

Bat - (°plunžer),

$\phi 70$,

s_p - gib delovnega bata (°plunžerja) je 200 mm .

Manometer:

$\phi 100$ (merjenje trenutnega tlaka),

p - območje merjenja tlakov manometra,

$p = 0 - 250 \text{ barov}$.

Varnostni ventil:

$p_{\max} = 40 - 150 \text{ barov}$,

Gib (hod) delovnega bata (°plunžerja) v stiskalnici je 185 mm , zaradi boljše vodljivosti bata (°plunžerja) pa je maksimalni gib (hod) bata 200 mm .

2.3 Preračun hidravličnih komponent

2.3.1 Črpalka

Podatki:

$Q = 30 \text{ cm}^3/\text{takt}$,

$p_{\check{c}max} = 150 \text{ barov}$.

2.3.2 Delovni bat (°plunžer)

Podatki:

d_p - premer 70 mm ,

S_p - gib (hod) 200 mm ,

S_{pl} - površina,

η - izkoristek, ki je upoštevan pri tlaku črpalke.

2.3.3 Maksimalna sila stiskanja

Izračun:

$$F = p_{\check{c}max} \times S_{pl} = 1500 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \times 38,48 \text{ cm}^2 = 57726,77 \text{ N}$$

$$S_{pl} = \frac{\pi \times d_p^2}{4} = \frac{\pi \times 7^2 \text{ cm}^2}{4} = 38,48 \text{ cm}^2$$

2.3.4 Dovoljen specifični - P_s

Podatki:

$F = 57.726,77 \text{ N}$

Plošča: $30 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$

Izračun:

$$S_{plosce} = 30 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 1500 \text{ cm}^2$$

$$P_s = \frac{F}{S_{plosce}} = \frac{57726,77 \text{ N}}{1500 \text{ cm}^2} = 38,48 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

2.3.5 Število taktov črpalke in celotna količina olja v napravi

Podatki:

V_l - volumen olja v delovnem batu

(°plunžerju),

V_2 - celotna količina olja v napravi,

V_3 - volumen rezervoarja je 5 l

(upoštevano hlajenje in raztezanje olja),

V_4 - volumen olja v rezervoarje 3,5 l,

Q - pretok črpalke je 30 cm³/takt.

Izračun:

$$V_1 = S \times s_p = 38,48 \text{ cm}^2 \times 20 \text{ cm} = 769,6 \text{ cm}^3$$

$$\dot{S}_{\text{taktov}} = \frac{769,6 \text{ cm}^3 \times \text{takt}}{30 \text{ cm}^3} = 25,65 \text{ taktov}$$

$$V_{\text{cent}} = 150 \text{ cm} \times \frac{\pi \times 1,6^2 \text{ cm}^2}{4} = 301,59 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = V_1 + V_{\text{cent}} = 769,6 \text{ cm}^3 + 301,59 \text{ cm}^3 = 1071,19 \text{ cm}^3 = 1,071$$

2.3.6 Maksimalna sila roke na ročico

Podatki:

$p_{\text{č,max}}$ - maksimalni tlak črpalke je 1500 N/cm²

$d_{\text{bč}}$ - premer bata črpalke je 22 mm,

A - površina bata črpalke,

F_1 - sila bata črpalke,

r_1 - dolžina ročice od vrtilišča do bata črpalke,

F_2 - maksimalna sila roke na ročico,

r_2 - dolžina ročice črpalke.

Izračun:

$$p = \frac{F_1}{A} \Rightarrow F_1 = p \times A = 1500 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \times \frac{\pi \times 2,2^2 \text{ cm}^2}{4} = 5699,1 \text{ N}$$

$$F_1 \times r_1 = F_2 \times r_2$$

$$F_2 = \frac{F_1 \times r_1}{r_2} = \frac{5699,1 \text{ N} \times 35 \text{ mm}}{630 \text{ mm}} = 316,6 \text{ N}$$

3. Konstrukcija električnih komponent

3.1 Električna shema

Legenda:

1,2,3,4,5,6,7,8,9 - sponke

V_1, V_2, V_3 - varovalke

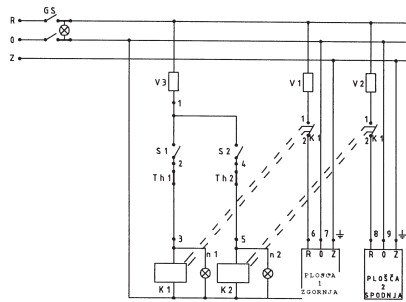
S_1, S_2 - stikala

GS - glavno stikalo

n_1, n_2 - kontrolne lučke

Th_1, Th_2 - termostati

K_1, K_2 - kontaktor



□ Slika 3. Električna shema

3.2. Preračun električnih komponent

3.2.1 Obremenitev glavne varovalke

Podatki:

P - moč grelcev v obeh ploščah,

U - imenska napetost,

I - imenski tok.

Izračun:

$$P = 1000 \text{ W}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$P = U \times I$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1000 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 4,5 \text{ A}$$

3.2.2 Obremenitev stranskih varovalk

Podatki:

I_1 - imenski tok ene plošče,

P_1 - moč grelca v eni plošči.

Izračun:

$$P_1 = 500 \text{ W}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{500 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 2,27 \text{ A}$$

3.2.3 Preračun grelnega dela plošč - masa plošč

Podatki:

$$P_{\text{grelca/ploščo}} = 500 \text{ W},$$

$$T_{\text{max}} = 120^\circ\text{C} \text{ (maksimalna temperatura gretja),}$$

$$\rho_{\text{al}} = 2.560 \text{ kg/m}^3 \text{ (gostota alumi-)}$$

nija),

h - debelina aluminjskega (grelnega) dela plošč 9 mm.

Priključek termometra je na sredini ožjega dela plošče.

Izračun:

$$V_{\text{plošč}} = 0,3 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 0,009 \text{ m} = 1,35 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\zeta_{\text{al}} = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \zeta_{\text{al}} \times V_{\text{plošč}} = 2560 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1,35 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 3,46 \frac{\text{kg}}{\text{ploščo}}$$

Skupna masa plošč je 6,92 kg.

3.2.4 Toplotno delo

Podatki:

m - masa plošč,

c_{al} - specifična toplota aluminija,

$$c_{\text{al}} = 896 \text{ J/kgK} = 896 \text{ Ws/kgK},$$

$$T_{\text{max}} = 120^\circ\text{C},$$

$$T_{\text{min}} = 18^\circ\text{C},$$

DT - sprememba temperature,

W_t - toplotno delo,

W_{el} - električno delo,

t - čas gretja plošč,

h - izkoristek je 70 %.

Izračun:

$$W_t = m \times c_{\text{al}} \times \Delta T$$

$$W_t = 6,91 \text{ kg} \times 896 \frac{\text{Ws}}{\text{kgK}} \times 102 \text{ K} = 631518,72 \text{ Ws}$$

$$W_t = 631,52 \text{ KWh} = 0,18 \text{ KWh}$$

$$W_{\text{el}} = \frac{W_t}{\eta} = \frac{0,18}{0,70} = 0,26 \text{ KWh}$$

$$t = \frac{W_{\text{el}}}{P} = \frac{0,26 \text{ KWh}}{1 \text{ KW}} = 0,26 \text{ h} = 15'36''$$

4. Konstruiranje ogrodja stiskalnice

To poglavje zajema konstruiranje posameznih elementov in detajlov, izbor ustreznih materialov in določitev tehnoloških postopkov za posamezne elemente in detajle. Celotno ogrodje stiskalnice je preračunano na nosilnost 8 t. Ogrodje stiskalnice je izsekano iz konstrukcijskega jekla (EN-S235JRG2), vodila pa iz orod-

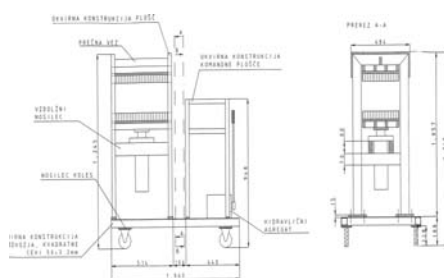
nega jekla (EN-X210Cr12, kaljeno HRC 60±2, popuščeno).

Prerez posameznih elementov se določa glede na obremenitve in potrebe po spajanju z drugimi elementi.

To poglavje zajema naslednja področja:

- preračun nosilnih plošč po dolžini,
- preračun nosilnih plošč po širini,
- preračun in določitev števila ojačitev po dolžini in širini plošče,
- določitev celotne nosilnosti plošč po širini in dolžini,
- preračun prirobnice za pritrditev delovnega valja na spodnjo ploščo,
- preračun stebrov,
- preračun vzdolžnih in prečnih nosilcev delovnega valja.

Podrobno si poglejmo preračun stebrov in vzdolžnih nosilcev:



□ Slika 4. Pravokotna projekcija stiskalnice

4.1 Preračun stebrov

Stebri morajo prenesti maksimalno nosilnost stiskalnice 8 ton.

4.1.1 Preračun pokončnih stebrov (natezna obremenitev)

Podatki:

Material: EN:S235JRG2,

$$s_{dop} = 120 \text{ N/mm}^2,$$

F_1 - sila, ki jo prenese en steber,

A_1 - površina enega stebra,

F - sila, ki jo prenesejo štirje stebri.

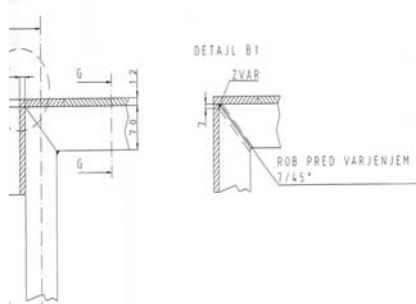
Izračun:

$$A_1 = 70 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} = 2100 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{dop} = \frac{F_1}{A_1} \Rightarrow F_1 = \sigma_{dop} \times A_1 = 120 \text{ N/mm}^2 \times 2100 \text{ mm}^2 = 252000 \text{ N}$$

$$F = F_1 \times 4 = 252000 \text{ N} \times 4 = 1008000 \text{ N}$$

4.1.2 Preračun enega zvara med prečnim in pokončnim stebrom - A



□ Slika 5. Zvar pokončnega stebra s prečnikom

4.1.2.1 Površina zvara po bočnih robovih - A_1

Podatki:

l - dolžina zvara,

a - širina zvara.

Izračun:

$$l = \sqrt{70^2 \text{ mm}^2 + 70^2 \text{ mm}^2} = 98,9 \text{ mm}$$

$$A_1 = a \times l \times 2 = 7 \text{ mm} \times 98,9 \text{ mm} \times 2 = 1385,93 \text{ mm}^2$$

4.1.2.2 Površina zvara na spodnjem robu - A_2

Podatki:

l - dolžina zvara,

a - širina zvara.

Izračun:

$$A_2 = a \times l = 7 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} = 210 \text{ mm}^2$$

4.1.2.3 Površina zvara na zgornjem robu - A_3

Podatki:

l - dolžina zvara,

a - širina zvara,

b - dolžina diagonale zvara.

Izračun:

$$a = \frac{b}{2} = \frac{9,9 \text{ mm}}{2} = 4,95 \text{ mm}$$

$$b = \sqrt{7^2 \text{ mm}^2 + 7^2 \text{ mm}^2} = 9,9 \text{ mm}$$

4.1.2.4 Celotna površina zvara - A

Izračun:

$$A = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A = 1385,93 \text{ mm}^2 + 210 \text{ mm}^2 + 148,49 \text{ mm}^2$$

$$A = 1744,42 \text{ mm}^2$$

4.1.2.5 Nosilnost celotnega zvara

Podatki:

d - zvarni količnik,

$d = 0,7$ (statični nateg),

F - sila, ki jo zvar prenese.

Izračun:

$$\sigma_{dop-zv} = d \times \sigma_{dop} = 0,7 \times 120 \text{ N/mm}^2 = 84 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{dop-zv} = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \sigma_{dop-zv} \times A = 84 \text{ N/mm}^2 \times 1744,42 \text{ mm}^2 = 146531,28 \text{ N}$$

4.1.3 Celotna nosilnost zvarov na vseh stebrih (F_{zv})

Izračun:

$$F_{zv} = 4 \times F = 4 \times 146531,28 \text{ N} = 586125,12 \text{ N}$$

4.1.4 Nosilnost raznokrakov - ojačitev - F_{oj}

Vključili smo možnost pomanjkljivega varjenja in smo kotne spoje dodatno ojačali z raznokraki 150 x 100 x 12.

4.1.4.1 Nosilnost enega raznokraka - F_1

Podatki:

Material: EN:S235JRG2,

$s = 120 \text{ N/mm}^2$,

A_1 - presek raznokraka .

Izračun:

$$A_1 = 30 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} = 360 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{F_1}{A_1} \Rightarrow F_1 = \sigma_{\text{dop}} \times A_1 = 120 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 360 \text{ mm}^2 = 43200 \text{ N}$$

4.1.4.2 Celotna nosilnost ojačitev - F_{oj}

Izračun:

$$F_{oj} = 4 \times F_1 = 4 \times 43200 \text{ N} = 172800 \text{ N}$$

4.1.5 Celotna nosilnost vogalnih spojev - F_{sp}

Podatki:

F_{zv} - celotna nosilnost zvarov,

F_{oj} - celotna nosilnost ojačitev.

Izračun:

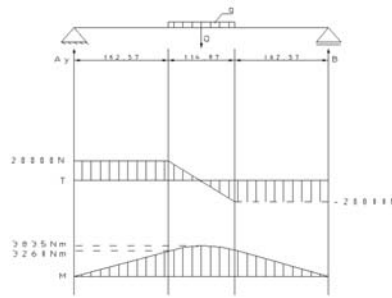
$$F_{sp} = F_{zv} + F_{oj} = 586125,12 \text{ N} + 172800 \text{ N} = 758925,12 \text{ N}$$

4.2 Preračun vzdolžnih nosilcev delovnega valja (°plunžerja)

4.2.1 Izračun maksimalnega momenta za vzdolžne nosilce

Vzdolžni nosilci so obremenjeni z zvezno obremenitvijo (q) na dolžini prirobnice delovnega valja.

Vzdolžna nosilca sta upogibno obremenjena, zato določimo notranje sile nosilcev, to sta največja prečna sila $-T$ (strig) in maksimalni moment $-M$. Vsak nosilec mora zdržati 40000 N.



□ Slika 6. Maksimalni moment vzdolžnega nosilca

Podatki:

Q - nosilnost enega vzdolžnega nosilca mora biti 40000 N ,

l - dolžina prirobnice delovnega valja (°plunžerja), pritrjene na vzdolžni nosilec je 0,115 m,

q - zvezna obremenitev vzdolžnega nosilca.

Izračun:

$$q = \frac{Q}{l} = \frac{40000 \text{ N}}{0,115 \text{ m}} = 347826,09 \text{ N/m}$$

Za izračun notranjih sil potrebujemo obremenitev obeh podporašč.

$$A_y = B$$

$$-A_y \times 0,44 \text{ m} + q \times 0,115 \text{ m} \times 0,22 \text{ m} = 0$$

$$-A_y \times 0,44 \text{ m} + 347826,09 \text{ N/m} \times 0,115 \text{ m} \times 0,22 \text{ m} = 0$$

$$-A_y \times 0,44 \text{ m} + 8800 \text{ Nm} = 0$$

$$A_y = \frac{8800 \text{ Nm}}{0,44 \text{ m}} = 20000 \text{ N}$$

Nosilec prerežemo na mestih delovanja sil.

1. polje z leve:



□ Slika 7. Prvo polje z leve

Izračun:

$$N = 0$$

$$A_y - T = 0$$

$$A_y = T$$

$$T = 20000 \text{ N}$$

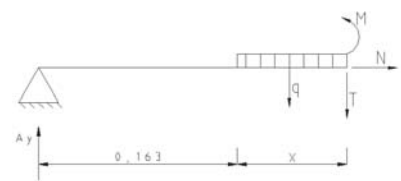
$$A_y \cdot x + M = 0$$

$$M = A_y \cdot x \quad (x = 0)$$

$$M = 0 \quad (x = 0,163 \text{ m})$$

$$M = 20000 \text{ N} \cdot 0,163 \text{ m} = 3260 \text{ Nm}$$

2. polje z leve:



□ Slika 8. Drugo polje z leve

Izračun:

$$N = 0$$

$$-A_y + q \cdot x + T = 0$$

$$T = A_y - q \cdot x \quad x = 0$$

$$T = A_y = 20000 \text{ N} \quad x = 0,115 \text{ m}$$

$$T = -20000 \text{ N}$$

$$T = 20000 \text{ N} - 347826,09 \text{ N/m} \cdot 0,0575 \text{ m} \quad \frac{x}{2} = 0,0575 \text{ m}$$

$$T = 0$$

$$-A_y(0,163 + x) + q \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2}\right) + M = 0$$

$$M = A_y(0,163 + x) - \frac{q \cdot x^2}{2}$$

$$x = 0$$

$$M = 20000 \text{ N} \times 0,163 \text{ m} = 3260 \text{ Nm}$$

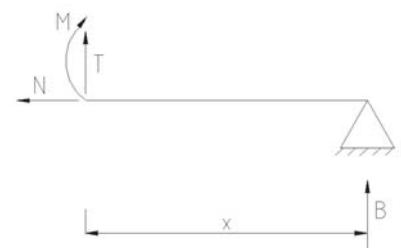
$$x = 0,115 \text{ m}$$

$$M = 20000 \text{ N}(0,163 \text{ m} + 0,115 \text{ m}) - 347826,09 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times \frac{0,115^2}{2} = 3260 \text{ Nm}$$

$$\frac{x}{2} = 0,0575 \text{ m}$$

$$M = 20000 \text{ N}(0,163 \text{ m} + 0,0575 \text{ m}) - 347826,09 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times \frac{0,0575^2}{2} = 3835 \text{ Nm}$$

1. polje z desne:



□ Slika 9. Prvo polje z desne

Izračun:

$$N = 0$$

$$T + B = 0$$

$$T = -B = -20000\text{ N}$$

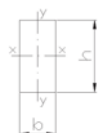
$$-B \times x + M$$

$$M = B \times x$$

$$x = 0: M = 0$$

$$x = 0,163\text{ m}; M = 20000\text{ N} \times 0,163\text{ m} = 3260\text{ Nm}$$

4.2.2 Določitev prereza vzdolžnega nosilca iz odpor- nostnega momenta W_x



□ Slika 10. Prerez vzdolžnega nosilca

Podatki:

Material - EN:S235JRG,

$$\sigma_{dop} = 120\text{ N/mm}^2,$$

$$M_{max} = 3835\text{ Nm} = 383.5000\text{ Nmm},$$

W_x - odpornostni moment,

b - širina vzdolžnih nosilcev,

$$b = 35\text{ mm}.$$

Izračun:

$$\sigma_{dop} = \frac{M}{W_x} \Rightarrow W_x = \frac{M}{\sigma_{dop}} = \frac{3835000\text{ Nmm}^3}{120\text{ N}} = 31985,33\text{ mm}^3$$

$$W_x = \frac{b \times h^2}{6} \Rightarrow h = \sqrt{\frac{W_x \times 6}{b}} = \sqrt{\frac{31985,33\text{ mm}^3 \times 6}{35\text{ mm}}} = 74,02\text{ mm}$$

Izbran profil 35 . 80 mm².

5. Diagram hidravlične stiskalnice

Za pravilno določitev tlaka stiskanja mora biti stiskalnica opremljena z diagramom stiskanja, ki je specifičen za vsako stiskalnico.

Za določitev diagrama potrebujemo te parametre in analitične postopke.

5.1 Izračun sile, ki je potrebna za dvigovanje spodnje plošče

- F_{dp} :

m_{pl} - masa spodnje plošče (nosilna + grelna plošča + prirobnica),

m_p - masa delovnega valja (°plunžerja),

m - skupna masa ($m_{pl} + m_p$).

V_p - volumen delovnega valja,

r_j - gostota valjanega jekla = 7.850 kg/m³

d_p - premer delovnega valja = 70 mm

l_p - dolžina delovnega valja = 350 mm

$$F_{dp} = 505,9\text{ N}$$

5.2 Izračun skupne sile stiskanja - F_s :

F - sila stiskanja,

F_{dp} - sila dvigovanja plošče,

F_{tr1} - sila trenja v vodilih plošče,

F_{tr2} - sila trenja v vodilih in tesnilih delovnega valja.

$$F_s = F + F_{dp} + F_{tr1} + F_{tr2} = F + F_{dp} = F + 505,9\text{ N}$$

F_{tr1}, F_{tr2} - majhno trenje, ki ga zane-marimo, ker ga ne poznamo.

5.3 Izračun tlaka olja:

p_s - specifični pritisk,

F_s - skupna sila stiskanja,

S_s - površina stiskanja,

p - tlak olja,

S_b - površina bata.

S to formulo določimo pritisk olja za določene specifične pritiske in površine stiskanja in narišemo diagram.

6. Rezultat zastavljene naloge

Končni rezultat naloge je izdelana stiskalnica z naslednjimi tehničnimi karakteristikami in z možnostjo nadgraditve stiskalnice z električno črpalko ter računalniškim nadzorom tlaka in temperature:

m - masa stiskalnice = 350 kg,

S_s - maksimalna površina stiskanja = 1.500 cm²,

p_s - maksimalni specifični tlak = 6 barov,

F - maksimalna sila stiskanja = 57.726,77 N,

F_{max} - maksimalna obremenitev ogrođa stiskalnice = 80.000 N,

T_{max} - maksimalna temperatura gretja plošč = 120°C,

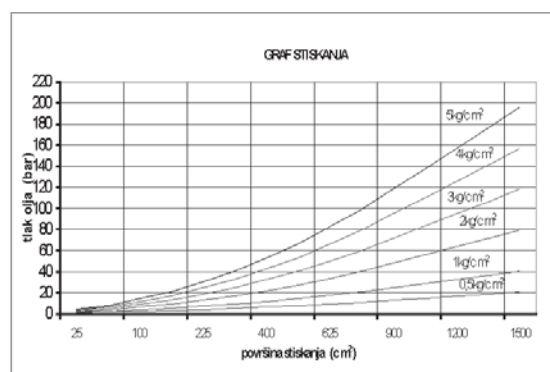
P_i - moč grelcev v eni plošči = 500 W,

P - moč grelcev v obeh ploščah = 1000 W,

I - jakost toka = 4,5 A,

Število delovnih valjev (°plunžerjev) = 1.

Pobuda za razvoj laboratorijske stiskalnice se je porodila na Srednji lesarski šoli v Škofji Loki v okviru zelo uspešnega raziskovalnega dela.



□ Slika 11. Diagram hidravlične stiskalnice



□ Slika 12. Hidravlična stiskalnica

Pod mojim mentorstvom sta stiskalnico konstruirala in sodelovala pri izdelavi in testiranju dijaka Bojan Plevnik in Jernej Zadel. Ob tej priložnosti se obema zahvaljujem.

Literatura

1. **Bojan Kraut** - Strojniški priročnik (Tehniška založba Slovenije, 1994)
2. **Brechmann, Dzeia, Hornemann, Hubscher, Jagla, Klaue** - Elektrotehniški priročnik (Viharnik d.o.o., Ljubljana, 1994)
3. **Hans Breuer, Rosemarie Breuer** - Atlas klasične in moderne fizike (Državna založba Slovenije, 1993)
4. **Merkur Kranj** - Katalog izdelkov črne in barvaste metalurgije (Merkur d.d., Kranj, 1999)
5. **Mirko Geršak** - Pnevmatične in hidravlične naprave (Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije, Ljubljana, 1989)
6. **Beovič - Fluidaktik** (Kladivar Žiri - Tovarna elementov za fluidno tehniko, Žiri, 1990)
7. **Festo pneumatic**, automation with pneumatics (Festo KG, Esslingen, Germany)
8. **Mario Jež, Ladislav Kosce, Karel Kuzman, Evgen Marek, Hinko Muren, Viktor Prosenc, Jože Puhar, Daro Žvab, Janez Žvokelj** - Strojno tehnološki priročnik (Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1990)

Nagrade GZS - Združenja lesarstva



- **Zlato vez je letos žirija prisodila podjetju Alples. Kompatibilni program avtorice Dane Polanec za opremo dnevnih sob Diva.**

Odlikuje jih:

- izjemna sestavljivost elementov,
- lakirane fronte,
- prilagodljivost sodobni elektroniki in
- nelomljivost stekla v vitrinah.



- **Bronasto diplomu si je tokrat prislužilo podjetje Meblo Jogi iz Nove Gorice za Jogi posteljo Eos, ki jo je zasnoval oblikovalec Miha Klinar**



- **Srebrno diplomu GZS-Združenja lesarstva je prejelo podjetje Trgodom No.1 iz Kranja za krogljično ležišče oblikovalke Olge Wagner.**



- **Priznanje revije LES si je zaslužila Srednja lesarska šola Nova Gorica – za svojo izvirnost, veliko raznolikost izdelkov, ki vključujejo nove materiale in tehnologijo, ter zanimivo predstavitev povezovanja tradicije s sedanostjo.**

Šele kasneje smo izvedeli, da je razstavo zasnoval dijak Nejc Kodermac, zato čestitke še enkrat!