

TEHNOLOŠKE ZAHTEVE ZA KOMBAJNE NA NJIVAH S KONOPLJO V SLOVENIJI

Ivan PAHOLE³⁷, Matej PAL³⁸, Urban BELCA³⁹ in Aleš BELŠAK⁴⁰

Strokovni članek / professional article

Prispelo / received: 25. 10. 2017

Sprejeto / accepted: 11. 12. 2017

Izvleček

Ena izmed novejših kultur, ki v zadnjem času najdejo mesto na njivah, je konoplja za industrijske namene. Gre za rastlino, ki jo je možno uporabiti pravzaprav v celoti. Zaradi nehomogenosti tal na njivah, na katerih je posejana, žilavosti stebel v času zrelega semena, neenakomerne višine in majhnih površin predstavlja izziv predvsem spravilo njenega semena. Način spravila glede na tehnološke zahteve je z vidika obstoječega načina spravila žit še poseben izziv. Zaradi posebnih lastnosti strukture rastline je pri spravilu treba upoštevati mnogo zahtevnejše pogoje spravila z obstoječo strojno tehniko. Pri tem je treba ustrezne konstrukcijsko-tehnološke parametre kombajna še posebej ovrednotiti, da se pri spravilu ne pojavljajo težave. Pri tem je ugotovljeno, da višina reza in drugi tehnološki parametri pri obdelavi določajo uspešnost spravila brez zastojev.

Ključne besede: konoplja, spravilo semena, kombajn

TECHNOLOGICAL REQUIREMENTS FOR COMBINE HARVESTERS FOR HEMP IN SLOVENIA

Abstract

Hemp for industrial purposes belongs to field crops, the cultivation of which has started in Slovenia only recently. The entire plant can be used. Due to different growing potentials of the surface where it grows, the plant is adequately rich in seeds and leaf area, whereas, when it grows in smaller fields, it is required to face the challenge of how to harvest the industrial hemp. In view of technological requirements, the method of harvesting represents a large challenge from the aspect of the existing methods of harvesting cereals. Owing to special properties of the

³⁷ Izr. prof., dr. Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, Smetanova 17, 2000 Maribor, e-pošta: ivan.pahole@um.si

³⁸ Mag. inž. str., Kmetija Pal, Pal Marjan, Zlatoličje 96, Zlatoličje, 2205 Starše, e-pošta: matej.pal@gmail.com

³⁹ Študent, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, Smetanova 17, 2000 Maribor, e-pošta: belca.urban@gmail.com

⁴⁰ Doc. dr. Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru, Smetanova 17, 2000 Maribor, e-pošta: ales.belsak@um.si

plant structure, it is necessary to take very demanding conditions of harvesting with the existing machinery into consideration. Primarily, it is required to evaluate the relevant design- and technology-related parameters of machinery in order not to encounter problems during harvesting.

Key words: hemp, seed harvesting, combine harvester

1 UVOD

Konoplja je rastlina, ki ponuja množico različnih možnosti uporabe. Tako predstavlja velik potencial kot nadomestna ali dopolnilna kultura tudi na zemljiščih, za katera ustrezno pridelavo kmetijskih rastlin morda ne bi pričakovali. Še posebej zato, ker se nizajo možnosti ustrezne predelave različnih delov rastline v posebne produkte (Robinson, 2000; Robinson, 2016). V svetu lahko danes zasledimo velike in zelo zmogljive kombajne za žetev konoplje. Tako imajo na primer širino žetve tudi šest metrov in več. Večina teh strojev sploh ni izdelana tako, da bi vozili po cestah od njive do njive. V taki obliki seveda niso primerne za majhne in raztresene njive, posejane s konopljo v Sloveniji.

V prispevku je prikazan delni pregled strojne opreme za spravilo semen konoplje v svetu in rezultati raziskav, ki potekajo v okviru projekta CRP: V4-1611 Pridelava industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji.

2 OPIS KONOPLJE S STALIŠČA SPRAVILA SEMENA

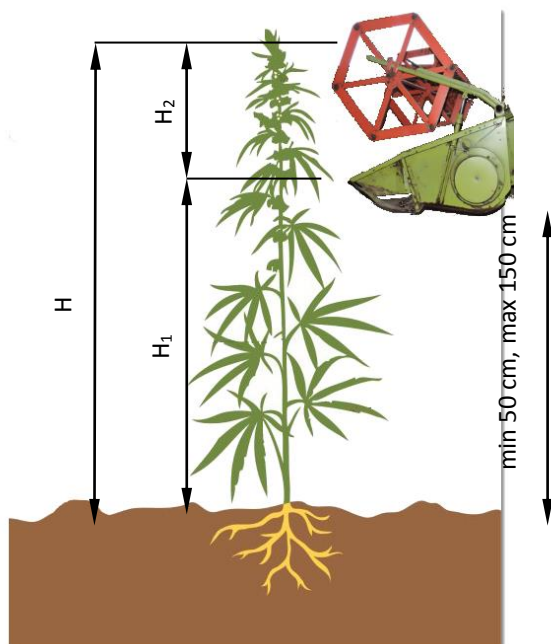
Navajamo glavne značilnosti konoplje, ki so ključnega pomena pri zasnovi kombajnov za spravilo semena konoplje. Struktura rastline je podana na sliki 1. Pri tem je razvidno, da je višina rastline glede na kulture, ki jih pogosteje srečujemo na naših njivskih površinah, znatno večja. Steblasta pokončna oblika z omejenimi stranskimi poganjki predstavlja obliko, ki uspeva v vrstni postavitvi z zamikom ali brez. Struktura stebela z usmerjenimi vlakni omogoča mehanske lastnosti, kot so večja trdnost in žilavost glede na druge rastline. Nekatere sorte konoplje lahko ob ugodnih rastnih razmerah zrastejo tudi 300 cm visoko. Vsi nadzemni deli konoplje so uporabni, čeprav posamezne dele rastline vrednotimo različno (Schreiber, 2002).

Glavne posebnosti pri spravilu industrijske konoplje so njena višina, neenakomerna višina rastlin istega posevka in izredno žilavo steblo, ki se navija okrog vseh vrtečih se delov kombajnov za spravilo konoplje v času zrelega semena.

Osnovna cilja pri žetvi semena pa sta:

- pobrati vso seme in
- v mlatilnico stroja (kombajna) spraviti čim manj stebel. Tako preprečimo veliko količino mase rastlin v mlatilnici in posledično manjšo možnost navijanja vlaken.

Na sliki 1 je prikazana izmerjena višina konoplje glede na sorto v oglednem sortnem poskusu s konopljo na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v letu 2017. Iz preglednice 1 pa je razvidno, da lahko konoplja zraste višje od 2,5 metra, kot navaja tudi Schreiber (2002), in ima zelo neenakomerno višino, zato je potrebno višino reza pri kombajnu nastavljati, da dosežemo optimalno višino žetve semena.



Slika 1: Povprečna višina konoplje v času tehnološke zrelosti semena

Ugotovimo lahko, da je povprečna višina konoplje zelo različna glede na sorto. To pomeni, da mora kombajn zagotavljati višino rezanja vsaj 1,5 metra (Konoplja.net, 2017), pri nekaterih nižjih sortah pa mora biti omogočena možnost reza tudi že na višini 45 cm. Nujno potrebno pa je, da ima stroj možnost nastavljanja višine reza žetve brezstopenjsko med delom. Potrebno je poudariti, da pri tako različnih višinah rastlin konoplje ne moremo uporabljati strojev (kombajnov), ki bi imeli večjo širino vstopnega žetvenega dela, na primer štiri, pet ali celo šest metrov. Pri žetvi lahko namreč prihaja do primerov, ko imamo v smeri vožnje na eni strani vstopnega dela zelo nizke rastline na drugi strani pa visoke rastline.

Preglednica 1: Višina konoplje, izmerjena 14. 9. 2017 na lokaciji Žalec (vir: IHPS, ogledni sortni poskus s konopljo)

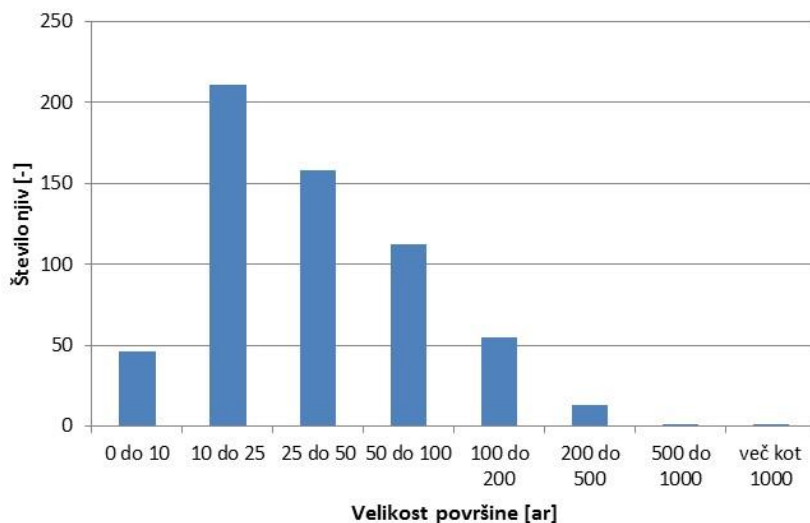
Sorta	Višina rastlin H (v cm)	Višina spodnjega dela najnižjega socvetja H _{1sp} (v cm)	Višina spodnjega dela najvišjega socvetja H _{1zg} (v cm)
Gorička Simba	115–240	100	180
Fedora 17	110–252	100	185
KC Dóra	130–300	115	230
Uso 31	100–230	85	160
Finola	55–90	45	60
Santhica 27	130–280	118	210
Monoica	140–285	125	227
Tiborszallasi	100–290	85	240
Tisza	105–267	97	210
Kompolti hibrid TC	115–285	95	220
Férimon	110–270	100	240
Carmagnola	130–340	115	300
Helena	112–300	106	260
Antal	105–340	95	280
Fukal	112–330	102	290

3 OPIS IN LOKACIJA NJIV, POSAJENIH S KONOPLJO V SLOVENIJI

3.1 Raztresenost njiv s konopljo po Sloveniji

Pridelava konoplje v Sloveniji je še vedno v poskusni fazi. Prevladujejo predvsem manjše njive s konopljo. Po podatkih Ministrstva za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije je imela največja površina, posejana s konopljo v Sloveniji, v letu 2017 površino 1087 arov in se nahaja v Ormožu. Le pet njiv je imelo večjo površino kot 3 ha. Najmanjša dovoljena površina je 10 arov. Povprečna velikost s konopljo posajenih njiv v Sloveniji je bila v letu 2017 52 arov. Skupna površina konoplje v letu 2017 je bila 286 hektarjev (Čeh, 2017). Na sliki 2 je prikazano število posevkov konoplje v Sloveniji glede na velikost njive.

Iz navedenih virov in ugotovitev lahko sklepamo, da v Sloveniji prevladujejo manjše površine, posejane s konopljo. Velikost le-teh je od 10 do 70 arov. Zato so primerni za spravilo semen konoplje manjši kombajni.



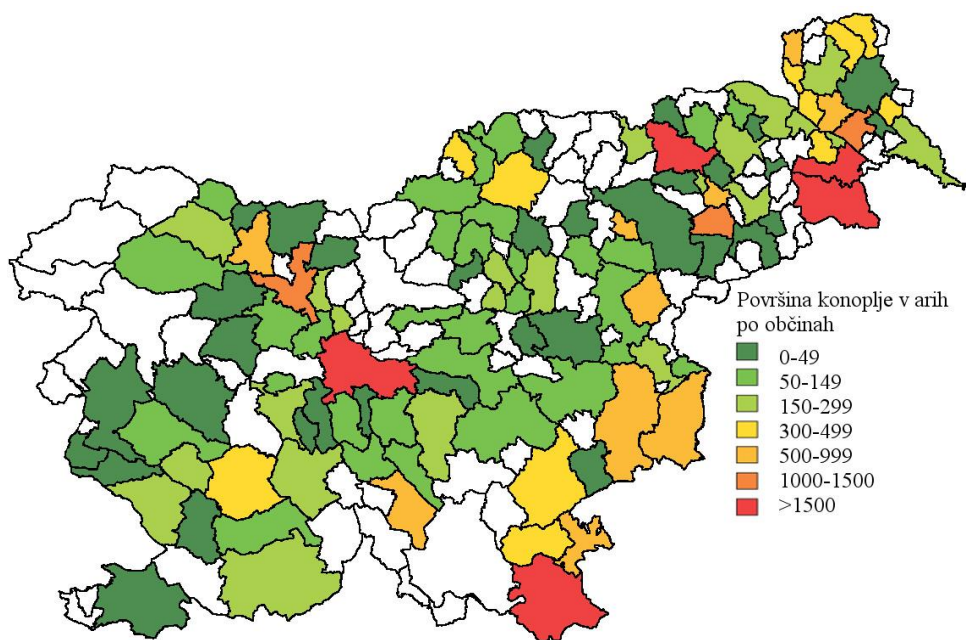
Slika 2: Število njiv, posejanih s konopljo, glede na velikost v Sloveniji v letu 2017 (podatki MKGP)

Na sliki 3 je prikazana razpršenost posevkov konoplje v Sloveniji po občinah. Z nje lahko razberemo, da se le-ti nahajajo po vsej Sloveniji, vendar v večini občin površina posevkov ne preseže 150 arov. Največ konoplje gojimo na območju Prekmurja, Novega mesta in Črnomlja. Nekoliko večje površine so še na območju občin Ljubljana, Maribor, in Kranj.

3.2 Postavitev koncepta o velikosti in številu kombajnov

Kombajni se lahko gibljejo v radiju 10 km (15 km novejši tipi kombajnov). Podatek je dobljen na osnovi praktičnih izkušenj, ki jih imajo lastniki kombajnov za žetev žit. Premik kombajna se običajno izvede od parcele do parcele po javnih poteh in cestah. Težava nastopi, ko imamo majhne parcele in je do sosednje parcele velika razdalja. Take razdalje pomenijo tako časovno kakor tudi gospodarsko tvegano žetev. Premik stroja predstavlja večji delež stroškov in časa kot žetev sama.

Stroji za žetev konoplje imajo večjo širino kot 2,5 metra. To pa pomeni, da mora imeti kombajn pri premiku spremstvo, kar prispeva k zvišanju stroškov premika. Za premagovanje večjih razdalj med parcelami je mogoče kombajn naložiti na ustrezno prikolico in prepeljati do druge parcele. Omenjen postopek je upravičen morda le v primeru večjih parcel.

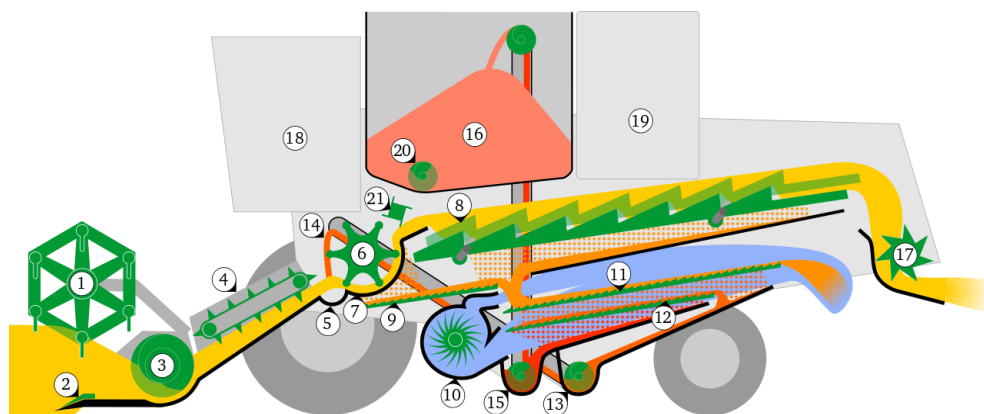


Slika 3: Prikaz razpršenosti posevkov konoplje v Sloveniji po občinah v letu 2017 (podatki MKGP)

4 KONCEPT KOMBAJNOV ZA SPRAVILO KONOPLJE

4.1 Zahteve za kmetijsko tehniko za spravilo konoplje na manjših površinah

Slika 4 (Wastlhuber, 2009) prikazuje osnovni princip delovanja kombajnov. Počasi se vrteče kolo (motovilo) (1) potiska žita proti rezalni prečki oz. grebenu (2), kjer noži odrežejo konopljo, ki ga nato polž na vstopnem delu (3) potiska proti vходу v procesni mehanizem kombajna (4). Rezalna prečka deluje po principu rezila pri kosilnici z noži. Boben za mlattev (6) stisne konopljo ob kletko (7) in tako loči seme od slame. Nato gre material na sita (11 in 12), kjer pade seme skozi sita, medtem ko se slama pomika s transporterji, ki se imenujejo transporterji slame (8). Proces se nadaljuje proti zadnjemu delu kombajna, skozi sita pa pada seme, ki se nato s transporterjem (15) premakne v zalogovnik (16). Ko je zalogovnik poln, se seme preko polžastega transporterja presipa iz zalogovnika na traktorsko prikolico (20). Slama pade skozi odprtino na zadnjem delu kombajna. Nekateri kombajni imajo še sekalnik slame, ki jo ustrezno zreže na koščke in jo raztrosi po površini.



Slika 4: Osnovni princip delovanja kombajnov (Wastlhuber, 2009)

4.2 Posebne zahteve za kombajne za žetev konoplje za seme

Za žetev konoplje mora biti standardni žitni kombajn, zaradi specifičnih značilnosti te rastline, prilagojen. Glavna razlika glede na žetev žit je predvsem v tem, da želimo rez višje, in sicer tik pod socvetji, saj gre tako skozi kombajn manjši del konopljinega stebela, sicer lahko nastopijo težave. Vlaknasto in žilavo steblo povzroča težave predvsem na motovilu in bobnu, kjer se začnejo stebela navijati okrog osi in gredi podobno kot vrvi. S tem lahko popolnoma zaustavijo delovanje kombajna ali ga celo poškodujejo.

Težava se pojavi tudi pri kletki (7) za ločevanja semena od slame, saj je kletka za druga žita bolj zaprta, saj je to potrebno, da se seme loči. Pri konoplji, pri kateri se seme znatno lažje loči od rastline, pa to ni potrebno in je bolj primerna bolj odprta kletka, ki pa preprečuje, da bi se konoplja navijala okrog vrtečega se bobna. To so tudi glavni vzroki, da se lastniki kombajnov za žetev žit ne odločajo za žetev semena konoplje.

Glede na opisane posebnosti konoplje sledi, da je treba pri standardnem kombajnu za žita ustrezno spremeniti:

- konstrukcijo kombajna z ustrezno dodelavo oz. predelavo mehanskih sklopov (rezalni sistem, podajalo, kletka, sita, ...),
- obratovalne parametre vrtečih in premo se gibajočih sklopov (vrtlne frekvence, pomike, pospeške, ...)
- dopolniti mehatronski sistem vodenja in regulacije kombajna.

4.3 Stroji za spravilo konoplje

Pri pregledu virov, obisku sejmov in sodelovanju pri žetvah smo ugotovili, da so v uporabi naslednje vrste kombajnov:

- samohodni kombajni (namenski); najdemo jih na velikih površinah, za transport od parcele do parcele po javnih cestah niso predvideni (Hemp-flax, 2017);
- samohodni kombajni (predelani kombajni) so v povojih. Zaslediti je razvoj pri posameznikih v Sloveniji;
- kot traktorski priključki (namenski), posamezni primeri, večina jih semena ne očisti popolnoma, potrebno je dodatno čiščenje v skladiščih.

5 ZAKLJUČEK

Za uspešno spravilo konoplje smo poiskali potrebne tehnološke posebnosti kombajna, ki izhajajo iz značilnosti konoplje in iz značilnosti pridelave v Sloveniji. Predstavljene obratovalne parametre kombajna lahko kontroliramo tako, da se v danem procesu obratovanja ne pojavijo težave in morebitne zaustavitve. Z ustreznimi konstrukcijskimi spremembami in tehnološkimi parametri predelamo žitni kombajn za spravilo konoplje, da lahko spravilo poteka nemoteno.

Pri klasičnem žitnem kombajnu je torej nujno potrebno prirediti, spremeniti (slika 4):

- Kombajn je potrebno dvigniti. Prijemi so lahko različni glede na tip kombajna, in sicer spredaj montirati večja kolesa, prirediti zadnje preme ali izdelati konstrukcijo, s katero celi kombajn dvignemo ohranimo obstoječa kolesa.
- Potrebno je spremeniti položaj prijemališč hidravličnih valjev za dvig vstopnega dela kombajna (slika 4 pozicija 3). Tako lahko dosežemo primerno višino za žetev (slika 1, preglednica 1).
- Na vseh pogonih na mlatilnici (slika 4), pozicije 1, 3 in 6, mora biti možno spreminjati število vrtljajev (jermensko z variatorjem, hidravlični pogon ali tudi elektromotor s krmiljenjem).
- Vse vrteče dele, ki pridejo v stik s stebli konoplje, je potrebno zaščititi pred navijanjem vlaken. Prijemi so različni od primera do primera. Na gredi namestimo cevi, izdelamo zaščitne pločevine. Zelo uporabni so tudi materiali iz plastičnih mas, ki jih lahko zelo enostavno prilagajamo. Ostale podrobnosti pa so potem odvisne od osnovnega tipa žitnega kombajna.

Raziskava se nadaljuje, rezultati pa bodo ustrezno predstavljeni.

Zahvala. V članku so prikazani rezultati dela, opravljenega v prvem letu trajanja CRP: V4-1611 Pridelava industrijske konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji, ki ga financirata ARRS in MKGP. Na tem mestu se moramo avtorji še posebej zahvaliti: Kmetiji Pal, Marjan Pal, Zlatoličje 96, Starše, Kmetiji Oliver Berden,

Murski Petrovci 22, Tišina in dr. Barbari Čeh z Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije.

6 VIRI IN LITERATURA

- Chen Ying, Gratton Jean Louis, Liu Jude. Power Requirements of Hemp Cutting and Conditioning, *Biosystems Engineering*. 2004; 87(4): 417–424.
- CRP V4-1611. <http://www.ihps.si/rastline-tla-in-okolje/pridelava-industrijske-konoplje-cannabis-sativa-l-v-sloveniji/> (cit. 25. oktober 2017)
- Čeh Barbara. Hemp varietis from the EU variety list in Slovenia : World hemp congress 2017: International professional-educational-agri-economic-social event of Industrial hemp, Ljubljana 12.-15. October 2017.
- Hemp-flax;<http://hempflax.com/en/equipment>https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/int/ast/ressourcen/dateien/publikationen/Vorlesungsskripte/grundlagen_maehdrescher.pdf?lang=de (12. junij 2017)
- Kremensasa A., Stapilioniene R., Vaitkus S., Kairyte A. Investigations on physical-mechanical properties of effective thermal insulation materials from fibrous hemp. *Procedia Engineering*. 2017; 172: 586–594.
- Robinson D. Velika knjiga o konoplji. Ljubljana : samozaložba Aleksander Urbančič. 2000.
- Robinson R. Industrial oil crops. London : Academic Press. 2016.
- Schreiber Gisela. The hemp handbook. London : Fusion press. 2002.
- Wastlhuber H. Vorlesung im Fach Be- und Verarbeitung von Naturstoffen. TU Dresden, Dresden. 2009.