

Úvod

Hydraulické lisy patria medzi základné, nevyhnutné stroje používané v priemysle. Prvou myšlienkou na vykonanie tejto práce bola práve nutná potreba takéhoto stroja. Ten som potreboval najmä na montáž, demontáž ložísk, klzných puzdier ako aj na ohýbanie profilov. Vyrábajú sa v rôznych silových, rozmerových, konštrukčných variantoch podľa použitia. Od ich základných parametrov sa odvíja aj cena, tá je často vysoká. Túto prácu som si zvolil kvôli zníženiu nákupnej resp. výrobnéj ceny a zachovaniu čo najlepšej kvality. Chcel som využiť materiál ktorý som už mal, použiť odpad ktorý som našiel na bazárových stránkach. Ďalším argumentom bola možnosť prispôsobenia stroja môjmu použitiu. Pri návrhu a výrobe som mohol využiť moje odborné zdatnosti.

Teória lisovania, lisov

Lisovanie je technológia používaná na tvarovanie obrobkov, montáž a demontáž strojových súčiastok, ako sú ložiská, klzné puzdra, pri ktorých sa používa uloženie s presahom. To predstavuje spôsob spojenia dvoch súčiastok, pri ktorom je vonkajší rozmer jednej súčiastky väčší ako vnútorný rozmer druhej súčiastky. Pri montáži dochádza k vzniku kontaktného tlaku medzi styčnými plochami, ktorý zabezpečuje pevné a stabilné uloženie súčiastok. Správna montáž je veľmi dôležitá pre ich správnu funkciu a životnosť. Na vykonanie úkonu lisovania sa používajú lisy. Tie musia spĺňať viacero technických a prevádzkových požiadaviek, aby bola zabezpečená ich správna funkcia, bezpečnosť a dlhodobá spoľahlivosť. Jednou zo základných požiadaviek je schopnosť plynulo vyvíjať požadovanú lisovaciu silu a udržiavať ju počas celého pracovného zdvihu. Ďalšou dôležitou požiadavkou je dostatočná tuhosť a pevnosť konštrukcie lisu. Rám lisu musí byť navrhnutý tak, aby bezpečne prenášal vznikajúce zaťaženie. Lis by mal umožňovať jednoduché a presné ovládanie. Obsluha musí mať možnosť plynule regulovať pohyb barana, piestu a vyvíjanú silu, čo prispieva k vyššej kvalite práce a znižuje riziko poškodenia lisovaných, tvarovaných súčiastok. [Zoznam použitej literatúry](#) (1, 2)

Druhy lisov

a) Mechanické lisy

Patria medzi najrozšírenejšie tvarovacie stroje. Charakteristickou vlastnosťou týchto lisov je skutočnosť, že maximálnu lisovaciu silu dosahujú v blízkosti dolnej úvrate pracovného zdvihu. Z tohto dôvodu je potrebné dodržiavať menovitú silu lisu, aby nedošlo k poškodeniu stroja. Pohon mechanických lisov je najčastejšie riešený pomocou kľukového mechanizmu,

pričom ostatné konštrukčné varianty vychádzajú z tohto základného princípu alebo sú jeho kombináciou. [Zoznam použitej literatúry](#) (2)

b) Pneumatické lisy

Sú poháňané stlačeným plynom, vzduchom ktorý im dodáva kompresor. Vzduch využívajú ako zdroj energie. Ten sa premieňa na energiu mechanickú vďaka pneumatickému piestu, pôsobí na obrobok pri operáciách tvarovania, lisovania súčiastok. Vyznačujú sa vysokou mierou bezpečnosti, tichým chodom a jednoduchou obsluhou. Sú vhodné najmä do veľkovýroby, používajú sa aj v prostrediach vyžadujúcich čistotu. [Zoznam použitej literatúry](#) (4)

c) Kľukové lisy

Využíva kľukový mechanizmus, premieňa rotačný pohyb kľuky na priamočiary pohyb barana. Ten následne pôsobí silou na obrobok. Umožňuje rýchle opakované lisovanie využívané pri výrobe. Jeho hlavné časti sú rám, kľukový hriadeľ, zotrvačník, ojnica, baran a pohon. Ten je väčšinou zabezpečený elektromotorom. [Zoznam použitej literatúry](#) (2)

d) Vretenový lis

Pohyb vretena sa uskutočňuje pomocou dvojice oproti sebe sa otáčajúcich kolies, ktoré sú v kontakte so skrutkovicou vretena. Vreteno sa následne môže pohybovať nadol alebo nahor v závislosti od práve zaberajúceho kolesa. Lisovanie, tvárnenie materiálu sa realizuje pomocou nahromadenej kinetickej energie v zotrvačníku. Jeho hlavné časti sú: rám, baran, vreteno, zotrvačník, motor, remeňový prevod, brzda, predlohový hriadeľ, presúvací hriadeľ, ľavé, pravé koleso. [Zoznam použitej literatúry](#) (2)

e) Výstredníkové lisy

Používajú k prenosu sily výstredníkový mechanizmus. Pracujú na rovnakom princípe ako lisy kľukové. Zdvih barana je nastaviteľný a dá sa meniť natočením výstredníkového puzdra. Vďaka jeho zmene je možné nastaviť priebeh sily a rýchlosť pohybu. Výstredníkový hriadeľ môže byť uložený priečne ako aj pozdĺžne. [Zoznam použitej literatúry](#) (2)

f) Hydraulické lisy

Ich princíp funkčnosti je založený na rovnomernom šírení kvapaliny vo všetkých smeroch, využívajú Pascalov zákon. Skladajú sa z hydraulického čerpadla alebo piestu s menším priemerom a veľkého piestu s väčším priemerom. Čerpadlo tlačí do systému hydraulickú kvapalinu o určitom tlaku, tá následne pôsobí na piest väčšieho hydraulického valca. Ten vyvíja veľkú mechanickú silu ktorá pôsobí na obrobok, súčiastky. Veľká výstupná mechanická sila sa dá dosiahnuť s relatívne malou vstupnou silou.

Počas celého zdvihu dokážu pôsobiť rovnakou veľkosťou sily. Majú široké uplatnenie vo výrobe, montážnych dielňach. Dokážu fungovať v manuálnom, poloautomatickom alebo automatickom režime. Môžeme ich rozdeliť na oddelené (hydraulický valec a čerpadlo sú oddelené komponenty) a združené (hydraulický valec a čerpadlo, pumpa tvoria jeden komponent). Lacnejšie hydraulické lisy používané v malých servisoch, domácich dielňach používajú z ekonomických dôvodov združený systém. [Zoznam použitej literatúry](#) (5)

Ciele práce

Mojím hlavným cieľom tejto práce bolo navrhnuť a zhotoviť plne funkčný, spoľahlivý, bezpečný a mojím požiadavkám prispôsobený hydraulický lis za čo najmenšiu cenu. Tú som chcel dosiahnuť použitím odpadových profilov, profilov ktoré mi v domácnosti ostali z iných konštrukcií, použitím normalizovaných rozmerov. Ďalším cieľom bolo maximalizovať životnosť a minimalizovať údržbu. K dosiahnutiu týchto cieľov som musel riešiť aj čiastkové ciele ako zvolenie základných parametrov, počiatočný návrh a dimenzovanie, modelovanie v počítačovom grafickom programe, úprava návrhu v rámci mne dostupných výrobných možností, výroba.

Materiál a metodika

Objektom spracovania tejto práce je 10-tonový hydraulický lis s hlavným zameraním na montáž, demontáž klzných puzdier a ložísk v spaľovacích motoroch, podvozkov automobilov, motocyklov a s vedľajším zameraním na ohýbanie tenkostenných profilov. Jeho univerzálnosť zabezpečuje pracovný stôl s 3 polohami výšky. Konštrukcia z ocele S235 a S335 poskytuje dostatočnú pevnosť, tuhosť. Konštrukčné vyhotovenie umožňuje použitie ľubovoľného stĺpového zdviháku, jednoduchú údržbu.

Konštrukčný návrh

Voľba základných parametrov

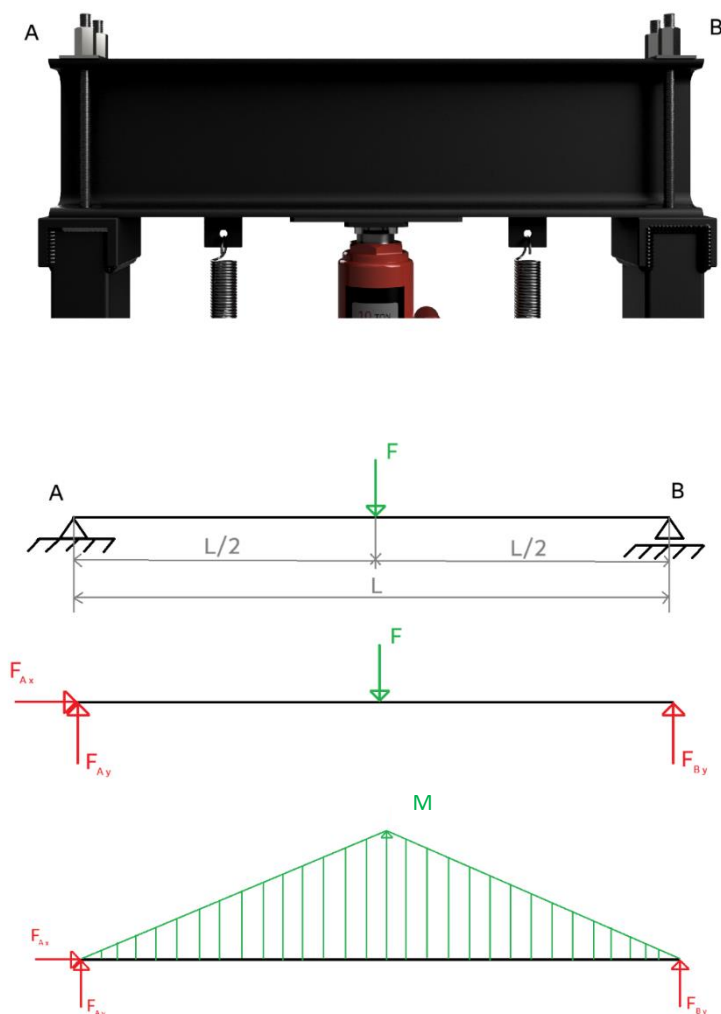
Prvým krokom bolo zvolenie základných parametrov, požiadaviek podľa môjho použitia. Hľadal som kompromis medzi požiadavkami a mne dostupným výrobným možnostiam. Po zvážení všetkých okolností som dospel k následným výsledkom a to maximálny hydraulický tlak 98kN (10T), výškovo nastaviteľný pracovný stôl po 150mm, 3 polohy, šírka pracovného stola 540mm, možnosť odčítania pôsobiaceho tlaku, sily.

Z ekonomických dôvodov som sa rozhodol použiť namiesto prevedenia oddeleného hydraulického piestu a hydraulickej pumpy stĺpový hydraulický zdvihák. Ako posledný krok som zistil mne dostupné rozmery profilov a ich materiál.

Výber materiálu, dimenzovanie

Po zistení mne dostupných možností kúpy normalizovaného materiálu, rozmerov profilov ako aj odpadového materiálu som si vybral profily z konštrukčnej ocele S235 a S335. Tento výber bol opodstatnený už vlastnými profilmi cenou ako aj dostupnosťou v malých množstvách. Následne po určení základných parametrov a prevedenia som mohol začať s dimenzovaním. Pri výpočtoch som musel brať do úvahy opakované namáhanie, dbať na dostatočnú rezervu pevnosti materiálu. Potom som predbežne dimenzoval aj očakávané spoje skrutkové a aj zvarané.

Ako prvé som dimenzoval nosník namáhaný na ohyb. Nachádza sa v hornej časti konštrukcie, upevnený skrutkovými spojmami na oboch stranách. Sila naň pôsobí v strede.



Obr. 1 Priebeh síl a ohybových momentov nosníka (Autor: Martin Kožuško, 16.1.2026)

Pri kreslení priebehu síl a ohybových momentov som použil pevné lôžko a posuvné lôžko kvôli dosiahnutiu staticky učeného nosníku aj keď v realite je staticky predimenzovaný. Pri kreslení priebehu ohybového momentu som silu F otočil, nakoľko to na výsledok výpočtu nemalo vplyv a lepšie sa tak znázorňuje reálne namáhanie. Keďže som už vopred mal určený nosník IPE 160 z praktických dôvodov, počítal som či vydrží namáhanie, robil kontrolu. Postupoval som nasledovne:

$$\text{Zadané: } F = 98,1\text{kN} = 98\,100\text{N}$$

$$L = 600\text{mm}$$

$$\sigma_{Dov,o} = 150\text{MPa}$$

$$\text{IPE 160}$$

Výpočet: kontrola

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Dov,o}$$

$$W_o \approx 109\text{cm}^3 \approx 1,09 \times 10^5\text{mm}^3$$

$$M_o = \frac{F \times L}{4} = \frac{98\,100\text{N} \times 600\text{mm}}{4} = 14,7 \times 10^6\text{Nmm}$$

$$\sigma_{Dov,o} \geq \frac{14,7 \times 10^6\text{Nmm}}{1,09 \times 10^5\text{mm}^3} \cong 135\text{MPa} \leq 150\text{MPa}$$

Podobne som postupoval pri všetkých výpočtoch. Pri skrutkových spojoch v tomto prípade som použil rozmer M12 a triedu pevnosti 12.9 a vysoké matice podľa normy DIN 6334 ktoré majú výšku 3 x priemer, teda 36mm. Tento výber matíc bol opodstatnený potrebným počtom závitov. Matice normy DIN 934 teda výška 1 x priemer nemali dostatočný počet závitov. Pri výpočte som musel brať do úvahy aj namáhanie pri dotiahnutí matíc, nie len namáhanie ťahom vplyvom hydraulického zdvíhaku. Matice sa pri skladaní nesmú dotiahnuť na veľký moment, hrozilo by zlyhanie. Aj keď moment dotiahnutia sa stane kritickým až pri veľkých hodnotách stále som ho bral do úvahy a zhodol sa na momente dotiahnutia 30Nm. Tento moment spolu s namáhaním v konštrukcii stále poskytuje dostatočnú pevnostnú rezervu a je dostatočný pri upevnení nosníka bez zaťaženia.

Návrh konštrukcie

Pri navrhovaní konštrukcie som postupoval predbežným náčrtom vyhotovenia. Následne som použil počítačový grafický program Fusion 360 na vyhotovenie konečného návrhu. Pri navrhovaní som musel niekoľkokrát zmeniť podobu predbežného náčrtu z dôvodu obmedzených výrobných možností, ako aj podobu modelu. Taktiež som musel znova dimenzovať niektoré spoje. Ako výsledok som dostal za mňa najlepšie, výrobné najjednoduchšie ale stále dostatočné pevné a kvalitné prevedenie.

Zároveň som overil správny pohyb pohyblivých častí, kontroloval dostatok priestoru na ich pohyb. Následne som navrhol približný výrobný postup, vyhotovil výrobné výkresy.



Obr. 2 Model v programe Fusion 360 (Autor: Martin Kožuško, 2.9.2025)

Výroba

Kúpa materiálu, delenie materiálu, vŕtanie

Pri kúpe materiálu som narazil na niekoľko problémov. Niektoré normalizované profily ktoré som potreboval boli ťažko dostupné v mne požadovanom malom množstve. Tento problém som riešil hľadaním profilov na bazárových stránkach, strojárskych firmách, škole. Po obstaraní všetkých potrebných profilov som začal materiál deliť, dbal som na čo najefektívnejšie využitie materiálu a presnosť. Na delenie materiálu som použili uhlovú brúsku, na zrazenie hrán pilník. Následne som vŕtal potrebné diery podľa návrhu pomocou stojanovej vŕtačky. Nevŕtal som diery ktoré by mohli príliš oslabiť profily pri zváraní aby som predišiel ich deformácii vplyvom tepla.

Zváranie

V tomto kroku som zváral všetky potrebné časti kde sa nedali použiť skrutkové spoje. Zváral som mne dostupnými technológiami a to obalenou elektródou. Použil som elektródy E6013 s priemerom 2,5mm. Táto voľba bola opodstatnená dostatočnou pevnosťou, cenou ale najmä ich dobrou zvárateľnosťou konštrukčných ocelí. Pri zváraní som na zvaračke nastavil elektrický prúd na hodnotu 95A, táto hodnota bola odporúčaná výrobcom elektród,

časom som ale túto hodnotu zdvihol na 105A. Taktiež som sa snažil čo najviac rozložiť teplo aby som predišiel deformácií a zachoval čo najpresnejšie rozmery, ako aj pri každom zvare zhotovil prípravu na zvar. Pozornosť som venoval taktiež dosiahnutiu dostatočnej výšky zvaru. Vyhotoval som tupý a kútový zvar.



Obr. 9 Ukážka zvaru (Autor: Martin Kožuško, 26.10.2025)

Obrábanie funkčných plôch

Tento krok výroby som realizoval v odbornej učebni našej školy. Dbal som na presnosť rozmerov, pravouhlosť plôch, drsnosť povrchu. Ako prvé som začal frézovaním plôch nosníka, obdĺžnikových profilov, U profilov. Pri frézovaní som musel dbať na správne upnutie obrobku na pracovnom stole. To bolo komplikované kvôli veľkým rozmerom, stretol som sa s nadmernými vibráciami. Tento problém som riešil upnutím obrobku na viacerých miestach a menšou hĺbkou triesky. Pri hrubovaní som použil hĺbku triesky len 0.3mm a pri obrábaní načisto 0.1mm.

Následne som prešiel na sústruženie lisovacieho čapu a aretačných kolíkov pracovného stola. Musel som zhotoviť striediacu jamku a podprieť obrobok koníkom kvôli veľkej dĺžke. Potreboval som dosiahnuť priemer 24mm na dĺžke 340mm. Pri lisovacom čape priemer 30mm na dĺžke 140mm. Pri hrubovaní som použil hĺbku triesky 0.3mm na priemer a 0.1,

pri dokončovaní nakoľko som sústružil priemer v oboch prípadoch len o 1mm. Rezné podmienky som určoval podľa skupiny obrábiteľnosti 12b.



Obr. 10 Sústruženie aretačných kolíkov (Autor: Martin Kožuško, 11.12.2025)

Skúška funkčnosti

Po vyhotovení všetkých častí som potreboval overiť správnu funkčnosť lisu. Hlavný rám lisu som zostavoval na rovnej ploche aby som dosiahol čo najpresnejšie rozmery. Kontroloval som pohyb zdviháku, lisovacieho čapu, bezpečné upevnenie zdviháku, aretáciu stola a následne som realizoval skúšku s maximálnou lisovacou silou.

Lakovanie

Kladným výsledkom skúšky funkčnosti som mohol pokračovať lakovaním. Použil som metódu lakovania nanášaním farby štetcom kvôli veľkým rozmerom profilov a nižšej cene.

Výsledky práce

Výsledkom mojej práce je vyrobený 10T hydraulický lis. Toto výsledné zariadenie pozostáva z oceľového rámu, pracovného stolu, hydraulického zdviháku, je vyrobené podľa môjho návrhu. Úspešne riešenie sa preukázalo pri vykonanej skúške po zostavení. Pri prevádzke zariadenie preukázalo správne dimenzovanie, dostatočnú tuhosť konštrukcie. Splňa moje požiadavky univerzálnosti použitého hydraulického zdviháku vďaka konštrukčnému riešeniu možnej výmeny držiakov piestu. Ovládanie je jednoduché, bezpečné vďaka umiestneniu ovládacích prvkov na lise. Umožňuje spoľahlivé odčítanie aktuálneho vyvíjaného tlaku vďaka viditeľne umiestnenému nanometru. Nastavenie výšky pracovného stola je jednoduché, časovo nenáročné a spoľahlivé. Pri prevádzke som zistil že lisovacia sila postačuje aj na profily s hrubšou stenou.



Obr. 11 Hotový výrobok (Autor: Martin Kožuško, 13.1.2026)

Záver práce

Cieľom tejto práce bolo navrhnuť a vyrobiť funkčný hydraulický lis využívajúci hydraulický zdvihák ako zdroj sily za čo najmenšiu cenu (konečná cena 60.96€). Vďaka použitiu hydraulického zdviháku oproti oddelenému samostatnému hydraulickému piestu a hydraulickému čerpadlu, pumpe je hlavným prínosom tejto práce realizácia tohto zariadenia z bežne dostupných komponentov, profilov. Takéto riešenie predstavuje cenovo výhodnejšiu alternatívu oproti kúpe hotového výrobku a zachováva požadované kladné vlastnosti. Konštrukčne je toto riešenie menej náročné z výrobného hľadiska. Odpadáva nutnosť presného upevnenia hydraulického valca vo vrchnej časti konštrukcie. V prípade môjho prevedenia sa piest hydraulického zdviháku opiera o vrch konštrukcie, nosníka a nie je potrebné riešiť jeho upevnenie napríklad použitím dvoch kusov nosníkov, ako pri oddelenom prevedení. Ďalším prínosom je jeho univerzálnosť. V prípade oddeleného systému je pri poruche, výmene hydraulického valca potrebné dodržať vlastnosti a jeho presné rozmery. Ak nie je dostupný musí sa konštrukcia prerobiť. V prípade môjho lisu je pri poruche veľmi jednoduché vymeniť hydraulický zdvihák za iný. Konštrukcia dovoľuje rozdiely rozmerov, musí sa ale dodržať maximálna sila. K univerzálnosti prispieva taktiež nastaviteľná výška pracovného stola. Umožňuje 3 nastavenia výšky po 150mm, rozširuje tak použitie môjho lisu. Toto riešenie je vhodné najmä pre domáce použitie, malé servisy. Do budúcnosti by som vedel tento lis zdokonaľovať prípravkami na ohýbanie profilov. Upevnili by sa na pracovný stôl a tvorili by uloženie pre ohýbaný kus. Líšili by sa tvarom, miestom upevnenia podľa požadovaného ohybu. Tieto prípravky by zlepšili efektivitu práce a bezpečnosť lisu. Taktiež môžem doplniť ďalšie možnosti nastavenia výšky vďaka môjmu konštrukčnému riešeniu.

Zoznam použitej literatúry

- [1] <https://sk.wikipedia.org/wiki/Tvárenie>
- [2] <https://www.zkl.cz/cs/produkty/obecne-informace-pro-konstruktery/10-montaz-a-demontaz-lozisek>
- [3] <https://techstroj.g6.cz/S/S19.pdf>
- [4] <https://pneumaticmfg.com/blog/pneumatic-press-101/>
- [5] https://cs.wikipedia.org/wiki/Hydraulick%C3%BD_lis
- [6] Umelá inteligencia <https://chat.openai.com/>