

MULTIFUNKČNÉ HYDRAULICKÉ ZARIADENIE NA ŠTIEPANIE DREVA A LISOVANIE OVOCIA

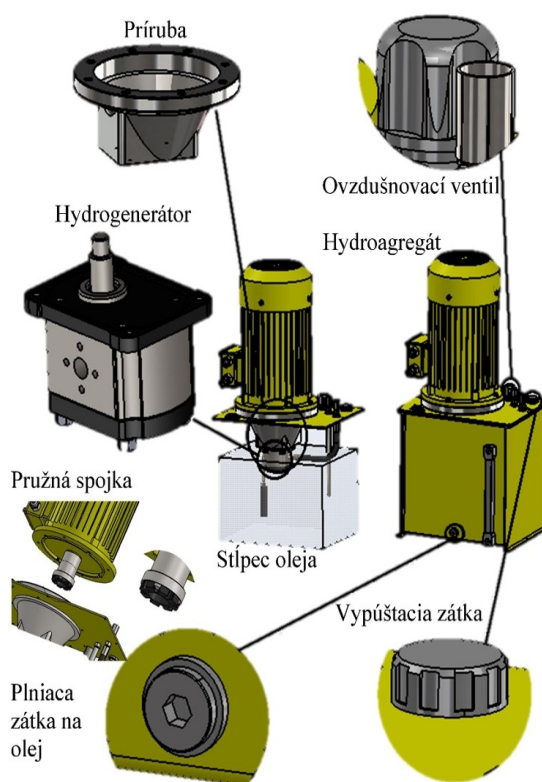
Mojim cieľom bolo vytvorenie prototypu zariadenia vo virtuálnej realite, ktorá je spojená s analýzami, kontrolami a pod., a tak poukázať na moderné CAD produkty a prácu v nich. Konštrukčne som sa snažil navrhnuť daný systém čo najjednoduchšie tak, aby bolo možné zmontovať zariadenie aj v domácich podmienkach kutilom, ktorý vie zväzať a aj pracovať s hydraulikou. Jednotlivé komponenty je však potrebné dať vyrezať pomocou CNC Laseru a niektoré aj trieskovo obrobiť CNC strojom. Mojou prácou sledujem konštrukčné prepojenie dvoch rozličných zariadení, ktoré ale využívajú spoločnú zdrojovú jednotku t.j. Hydroagregát a spoločnú konštrukciu. A práve výsledkom tohto projektu je spojenie 2 zariadení do jedného multifunkčného zariadenia, v ktorom sa vzájomne prepoja spoločné konštrukčné prvky oboch zariadení. Volil som predovšetkým normalizované diely, aby samotné skonštruovanie nebolo príliš zložité a finančne nákladné. Avšak pri mojom zrode myšlienky som sa opieral už o existujúcu štiepačku na drevo, ktorú máme doma, pri ktorej som sa taktiež podieľal na návrhu.

Návrh hydraulického agregátu.

Na začiatku som si stanovil cieľ, aby moje zariadenie lisovalo resp. štiepalo pod tlakom približne 9-10 ton. K tomuto vstupnému parametru som následne volil a navrhoval samotný hydraulický agregát, pričom som musel vykonať tieto všetky pracovné operácie.

Návrh hydrogaulického valca

Pri návrhu zariadenia tohto typu som musel brať na zreteľ 2 parametre. Ako prvý vopred zvolený, cieľový pracovný tlak, ktorý bude potrebný na preštep dreva alebo vylisovanie šťavy z ovocia. V druhom prípade som bral do úvahy pracovnú výšku. A práve pracovná výška definuje maximálnu výšku drevených polien alebo maximálnu výšku lisovacej nádoby. Preto kľúčovým parametrom celého zariadenia bol návrh hydraulického valca, s vhodnou pracovnou výškou, čiže maximálnym výsuvom. Po zvážení konštrukčného prevedenia zariadenia som následne zvolil: **Hydraulický valec HM1.2 80/40x500**, z internetového obchodu www.kardanka.sk



Návrh Hydrogenerátora a Elektromotora

Ako zdroj tlakovej energie, ktorý bude pôsobiť na činnú plochu piesta hydraulického valca som zvolil Zubové čerpadlo, ktoré je v oblasti hydrauliky najpoužívanejšie, vďaka svojej pomerne jednoduchej konštrukcii v porovnaní s ostatnými typmi hydrogenerátorov.

Spojenie Hydrogenerátora a Elektromotora

Spojenie elektromotora a hydrogenerátora je zabezpečené pomocou Príruby. Podľa zvoleného elektromotora a hydrogenerátora zvyčajne zvolíme vhodnú veľkosť príruby. V mojom prípade som rozmer príruby nemusel navrhovať keďže príruba je súčasťou Hydraulického agregátu spomínaného v predošlom bode. **Príruba**, teda spája tela motora a hydrogenerátora, avšak priamo nezabezpečuje prenos krútiaceho momentu z elektromotora na hydrogenerátor. Prenos krútiaceho momentu zabezpečí **Pružná spojka** s tvarovým vztykom, ktorá má za úlohu preniesť krútiaci moment z hnacieho hriadeľa elektromotora na hnaný hriadeľ hydrogenerátora.

Návrh Olejovej nádrže

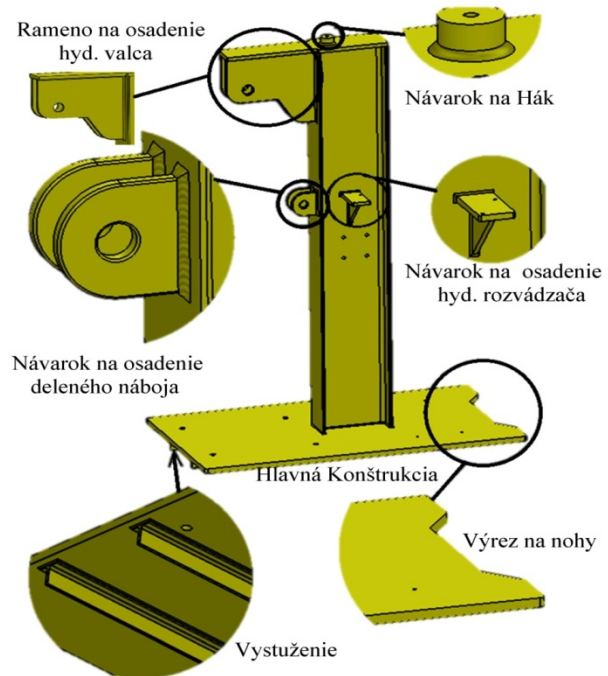
Ďalšou dôležitou súčasťou môjho hydraulického agregátu je hydraulická olejová nádrž. Aby bol zabezpečený kvalitný prenos tlakovej energie v hydraulickom obvode, musíme zabezpečiť vhodnú prevádzkovú kvapalinu, ktorá bude slúžiť ako prostredie pre šírenie tlaku. Úspešným predpokladom na prenos tlakovej energie v kvapaline, v našom prípade je to hydraulický olej, je parameter viskozita. V praxi sa používajú na chladenie oleja chladiče, avšak pre moje zariadenie pre domáce podmienky by bol chladič cenovo nerentabilný. Preto som zvolil dostatočne veľkú nádrž, aby spĺňala predpoklad prirodzeného chladenia. V odbornej literatúre sa uvádza, že veľkosť takejto nádrže by mala byť 2-4 násobok minútového prietoku hydrogenerátora. V mojom prípade som navrhol hydroagregát s prírubou a hydrogenerátorom zapusteným vo vnútornom priestore olejovej nádržky z dôvodu úspory miesta. Ako prvé som si zvolil rozmery nádržky, a to 410x320 mm. K potrebnej výške stĺpca oleja som ešte pripočítal 125mm na vzduchovú medzeru medzi olejom a vekom nádrže. Olej v nádržke môže maximálne vystúpať iba po skrutky hydrogenerátora.

Návrh Ostatných hydraulických komponentov

- **Hydraulický rozvádzač** jednopačkový dvojčinný P40 z internetového obchodu www.kardanka.sk
- **Ovzdušnovací ventil SMN 46 BA F40** z Firmy IMP Kontakt (E+G.CZ)
- **Hydraulické hadice 5/16"** z internetového obchodu www.kardanka.sk
- **Plniaca zátka oleja** z Firmy IMP Kontakt (E+G.CZ) ,
- **Vypúšťacia zátka oleja** z Firmy IMP Kontakt (E+G.CZ),

Hlavná Oceľová konštrukcia

Hlavná oceľová konštrukcia je časť zariadenia, ktorá musí odolávať a zároveň zachytávať všetky napätia. Na začiatku návrhu tohto zvaraného dielu som vypočítal tiaž, ktorú som následne previedol na tiažovú silu. Podľa predchádzajúceho výpočtu som celé zariadenie nadimenzoval na 95,5 kN, keďže v reálnych podmienkach môže nastať vyššie preťaženie hlavnej konštrukcie. Po zhodnotení dostupných materiálov na trhu, a po výpočte zaťaženia konštrukcie som pristúpil k samotnej realizácii konštrukčného návrhu hlavnej konštrukcie. Z technológie výroby všetkých komponentov hlavnej konštrukcie som určil CNC Laserové delenie oceľového plechu, keďže táto metóda je v súčasnosti veľmi presná a cenovo dostupná. Z toho vyplýva, že toto zariadenie dokáže zmontovať každý kútil, ktorý vie zvarať, keďže je možné zo zostavných výkresov odvodiť výrobné výkresy každého dielu konštrukcie, a tie následne previesť z CAD do CAM programu, a tak vygenerovať CNC kód na Laserové delenie kovu. Hlavnou výhodou zvarania v ochrannnej atmosfére je, že zvar má vyššiu akosť a lepšie vlastnosti, ako pri zvaraní elektródou. V mojom návrhu sa nachádzajú iba kútové zvary. Dôležitým parametrom kútového zvaru je výška zvaru.

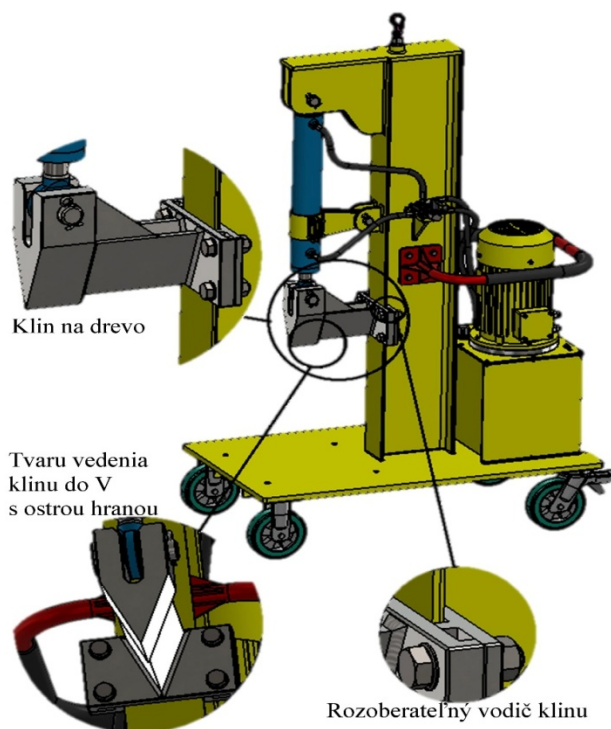


Technologický a konštrukčný postup zvolený pri návrhu a realizácii hlavnej konštrukcie:

1. Návrh základnej platne –Navrhnutá z normalizovaného plechu z hrúbky 20 mm podľa ČSN11 375. Diel obsahuje výrez na zadnom okraji platne aby osoba pri manipulácii so zariadením mala komfortnejšiu obsluhu, keďže polyuretánový úchop madla zariadenia je taktiež na zadnej strane zariadenia.
2. Vystuženie základnej platne– Slúži na vystuženie základnej platne proti priehybu pri štiepaní dreva. Drevo pri štiepaní kladie klinu na štiepanie odpor, a tento odpor nepriaznivo pôsobí na základnú platňu. Aby tento nepriaznivý vplyv nenastal, na spodnú časť základnej platne som navrhol privarenie Profilu T o dĺžke 810mm podľa ČSN 42 5580.

3. Privarenie Profilu IPE na základnú konštrukciu – Hlavným nosným prvkom celého multifunkčného zariadenia je profil IPE o dĺžke 1650 mm podľa ČSN 42 5553. Keďže zvolený profil má hrúbku v strede $t_1=6,6$ mm , podľa vzťahu na výšku zvaru som navrhol zvar výšky 4 mm.
Zvar som musel následne pevnostné kontrolovať či dokáže odolávať zvolenému tlaku 95,5 KN. Pri privarení IPE profilu na základnú platňu musím vyzdvihnúť spôsob zvárania.
4. Privarenie ramena na osadenie oka hyd. valca – Prvok je navrhnutý z plechu hrúbky 13 mm podľa ČSN 11 375, v 2 paralelných ramenách. Tvarovo a rozmerovo sú navrhnuté tak , aby zachytávali všetky napätia pri štiepaní dreva alebo lisovaní ovocia, a tieto zachytené napätie odovzdali bez deformácie IPE profilu.
5. Privarenie návarku na osadenie deleného náboja – Prvok je navrhnutý z plechu hrúbky 13 mm podľa ČSN 11 375, v 2 paralelných komponentoch.
6. Návarok na osadenie hyd. rozvádzača –Prvok je navrhnutý z plechu hrúbky 13 mm podľa ČSN 11 375, a je vystužený výstuhou z toho istého plechu.
7. Navarenie návarku na naskrutkovanie háku na zavesenie – Prvok je z tyče kruhovej s priemerom 50 mm a dĺžkou 30 mm podľa EN 10025,v ktorej je navŕtaný závit M12 do hĺbky 20 mm , ktorý slúži na zaskrutkovanie háku.

Odhadovaná hmotnosť hlavnej konštrukcie je 231,63 kg (údaj z fyzikálnych vlastností v programe Solidworks)



Hák na priemyselné zdvíhanie

Keďže Multifunkčné hydraulické zariadenie je určené aj pre menšie firmy spracúvajúce drevo alebo ovocie, rozhodujúcim parametrom zariadenia je prenášanie zariadenia resp. transport. Bežný spotrebiteľ používajúci toto zariadenie v domácnosti využije na prepravu napríklad príviesny vozík, pomocou ktorého toto zariadenie premiestňuje z miesta na miesto. V tomto prípade je vhodným spôsobom, ako toto zariadenie polohovať, využívanie závesnému háku z Firmy IMP Kontakt (E+G.CZ,) ktorý sa upne na vhodné zdvíhacie zariadenie napr. Desta. Výrobca uvádza, že závit háku je schopný preniesť až 630 kg, čo má za následok bezpečný zdvih a manipuláciu so zariadením.

Kolesá z mäkkého Polyuretánu

Polohovanie po spevnenom povrchu zabezpečia kolieska z mäkkého Polyuretánu. Kolesá sú k hlavnej konštrukcii pripevnené zváraním keďže upevnenie pomocou skrutkového spoju by nemuselo pevnostne postačovať a časom by sa mohlo opotrebovať a prípadne poškodiť resp. ohroziť bezpečnosť pri práci a manipulácii so zariadením. Je potrebné však vybrať kolieska z materiálu, ktorý má obsah uhlíka do 0,22 % C , aby bol tento materiál zvariteľný.

- **Koleso bez brzdy** - Koliesko s pevnou konzolou z Firmy IMP Kontakt (E+G.CZ)
- **Koleso s brzdou** - Koliesko s otočnou konzolou a brzdou z Firmy IMP Kontakt (E+G.CZ)

Výrobca uvádza, že kolieska sú dimenzované na zaťaženie 7000N, čo odpovedá na cca 700 kg na 1 koliesko, teda pri 4 kolieskach je možné premiestňovať zariadenia do hmotnosti až 2800 kg. Je potrebné podotknúť, že môj koncepčný návrh prototypu by nemal presiahnuť 500 až 600kg. Z toho vyplýva, že zvolené kolieska sú dostatočné predimenzované na polohovanie môjho zariadenia.

Zabezpečenie pohybu hyd. valca v radiálnom smere deleným nábojom

Oko hydraulického valca je otočne uložené v ramene na osadenie hyd. valca pomocou čapu zaisteného závlačkou. Z toho vyplýva teda, že hyd. valec je v radiálnom smere nezabezpečený proti pohybu. Avšak, aby zariadenie správne a bezchybne fungovalo, práve toto radiálne zabezpečenie proti pohybu, je nevyhnutné. Pri návrhu tohto mechanizmu som musel brať do úvahy, že tento mechanizmus musí byť demontovateľný. Preto som navrhol Delený náboj. Aj pri tomto návrhu som mal na zreteli, že i táto konštrukcia musí byť jednoduchá, vyrábaná predovšetkým z normalizovaných polotovarov , resp. z CNC vyrezaných dielov , tak aby bolo možné vyrobiť toto zariadenie v domácich podmienkach , kutilom ktorý, vie zvárať. Obýmka je tvorená z normalizovanej rúrky kruhového prierezu, ktorá je po dĺžke rozrezaná. Následne na túto rozrezanú časť sú navarené bočné plechové diely, v ktorých sú 2 diery priemeru 13mm pre

skrutku M12. Na druhú časť prezeranej rúrky sú taktiež navarené 2 bočné plechové diely s 2 dierami pre skrutku M12. Voči týmto dielom pootočené o 90° sú navarené ďalšie 2 CNC vyrezané diely ktoré majú na kovci otvor pre osadenie čapu. Prvá časť deleného náboja sa osadí do návarku na osadenie deleného náboja pomocou čapu a závlačky. Druhá časť deleného náboja sa pomocou skrutkového spoju s podložkou zaskrutkuje a vytvorí zverný spoj so silovým vztykom.

Madlo na polohovanie zariadenia

Celé zariadenie je posúvané a tlačené pomocou madla s Polyuretánovými úchopmi. Madlo je ku hlavnej konštrukcii pripevnené pomocou 4 skrutiek M12. Madlo je nenormalizované a je vyrábané pomocou ohýbania rúrky, zazvárané na štvorcovom diely, ktorý má 4 diery pre skrutky. Miesto zvaru je ešte spevnené 4 výstuhami, aby bolo madlo tuhšie a pevnejšie. Madlo je delené a rozoberateľné, tvorené z 2 častí. Medzi oboma dielmi madla je vsunutá rúrka, ktorá zabezpečí že jeden diel madla voči druhému je v tej istej pozícii, a tak nedochádza o prehýbaní jednej časti madla voči druhej. Madlo plní aj ochrannú funkciu hydroagregátu pred zadným nárazom plochého telesa.

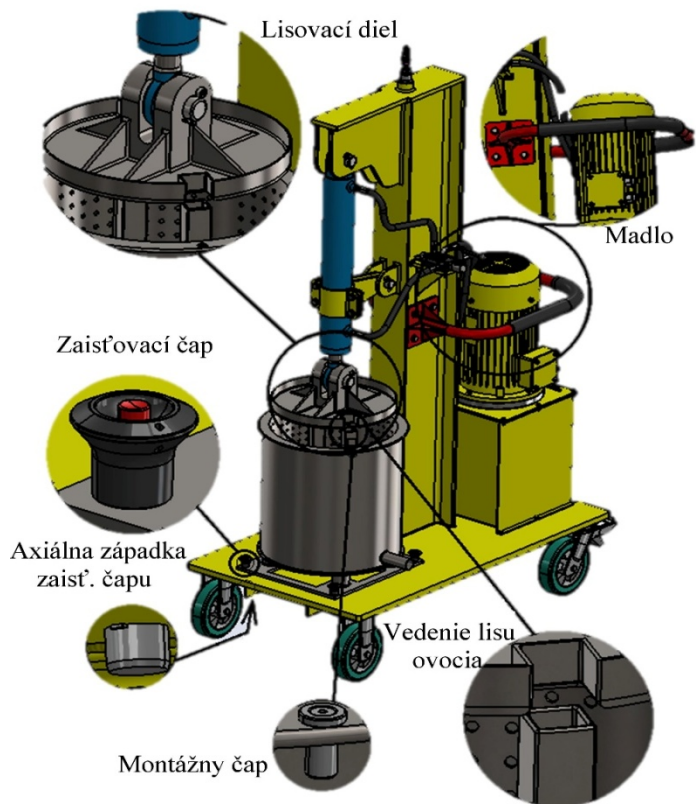
Klin na drevo

Klin na drevo je nenormalizovaná súčiastka z materiálu 11 500, vyrábaná pomocou CNC frézovania. Klin je k piestnej tyči pripevnený voľným uložením cez čap zabezpečený závlačkou. Na preštiepnutie dreva je potrebná veľká sila. Keďže hyd. valec je zabezpečený proti posuvu, je nutné, aby sme zabezpečili aj piestnu tyč proti radiálnemu posuvu. Tento neželaný posuv by spôsobil namáhanie piestnej tyče na vzper a tak by viedol ku prehnutiu piestnej tyče, a tým pádom by bolo toto zariadenie nefunkčné. Keďže klin je potrebné demontovať z dôvodu použitia lisovacieho zariadenia, bolo nutné navrhnuť rozoberateľný vodič klinu.

Vodič klinu je vyrobený z CNC vyfrézovaného dielu, v ktorom sú 2 diery pre skrutky M20. Medzi vodičom klinu a vyfrézovaným dielom skrutkový spoj vytvorí silový vztyk. Medzi vodičom a IPE profilom je vôľa 1 mm, ktorá umožňuje pohyb klinu a piestnou tyčou. Do tejto medzery sa aplikuje vhodne mazivo. Spojenie telesa klinu a vodiča klinu zabezpečia 2 obdĺžnikové diely z plechu hrúbky 15 mm, ktoré majú jednu hranu zbrúsenú v 45° skline. Obe tieto platne sú navarené voči sebe do tvaru V. Vzniknutá hrana sa ešte pomocou elektrickej brúsky prebrúsi aby, vznikla ostrá hrana.

Lisovací diel

Lisovací diel je najdôležitejšou súčasťou lisovacieho mechanizmu. Je vyrobený z plechu hrúbky 6 mm taktiež vypálený pomocou CNC Laseru ako všetky nenormalizované komponenty celého zariadenia s tým rozdielom, že všetky kovové prvky ktoré tvoria lis ovocia sú vyrábané z nerezovej oceli EN 10088a a následne zvarané pomocou nerezového drôtu metódou TIG, keďže táto oceľ prichádza ku kontaktu s potravinami, a aj s tekutinami, ktoré v bežnej oceli vedú ku Korózii. Kruh zo 6 mm plechu obsahuje 2 výrezy pootočené proti sebe o 180°, ktoré majú za úlohu vedenie lisovacieho dielu v lisovacej nádobe. Po obvode tohoto dielu je prizváraný 30mm vysoký pruh z 3 mm plechu, ktorý slúži ako zväčšenie vztykovej plochy vedenia lisovacieho dielu. V strede tohto dielu je prizváraný CNC vyfrézovaný diel, ktorý má za úlohu spojenie oka piestnej tyče s lisovacím dielom pomocou čapu zabezpečeného segerkou. Tento diel má po stranách vystuženie, aby sa tlaková sila pôsobiaca na ovocie rozložila po celej ploche.



Lisovacia nádoba vonkajšia

Telo lisovacej nádoby je tvorené z 2 mm nerezového plechu, prizváraného na základovej platni tvorenej dno nádoby z 5 mm nerezového plechu. Zo spodnej časti základovej platne sú prizvárané 4 nožičky vysoké 50 mm z normalizovanej rúrky. Následne tieto nožičky sú prizvárané na Základňu tela lisu. Základňa tela lisu je vyrobená z 10 mm plechu taktiež pomocou CNC Laseru, ktorá má po rohoch umiestnené 4 otvory pre zaistovací čap. Celá lisovacia nádoba musí byť vystredená v presnej polohe voči lisovaciemu dielu a zároveň musí byť pevne pripevnená na základnú platňu hlavnej konštrukcie. Toto zabezpečíme pomocou Zaistovacieho čapu z Firmy IMP Kontakt (E+G.CZ). Aby sa toto upevnenie dalo vykonať je potrebné na hlavnej konštrukcii navrtáť 4 diery priemeru 20 mm v presnej polohe ako na

základni tela lisu. Tak je zabezpečené presné vycentrovanie lisovacej nádoby voči lisovaciemu dielu. Avšak tento zaistovací čap má aj axiálne západky. Axiálne západky zaistovacieho čapu zabezpečia, že lisovacia nádoba je zabezpečená aj proti Vertikálnemu pohybu. Po zatlačení vrchnej časti západky sa zasunú západky, do otvoru sa vsunie čap a po uvoľnení vrchného tlačítka sa západky opätovne vysunú. Tak je zabezpečené veľmi rýchle pripevnenie 2 telies, čo by pomocou skrutkového spoja trvalo podstatne dlhšie.

Lisovacia nádoba vnútorná

Lisovacia nádoba je tvorená z dvoch nádob, a to z jednej neperforovanej vonkajšej nádoby a z druhej perforovanej vnútornej nádoby, kvôli ľahšiemu vyberaniu vylisovaného ovocia, a následnému plneniu novým ovocím. Objem tejto nádoby je 50l. Dôležitým prvkom, ktorý zabezpečí správnu funkciu lisu je taktiež, ako pri kline na drevo vodič lisovacieho dielu. Pri kline na drevo som využil možnosť vedenia po IPE profile hlavnej konštrukcie. Pri vnútornom vedení to však nebolo možné, keďže lisovací diel sa pohybuje iba vo vnútornom priestore lisovacej nádoby. Celý tento problém som vyriešil nasledovne. Do perforovanej nádoby lisu ovocia sa prizvárajú 2 nerezové trubky štvorcové s rozmerom 40x40mm a hrúbkou 4 mm podľa STN 17241, pootočené voči sebe o 180°. Následne je potrebné zabezpečiť, aby štvorcové vodiče.

To sa zabezpečí pomocou navrtania diery v hornom kruhovom prstenci vonkajšej a vnútornej perforovanej nádoby lisu, do ktorej sa vsunie jednoduchý montážni čap z Firmy IMP Kontakt (E+G.CZ).

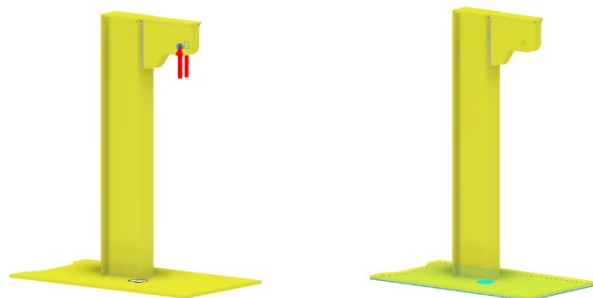
Výsledky práce a Diskusia

Pri realizácii návrhu Multifunkčného hydraulického zariadenia vznikali rôzne komplikácie, ktoré bolo nutné odstrániť. Pozoroval som rôzne javy, výsledkom čoho som prišiel na zistenia, skutočnosti a poznatky. Od prvej realizácie som upustil od veľkého množstva pôvodných konštrukcií avšak spomeniem tie najpodstatnejšie.

Pevnostné analýzy zvarov a posunutie hlavnej konštrukcie

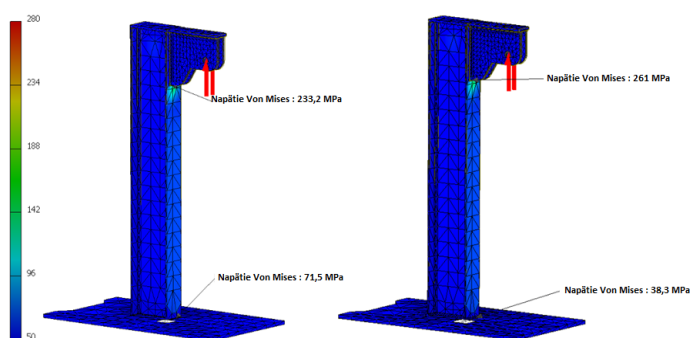
Najdôležitejšou časťou návrhu tohto projektu bola pevnostná kontrola zvarov a hlavnej konštrukcie v miestach, v ktorých sa predpokladá najväčšie prípustné zaťaženie. Kontrolovaný bol zvar v mieste, medzi základnou platňou a prednou časťou IPE profilu, následne medzi IPE profilom a ramenom na osadenie hyd. valca. Kontrolované bolo aj možné posunutie IPE profilu voči základni. Zaťaženie bolo dané, a to 95,5 KN, a smer pôsobiacej sily je zo základne smerom na hor, keďže drevo kladie odpor klinu, a tento odpor sa presúva na rameno. Do pevnostnej analýzy som zakomponoval iba hlavnú konštrukciu bez všetkých návarkov, zrazení a dier

z dôvodu zvýšenia presnosti výpočtu analýzy v potrebných miestach, čo ovplyvnilo celkovú hmotnosť hlavnej konštrukcie z 231,63 kg na 218,602 kg.



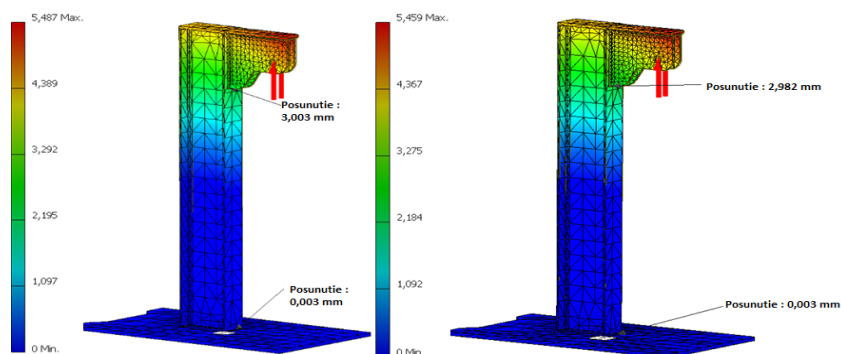
Pevnostná analýza 4 mm Kútového zvaru na spodnej hrane IPE

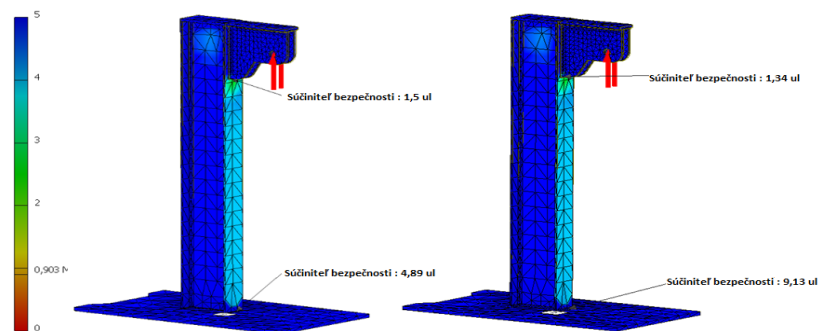
V úvode pevnostnej analýzy som stanovil materiál , následne som zaťažil teleso v ložisku na 95 500 N čo je najvyššie možné zaťaženie kladené hydraulickým obvodom, a nakoniec som vybral pevnú väzbu. Výsledkom analýzy bolo zistenie Redukovaného napätia Von Mises, posunutie a súčiniteľ bezpečnosti v 2 určených miestach s predpokladom najvyššieho zaťaženia.



Pevnostná analýza 12 mm Kútového zvaru na spodnej hrane IPE

Pri kontrole zvaru výšky 12 som postupoval identicky ako v predchádzajúcom bode 4.3.1 , a aj potrebné výsledky boli identické. Pri porovnaní súčiniteľov bezpečnosti som však dospel k záveru. **Pri 4 mm Kútovom zvare** v spodnej časti IPE súčiniteľ bezpečnosti vyšiel **min.1,5 a max.4,89**. V porovnaní s **12 mm Kútovom zvare** v spodnej časti IPE súčiniteľ bezpečnosti vyšiel **min.1,34 a max.9,13**.





Závery práce

V úvode, mojím hlavným cieľom bolo zakonštruovanie a navrhnutie multifunkčného zariadenia, ktoré bude plniť 2 funkcie. Návrh jednej konštrukcie ktorá, bude slúžiť na dve zariadenia, bol preto môj hlavný cieľ. Dôvodom prečo som spojil kálanie dreva a lisovanie ovocia na šťavy do jedného projektu bol prostý. Už dlhšiu dobu som sa zameriaval na ľudí, ktorý žijú na vidieku. Aj v súčasnej modernej dobe sú v našom okrese dediny bez plynu. Ľudia žijúci v týchto dedinách sú odkázaní na vykurovanie s drevom. Domáci kútil'ovia možno nemajú požadované vedomosti v strojárstve, a hlavne nemajú CAD, CAM programy, pomocou ktorých dané zariadenie navrhnu a skontrolujú bez porušenia a straty majetku. A práve vytvorením tohto projektu by som týmto ľuďom, ktorý majú záujem o takéto zariadenie, a sú zaniatený pre strojárstvo, chcel pomôcť. A prečo som k tomu navrhol aj lis na ovocie? Ľudia žijúci na vidieku často krát využijú popri štiepaní dreva aj lis na ovocie, keď majú veľkú úrodu, a chcú ju premeniť na kvalitnú domácu šťavu. Toto zariadenie môže mať v podstate aj 3 majiteľ'ov. Napríklad Jedna osoba ho bude využívať na kálanie dreva, druhá na lisovanie ovocia, a tretia aj na kálanie a aj na lisovanie.

