

STROJ ZA LUPLJENJE HLODOV

Jošt Lovšin, dr. Mitja Muhič
Šolski center Novo mesto, Višja strokovna šola
mitja.muhič@sc-nm.si
041 358 460

V našem okolju smo zaznali težave, s katerimi se srečujejo lesnopredelovalni proizvajalci. Pri procesu razreza hlodovine jim neolupljena hlodovina povzroča težave. Klini pri žagi se hitro skrhalo ali zlomijo, kar pomeni, da so potrebne pogoste in drage menjave žag in posledično zaustavitev procesa, kar povzroča povečanje stroškov in manjšo produktivnost.

Za odpravo težav se proizvajalci (žagarji) poslužujejo različnih procesov lupljenja hlodovine, ki so zamudni, povzročajo dodatne stroške ali niso primerni za vse vrste lesa. Preučitev obstoječe ponudbe je pokazala, da je ponudba strojev velika, ti pa so specializirani le za eno vrsto lesa, primerni le za velike obrate ali za postavitev zahtevajo velike prostore, kar srednje velikim proizvajalcem ne ustreza.

V prispevku, ki izhaja iz diplomske naloge, je prikazan potek konstruiranja osnutka, modeliranje stroja in izdelava načrtov ter izdelava univerzalnega stroja za lupljenje hlodovine. Predstavljene so izboljšave stroja pri gibljivi rezkalni glavi in izdelave roke lupilnika, ki potuje valovito po hlodu. To omogoča lupljenje različnih vrst hlodov po debelini lubja in obliki hloda, kar je bil cilj; torej izdelati univerzalni stroj, ki bo uporaben za čim širši krog proizvajalcev.

Ključne besede: lesnopredelovalna industrija, lupljenje hlodovine, konstruiranje, strojegradnja, gibljiva rezkalna glava, roka lupilnika

1 UVOD

Hlodovina z lubjem predelovalcem lesa povzroča več težav, saj je obstojna krajši čas, njena kakovost pa se s časom izgublja. Predelovalci lesa oz. žagarji imajo zalogo hlodovine shranjeno na deponijah, saj je les surovina, ki je odvisna od sezone in letnih časov, zato si morajo predelovalci v večini primerov narediti letno zalogo lesa. V roku enega leta lesni škodljivci oz. zajedavci zmanjšajo kakovost lesa; da bi kakovost lesa ohranili, moramo s hlodov odstraniti lubje, saj se prav v njem nahaja večina lesnih škodljivcev. Z odstranitvijo lubja s hlodov lahko podaljšamo dobo shranjevanja lesa na deponijah (Zalubniki, dostop 4. 1. 2024).

Pri samem razrezu hlodovine z lubjem pa se pojavi še ena težava, saj se poleg lesnih škodljivcev v lubju zadržuje tudi umazanija, kot sta blato in pesek, ki se ob spravlilu lesa zareže v lubje in pri razrezu povzroča hitrejše zgubljanje ostrine rezila ter lomljenje in izvijanje zob na žaginem listu. Posledica tega so večji stroški vzdrževanja in brušenja rezil, daljši čas samega razreza, s čimer pa se posledično slabša tudi produktivnost proizvodnega obrata (Deblo, olesenelo steblo dreves, dostop 4. 1. 2024).

Tretja težava razreza hlodovine z lubjem se pojavi pri odpadnem materialu, saj je njegova kakovost zaradi lubja nižja, s tem pa je nižja tudi cena. Z olupljeno hlodovino bi dosegali višje cene odpadnega materiala, saj ne bi vsebovalo lubja, obenem pa bi ostanke, ki nastanejo pri lupljenju, prodali posebej (Deblo, olesenelo steblo dreves, dostop 4. 1. 2024).

Prispevek je nastal na podlagi diplomske naloge, kjer je študent pod mentorstvom predavatelja in somentorja v gospodarstvu iskal optimalne rešitve za rešitev tehničnega problema lupljenja hlodov v lesnopredelovalni industriji.

Cilji prispevka oziroma diplomske naloge so:

i) izdelati stroj, ki bo rešil težave lesnopredelovalnih proizvajalcev pri razrezu hlodovine,

ii) povečati nabor ponudbe strojev domačega podjetja,

iii) na trg ponuditi stroj, ki bo cenovno konkurenčen že obstoječim ponudnikom podobnih strojev in obenem zagotoviti kakovost ter uporabnost stroja za čim širšo populacijo lesnopredelovalnih proizvajalcev.

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Po večtedenskem razmišljanju, izvedbi analize trga, preučitvi vrst lupilcev ter njihovih prednosti in slabosti, izločanju želja in povpraševanju potencialnih kupcev smo se odločili, da bo za naš primer najbolj primeren lupilec z rezkalno glavo. Odločitev je bila sprejeta tudi zato, ker se najpogosteje uporablja v žagarskih obratih in ima največ pozitivnih lastnosti. Razlogov za to je seveda več, lupilec z rezkalno glavo ima kar nekaj prednosti pred ostalimi lupilci. Najpomembnejši razlog, zaradi katerega je lupilec z rezkalno glavo konkurenčen na trgu, je cena stroja, saj je ta izvedba v primerjavi z ostalimi izvedbami lupilcev cenovno ugodnejša, zato je konkurenčen tako pri malih kot tudi srednjih žagarskih obratih. Je univerzalen, kar pomeni, da lahko lupi vse vrste lesa, zato se ga lahko poslužujejo predelovalci lesa, ki predelujejo trde vrste lesa, kot je bukev, prav tako pa tudi tisti, ki predelujejo mehke les, kot je smreka, s čimer je konkurenčen pri velikih žagarskih obratih, ki predelujejo trd les, saj drugi lupilci zanj niso primerni. Površina olupljenega lesa je kakovostna in gladka, prav tako pa je odstotek odstranjenega lubja visok, kar pomeni, da je umazanija zagotovo odstranjena.

Lupilec z rezkalno glavo odstranjuje lubje s pomočjo rezkalne glave oziroma lupilne glave, ki je sestavljena iz več rezalnih nožev, pritrjenih na obodu valja. Lupilna glava je pritrjena na roko, ki jo pomika na hlod ali z njega. Hlod se vrti okoli svoje osi s pomočjo koles, ki so pritrjeni na dveh pogonskih gredeh, postavljenih ena poleg druge, hkrati pa se roka pomika vzdolž hloda in tako lahko lupilna glava olupljuje celoten hlod. Lupilna glava stroju omogoča gladek rez, zato je primerna za žage in furnirnice.

Prednosti lupilca z rezkalno glavo:

- gladka površina olupljenega hloda,
- lahko lupi zmrznjene hlode,
- dobro odstrani lubje z vseh vrst lesa,
- visok odstotek odstranjenega lubja,
- majhen investicijski strošek,
- ugodno vzdrževanje,
- enostaven za uporabo,
- ne zavzame veliko prostora.

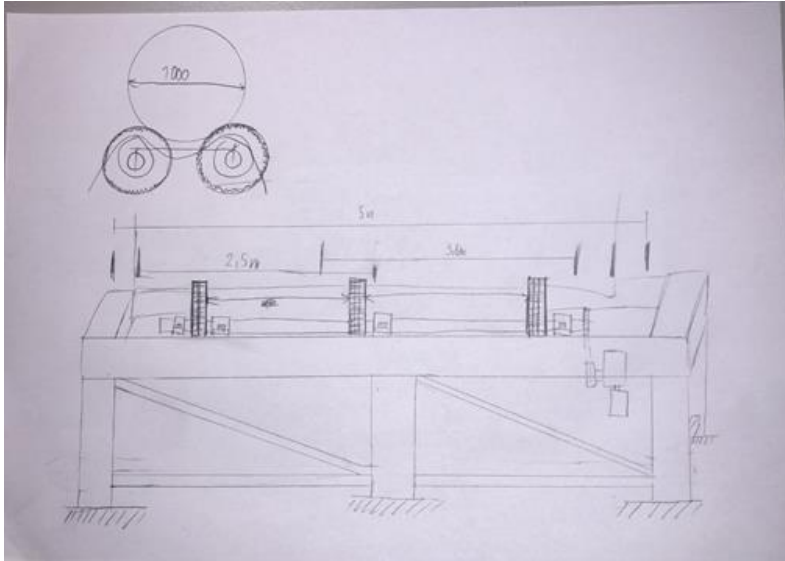
Slabosti lupilca z rezkalno glavo:

- ni primeren za velike serije,
- ne more lupiti hlodov zahtevnih oblik,
- naenkrat lahko lupimo smo en hlod,
- odstrani lahko preveč materiala.

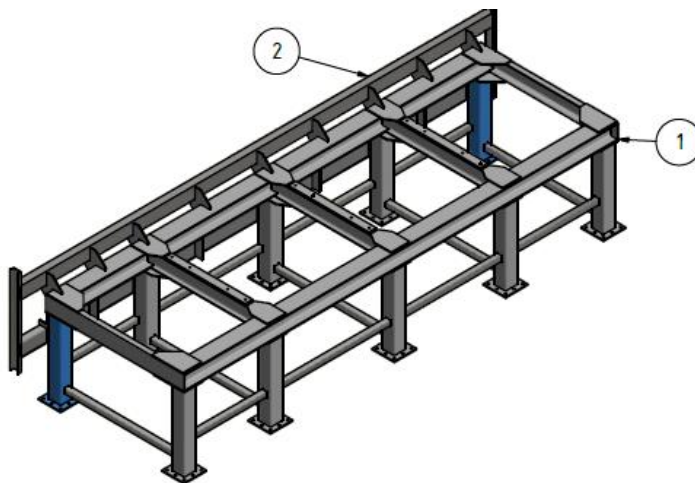
3 NAČRTOVANJE STROJA

Najprej smo definirali določene zahteve, ki jih mora izdelan lupilec izpolnjevati. Celoten cikel lupljenja enega hloda ne sme biti daljši od štirih minut, stroj mora biti enostaven za uporabo in varen za uporabnika, ustrezati mora tehničnim predpisom, izdelan mora biti tako, da ne zavzema veliko prostora, enostaven mora biti za montažo in estetsko dovršen, cenovno konkurenčen na trgu ter zanesljiv in vzdržljiv. Vse zahteve smo upoštevali, še preden smo stroj začeli dejansko konstruirati, saj se nam je zdelo, da moramo stroj že na samem začetku dobro zasnovati, če želimo, da bo stroj na koncu tudi konkurenčen na trgu. V fazi priprav skice (slika 1) in samega osnutka stroja smo si pri predelovalcih lesa tudi v živo ogledal nekaj lupilcev, hkrati pa smo se z njimi tudi pogovorili in tako izvedeli, kaj bi na stroju lahko izboljšali, kakšne pomanjkljivosti ima stroj ter kaj jih pri stroju najbolj moti. S tem smo pridobili pomembne informacije, ki so nam pomagale pri tem, kaj lahko naredimo, da bo naš lupilec boljši od drugih, ki so že na trgu, ter na kaj moramo biti pri izdelavi lupilca pozorni.

Z izdelavo 3D-modela stroja za lupljenje hlodovine smo uporabili računalniški program CAD Autodesk Inventor [7]. Z upoštevanjem zahtev smo najprej izdelali model osnovne konstrukcije lupilca (ogrodje – slika 2). Pozorni smo bili na največjo dolžino in debelino hlodov, s čimer smo določili zunanje dimenzije ogrodja. Za pravilno izbiro profilov smo morali upoštevati vse sile, ki bodo delovale na ogrodje; to zajema največjo težo hlodov, ki smo jih predvideli, in vse sestavne dele stroja, ki so pritrjeni na ogrodje. Ker so natančni izračuni zahtevni in v začetku izvedbe stroja vsi podatki še niso bili znani, smo za stroj zaradi varnosti, stabilnosti in zagotovitve tehničnih predpisov izbrali predimenzionirane profile. Pri tem smo morali zaradi postavitve stroja v naročnikovih prostorih upoštevati tudi naročnikovo željo o smeri lupljenja hlodov.

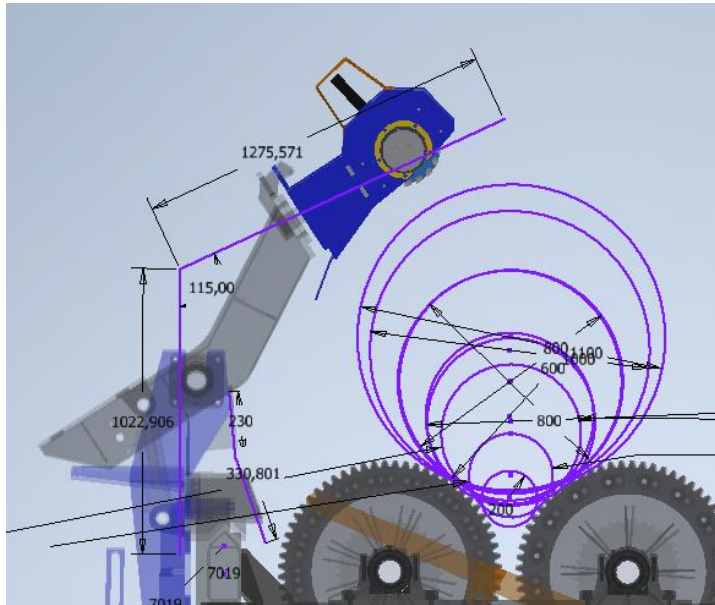


Slika 1: Prva skica lupilca (lasten vir)



Slika 2: 3D-model ogrodja [7]

Postopek konstruiranja smo nadaljevali z oblikovanjem roke. Z računalniškim programom smo simulirali pot, ki naj bi jo opravila roka (slika 3). Tako smo se prepričali, da rezilo kljub različnim debelinam, ki smo jih opredelili v zahtevah, optimalno nalega na hlod. Prav tako smo na podlagi simulacij določili hod hidravličnega valja in točke vpetja, in sicer da se roka ne more zadeti v ogrodje stroja.



Slika 3: Simulacija gibanja roke [7]

4 IZDELAVA STROJA

Preden smo se lotili izdelave, smo poiskali podizvajalce za določene dele stroja. Naročili smo vse kupljene sestavne dele, kot so elektromotorji, hidravlični deli, deli za električno napeljavo in strojni elementi. Prav tako smo pri bližjem podjetju naročili laserski rezrez ter krivljenje polizdelkov.

S pomočjo priročnika (Kraut et al, 2022) smo pri okviru ogrodja uporabili dva 7 metrov dolga profila HEB 240, ki sta v treh točkah povezana skupaj s tremi profili IPE 240, ter na koncu z vsake strani z dvema profiloma UNP 240. Okvir je na vseh stičiščih profilov z obeh strani (zgoraj in spodaj) dodatno okrepljen s 15-milimetrsko pločevino, tako da je okvir simetričen .

Na vsako stičišče profilov se je privarilo kvadratno cev, ki služi kot noga ogrodja (slika 4). Noge so v spodnjem delu s cevmi manjšega premera povezane med seboj z namenom, da bi bila osnovna konstrukcija lupilca robustna, pozneje pa se je na ogrodje privarilo še vodila, po katerih se bo premikala roka z vozičkom. Ta so izdelana po principu lastovičjega repa, sestavljena iz dveh profilov L, ki sta na ogrodje postavljena en nad drugim.



Slika 4: Ogrodje lupilca [6]

Kot je zapisano v literaturi (Novak, 2004), je stroj za lupljenje hlodov LD-6000 (slika 5) narejen na princip rezkalne glave, ki se s pomočjo vozička pomika po dolžini hloda. Hlod je postavljen med kolesi, ki ga vrtijo pri procesu lupljenja. Zaradi pravilno narejenega rezila je površina olupljenega hloda gladka in lepa.



Slika 5: Končni izdelek lupilec hlodovine [6]

Lupilec LD-6000 za delovanje uporablja najnovejšo tehnologijo, je robustne izdelave, deluje učinkovito in zahteva minimalno vzdrževanje.

Lupilec ima vgrajen napredni krmilnik PLC s programom, ki operaterju omogoča, da s pritiskom gumba sproži samodejno delovanje, na kar lupilec sam opravi celoten cikel lupljenja. Zaradi učinkovitejšega upravljanja je opremljen z radijskim krmilnikom, s katerim lahko operater lupilec upravlja na daljavo [5].



Slika 6: Lupljenje hloda [6]

Lupilec je primeren za lupljenje vseh vrst lesa, zato je nepogrešljiv stroj za vsakega predelovalca lesa. Lahko se uporablja samostojno ali na začetku linije za nadaljnjo predelavo lesa. Tehnični podatki lupilca so prikazani v tabeli 1.

Tabela 1: Tehnični podatki lupilca [6]

<i>Tehnični podatki</i>	<i>LD 6000</i>
<i>Največji premer hloda</i>	1000 mm
<i>Najmanjši premer hloda</i>	200 mm
<i>Največja dolžina hloda</i>	6200 mm
<i>Najmanjša dolžina hloda</i>	2400 mm
<i>Širina rezila</i>	300 mm
<i>Mere stroja</i>	D = 7500 mm, Š = 2500 mm, V = 2800 mm
<i>Nazivna moč</i>	35 kW
<i>Krmiljenje</i>	Avtomatski daljinski nadzor
<i>Približna teža</i>	9000 kg

5 ZAKLJUČEK

Z modeliranjem v računalniškem programu smo s simulacijami in dodatnimi analitičnimi izračuni ugotovili in določili, kakšna bo izvedba ostalih delov stroja vse od vozička, roke in rezkalne glave, ki so poglobitni deli stroja. Po zaključenih in izdelanih načrtih je sledila izdelava stroja. Proces izdelave je potekal po načrtih, v določenih fazah pa so se pojavili nepredvideni problemi, ki smo jih rešili pri sami izvedbi.

Po zaključeni izgradnji je sledil najpomembnejši trenutek, tj. preizkus delovanja stroja za lupljenje hlodovine. Na srečo je stroj deloval brezhibno, lupljenje povprečnega hloda je izvedel v dveh minutah, obdelava hloda je bila gladka in debelina reza primerna. Doseženi so bili zastavljeni cilji, ki smo si jih zadali pri projektu izdelave stroja za lupljenje hlodovine.

6 LITERATURA IN VIRI

1. Zalubniki podlubniki ali zavrtači (znanstveno ime Scolytinae), poddružina hroščev <https://sl.wikipedia.org/wiki/Zalubniki>
2. Dêblo olesenelo steblo dreves <https://sl.wikipedia.org/wiki/Deblo>
3. Kraut, B., Žerovnik, J., Gabrovšek, B., Kutin, J., Perše, L. S., Boltežar, M., ... & Halilovič, M. (2022). Krautov strojniški priročnik. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo.
4. Novak, M. (2004). Tehnologija strojne obdelave. Lesarska šola Maribor, Višja strokovna šola.
5. Podjetje Robotehnika d.o.o. izdelava namenskih strojev, avtomatizacije strojev in naprav <http://robotehnika.si/storitve/avtomatizacija/>
6. Lasten vir
7. Autodesk Inventor: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>