



Andrej PAUŠIČ

Mario LEŠNIK

Priporočila za nekemično zatiranje pelinolistne ambrozije

Ambrosia artemisiifolia L.



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru





Univerza v Mariboru

Fakulteta za kmetijstvo
in biosistemske vede

Priporočila za nekemično zatiranje pelinolistne ambrozije

Ambrosia artemisiifolia L.

Avtorja

Andrej Paušič

Mario Lešnik

Julij 2021

Naslov <i>Title</i>	Priporočila za nekemično zatiranje pelinolistne ambrozije <i>Recommendations for Non-chemical Control of Common Ragweed</i>
Podnaslov <i>Subtitle</i>	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.
Avtorja <i>Authors</i>	Andrej Paušič (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede) Mario Lešnik (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede)
Recenzija <i>Review</i>	Andrej Simončič (Kmetijski inštitut Slovenije) Denis Stajko (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede)
Lektoriranje <i>Language editing</i>	Ksenija Škorjanc
Tehnični urednik <i>Technical editor</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)
Oblikovanje ovitka <i>Cover designer</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)
Grafika na ovitku <i>Cover graphics</i>	Foto: Ambozija in nasad ambrozije Avtorja: Andrej Paušič in Mario Lešnik
Grafične priloge <i>Graphics material</i>	Maja Lešnik in avtorja.
Založnik <i>Published by</i>	Univerza v Mariboru Univerzitetna založba Slomškov trg 15, 2000 Maribor, Slovenija https://press.um.si , zalozba@um.si
Izdajatelj <i>Co-published by</i>	Univerza v Mariboru Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenija https://www.fkbv.um.si , fbkv@um.si
Izdaja <i>Edition</i>	Prva izdaja
Vrsta publikacija <i>Publication type</i>	E-knjiga
Dostopno na <i>Available at</i>	https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/560
Izdano <i>Published</i>	Maribor, julij 2021



© Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba
/ University of Maribor, University Press

Besedilo / *Text* © Paušič in Lešnik, 2021

To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav 4.0 Mednarodna. / This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0 International License.

Uporabnikom je dovoljeno reproduciranje brez predelave avtorskega dela, distribuiranje, dajanje v najem in priobčitev javnosti samega izvirnega avtorskega dela, in sicer pod pogojem, da navedejo avtorja in da ne gre za komercialno uporabo.

Vsa gradiva tretjih oseb v tej knjigi so objavljena pod licenco Creative Commons, razen če to ni navedeno drugače. Če želite ponovno uporabiti gradivo tretjih oseb, ki ni zajeto v licenci Creative Commons, boste morali pridobiti dovoljenje neposredno od imetnika avtorskih pravic.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

632.936/937:582.099

PAUŠIČ, Andrej

Priporočila za nekemično zatiranje pelinolistne ambrozije [Elektronski vir] : *Ambrosia artemisiifolia* L. / avtorja Andrej Paušič, Mario Lešnik. - 1. izd. - E-knjiga. - Maribor : Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba, 2021

Način dostopa (URL): <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/560>

ISBN 978-961-286-484-2

doi: 10.18690/978-961-286-484-2

COBISS.SI-ID 71271683

ISBN 978-961-286-484-2 (pdf)
978-961-286-486-6 (trda vezava)

DOI <https://doi.org/10.18690/978-961-286-484-2>

Cena
Price Brezplačni izvod

Odgovorna oseba založnika prof. dr. Zdravko Kačič,
For publisher rektor Univerze v Mariboru

Citiranje Paušič, A. in Lešnik, M. (2021). *Priporočila za nekemično*
Attribution *zatiranje pelinolistne ambrozije: Ambrosia artemisiifolia* L.
Maribor: Univerzitetna založba. doi:
<https://www.doi.org/10.18690/978-961-286-484-2>



Kazalo

1	Uvod	1
2	Splošno o razvojnih značilnostih ambrozij	5
3	Splošni pregled metod nekemičnega zatiranja rastlin ambrozije	11
4	Mehanske metode zatiranja	15
4.1	Izvedba metod mehanskega zatiranja na javnih in nekmetijskih površinah	15
4.1.1	Zatiranje ambrozije na robovih cest in ob drugi transportni infrastrukturi	17
4.1.2	Izvedba metod mehanskega zatiranja na kmetijskih površinah	19
4.1.3	Uporaba različnih oblik kultivatorjev (angl. cultivator weeder, rotation weeder, nem. Scharhacke mit Starren Zinken oder Federzinken, Rotationshacke)	21
4.1.4	Uporaba različnih oblik česal (angl. tine weeder, nem. Striegel)	31
4.1.5	Uporaba različnih oblik bran (angl. harrow, nem. Egge) in sistem slepe setve	36
4.1.6	Uporaba različnih oblik plevelnikov	39
4.1.7	Uporaba različnih oblik plevelnikov s krtačami (angl. brush weeder, nem. Hackbürste)	43
4.1.8	Uporaba plevelnikov z vodenimi delovnimi telesi (angl. sensor guided precision weeder)	44
4.1.9.	Uporaba vodnega curka in pnevmatski plevelniki	47
5	Fizikalne metode zatiranja	51
5.1	Izvedba fizikalnih metod zatiranja na nekmetijskih površinah	54
5.1.1	Uporaba ognja in vročega zraka na nekmetijskih površinah	54
5.1.3	Primerjava učinkovitosti fizikalnih metod za zatiranje ambrozije na nekmetijskih površinah ob transportni infrastrukturi	72
5.1.4	Uporaba električnih naprav na nekmetijskih površinah	74
5.1.5	Elementi ekonomike zatiranja plevelov v urbanem okolju s krtačenjem, uporabo ognja, vročega zraka, vroče vode in pare	74
5.2	Izvedba fizikalnih metod zatiranja na kmetijskih površinah	80
5.2.1	Uporaba ognja na kmetijskih površinah	81
5.2.2	Uporaba vrele vode in pare na kmetijskih površinah	86
5.2.3	Uporaba električnih naprav na kmetijskih površinah	87
6	Uporaba prekrivnih materialov	91
7	Biotične metode zatiranja ambrozije	103
8	Metode, vezane na izvedbo tehnike gojenja rastlin	107
	Viri in literatura	115



1 Uvod

Pelinolistna ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.) je z zakonom regulirana invazivna rastlina, pri kateri sistematično omejujemo velikost populacij zaradi škodljivih učinkov na zdravje ljudi in zaradi škode, ki jo povzroča v kmetijski pridelavi (uredba o ukrepih za zatiranje škodljivih rastlin iz rodu *Ambrosia* Uradni list RS št. 63/2010 in Uradni list RS, št. 62/07). Škodljivost različnih vrst ambrozij v razmerah Slovenije je bila predstavljena v analizi avtorjev Lešnik in Vajs (2015). Če želimo doseči čim manjše populacije ambrozije na celotnem ozemlju RS, je potrebna dobra organiziranost, motivacija in strokovno znanje za obvladovaje razširjanja rastline.

Ker so splošni trendi in ukrepi v EU pri zatiranju škodljivih rastlin usmerjeni k zmanjševanju vnosa kemičnih snovi in smo se za to usmeritev s sprejetjem zakonodaje odločili tudi v Sloveniji, je potrebno javnosti predstaviti sodobne možnosti za nekemično zatiranje ambrozije. Spremembe v konceptih zatiranja so najbolj očitne pri zatiranju na javnih površinah in v urbanem okolju, kjer smo s pravilnikom prepovedali uporabo herbicidov. Obrazložitev je dostopna na portalu pravno informacijskega sistema RS, PIS (<http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV13254#>) in glasi: "Pravilnik o spremembi in dopolnitvi pravilnika o pravilni uporabi FFS" je bil objavljen v Uradnem listu RS, št. 28/18. S tem pravilnikom se omejuje uporaba herbicidov na javnih površinah, vključno z golf igrišči in športnimi igrišči ter objekti gospodarske javne infrastrukture, kot so ceste

in železnice. Pravilnik je začel veljati 5. maja 2018, uporabljati pa se je začel 1. oktobra 2019. Za ceste in železnice stopi pravilnik v veljavo 1. aprila 2021. Prehodno obdobje za prilagoditev deležnikov novim razmeram glede uporabe FFS na javnih površinah je 18 mesecev in 3 leta na cestah in železnicah. Glede na omenjeni akt se na javnih površinah in v urbanem okolju v bodoče za zatiranje ambrozije uporabljajo zgolj nekemične metode zatiranja. Namen zakonodaje je zmanjšati zdravstvena tveganja zaradi izpostavljenosti ljudi kemičnim snovem, uporabljenim na javnih površinah in v urbanem okolju. Splošni trendi v EU so dobro predstavljeni v študiji organizacije Pesticide Action Network z naslovom *Alternative methods of weed management to the use of glyphosate* (https://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/Report_Alternatives%20to%20Glyphosate_July_2018.pdf).

Podanih je več utemeljitev, zakaj je potrebno porabo herbicida glifosat občutno zmanjšati.

Za zatiranje ambrozije na majhnih nekmetijskih površinah, ki so v privatni lasti, ni potrebno posebno tehnično in organizacijsko znanje. Rastline je zgolj potrebno izpuliti preden začnejo cveteti. Pri puljenju se zaščitimo z ustrezno delovno obleko in rokavicami. Izpuljene rastline lahko odložimo na kompost ali v zabojnike z organskimi odpadki. Na teh površinah je pomembna predvsem volja lastnikov, da vsak ukrepa na svoji majhni površini in ne čaka, da bo to storila komunalna služba. Pri zatiranju na velikih površinah v kmetijski pridelavi in na javnih površinah ter na transportni infrastrukturi pa se odprejo vprašanja o tehničnih vidikih zatiranja, storilnosti, stroških ter o ekosistemskih učinkih, zato je potrebno pridobiti nekatera nova znanja, ki zagotavljajo ekonomsko učinkovitost in okoljsko sprejemljivost nekemičnih metod. Pri zatiranju je potrebno stremeti k trem ciljem; preprečiti sproščanje peloda, preprečiti povečevanje semenskih bank ambrozije in dodatno na kmetijskih površinah preprečiti izgube pridelka gojenih rastlin.

Na osnovi usmeritev organov RS in sprejete zakonodaje je postalo nekemično zatiranje na javnih površinah prioriteta in zakonska obveznost lastnikov in upravljavcev tovrstnih površin. Uporaba nekemičnih metod zatiranja vseh vrst plevelov in neželenih rastlin na javnih površinah, ne samo ambrozije, bo zmanjšala izpostavljenost prebivalstva kemičnim snovem. Usmeritev je dobra za varovanje zdravja, seveda pa ekonomsko prinaša povečanje stroškov vzdrževanja javnih površin. Ponekod med sprejemljive metode uvrščajo uporabo pripravkov na osnovi različnih organskih kislin (npr. očetna, mlečna, citronska, pelargonska...), eteričnih

olja (olivno, evkaliptusovo, eugenol, olje agrumov, d-limonen...), rastlinskih izločkov (npr. izločki križnic) ali koruznega glutena. Takšne snovi so zelo zanimive za športne terene. Uporaba omenjenih snovi je v RS trenutno še vedno obravnavana kot kemično zatiranje in uporabnikom ni na voljo. Enako velja za uporabo snovi iz kategorije detergentov, katerih status še ni dorečen. Na svetovnem trgu se pojavljajo nove generacije biotičnih mikroherbicidov –bakterioherbicidov, pripravkov na osnovi gliv in bakterij. Omogočajo biotično zatiranje, a so registrirani kot FFS oziroma herbicidi. Primer biotičnega pripravka, ki dobro zatira ambrozijo, je Opportune TM (na podlagi organizma *Streptomyces acidiscabies*). O učinkovitosti alternativnih naravnih pripravkov je na voljo več študij, med katerimi izpostavljamo študije iz ZDA, ki so jih predstavili avtorji Barker in Prostak (2009, 2014) ter Young (2004).

Pot uporabi alternativnih pripravkov je tudi v RS še vedno odprta in lahko poveča učinkovitost mehanskih in fizikalnih metod zatiranja. V zadnjih letih smo pričali velikemu napredku v razvoju tehnike za mehansko in fizikalno zatiranje plevelov. Na trgu so na voljo številne naprave, ki omogočajo visoko učinkovitost in storilnost. V priporočilih je predstavljenih le nekaj osnovnih tipov, izmed več kot 100 različnih tipov naprav in orodij. Orodja niso specializirana zgolj za zatiranje ambrozij, temveč služijo zatiranju plevelov na splošno, zato je potrebno v tem kontekstu razumeti tudi njihovo uporabo. Ko jih uporabimo, zatremo množico različnih plevelov in med njimi tudi ambrozijo. Ambroziji lahko prilagodimo termin uporabe in tudi delovanje določene naprave. V priročniku so omenjena številna orodja, ki niso neposredno dostopna na slovenskem trgu, vendar imamo v RS dostop do vseh svetovnih trgov ter tako praktično vso omenjeno opremo na voljo. Opisovanje posameznih svetovno priznanih podjetij, katerih naprave uporabljajo po velikih mestih v EU ali na velikih kmetijskih posestvih po svetu, ni komercialne narave, ampak služi zgolj kot pregled možnosti nabave opreme. Namenoma smo podali podatke o spletnih straneh, da lahko bralec samostojno pregleda tehnične podrobnosti opreme in cene ter vzpostavi kontakt s ponudniki.

2 Splošno o razvojnih značilnostih ambrozij

Za uspešno izvedbo alternativnih metod zatiranja je potrebno dobro poznavanje razvojnih značilnosti rastline in njene sposobnosti za regeneracijo po različnih poškodbah (košnja, ogenj, para...). Morfološke značilnosti različnih vrst ambrozij so bile v preteklosti predstavljane v številnih virih in jih v tem besedilu ne bomo predstavljali. Natančnejši opis morfoloških značilnosti je na voljo tudi v delu Obvladovanje pojava invazivnih rastlin (neofitov) in ohranjanje biodiverzitete na vodovarstvenih območjih (Lešnik, 2017), ki je dostopno na spletni strani. V teh priporočilih obravnavamo zatiranje pelinolistne ambrozije, ki je enoletna rastlina in prične vznikat v začetku aprila. Vznika praktično vso poletje. Cveteti prične v sredini julija, prva semena so zrela v začetku septembra. S cvetenjem po navadi prične, ko dan postane krajši od 14 ur, vendar opažamo, da nekatere rastline zacvetijo tudi pri 15 urnem dnevu. Najpoznejši razvojni krog, ko rastlina semeni konec oktobra nastopi, če rastlina vznikne v sredini avgusta. S krajšanjem dneva se izrazito pospeši razvoj rastlin. Na ozemlju RS so sicer v zadnjih letih bile najdene posamezne rastline drugih vrst ambrozij, vendar trenutno nimamo podatkov o ustaljenih populacijah drugih vrst. Za načrtovanje zatiralnih ukrepov, ki naj bodo izvedeni pred pričetkom cvetenja, je potrebno poznavanje fenologije ambrozij.

Trikrpa ambrozija (*A. trifida*) je primarno plevel njiv in ekosistemski plevel ob vodnih površinah. Zanj razvoj ob transportni infrastrukturi ni značilen. Ozkolistna (*A. tenuifolia*) in trajna ambrozija (*A. psilostachya*) sta predvsem plevela kmetijskega travinja, razvijata pa se tudi na travinju ob transportni infrastrukturi. Ker sta omenjeni vrsti trajna plevela, imata dobro obnovitveno sposobnost po košnji ali mulčenju. Nasploh imajo ambrozije dobro obnovitveno sposobnost po košnji ali mulčenju, kar jim omogočajo v zalistjih oblikovani speči rezervni brsti, ki odženejo po poškodbi rastline (slika 1). Ko ambrozijo izpulimo, se rastlina izsuši v kratkem času in hitro izgubi sposobnost ponovnega vraščanja v tla. Zaključimo lahko, da ambrozije dobro regenerirajo po košnji, če jih izrujemo iz tal pa slabo. Enoletne vrste slabo prenašajo tudi zasipanje s tlemi. Pri mladih rastlinah ambrozije (velikost zgolj nekaj cm) že pokrivnaje tal s 5 cm slojem vodi v propad večine rastlin. Pri trajnih vrstah prekrivanje rastlin, razvitih iz rizomov in korenin, tudi z debelejšimi plastmi tal, ni učinkovito. Pelinolistna ambrozija je občutljiva na poškodbe ognja in vroče vode in jo zato lahko s fizikalnimi metodami uspešno zatiramo. Za 3 do 10 cm velike rastline je letalna izpostavitve temperaturi plamena 600 °C za čas 0,1 sekunde, vroči pari pri 110 °C za 0,1 sekundo in mikrovalovnemu sevanju gostote 200 J/cm² za 2–3 sekunde.



Slika 1: Obnovitev pelinolistne ambrozije po košnji iz spečih zalistnih brstov.

Preglednica 1: Fenološke značilnosti različnih vrst ambrozij – ocena za razmere osrednje Slovenije

VRSTA:	Mar.	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	Sept.	Okt.	Nov.
<i>A. artemisiifolia</i>						S	S	S	S
<i>A. maritima</i>						S	S	S	S
<i>A. trifida</i>							S	S	S
<i>A. psilostachya</i>								S	S
<i>A. psilostachya*</i>								S	S
<i>A. gregi</i>								S	S
<i>A. gregi*</i>								S	S
<i>A. tenuifolia</i>								S	S
<i>A. tenuifolia*</i>								S	S
<i>A. tomentosa</i>								S	S
<i>A. tomentosa*</i>								S	S
<i>A. confertiflora</i>								S	S
<i>A. confertiflora*</i>								S	S
Vznik									
					Cvetenje				

Preglednica 2: Nekateri parametri iz fenologije ambrozij (ocene za osrednjo Slovenijo za populacijo, ki vznikne v prvem tednu aprila in populacije, ki se razvijejo na žitnem strnišču)

Vrsta:	Tempera tal za začetek vznikanja (5 cm (°C)	Najkrajši čas od vznika do začetka cvetenja (dni)	Dolžina noči za začetek cvetenja (ur)	Najkrajši čas od začetka cvetenja do prvih zrelih semen (dni)
<i>A. artemisiifolia</i>	8-10	110 (strnišče 25)	7,2 – 8,1	40
<i>A. maritima</i>	12-14	120	7,5 – 8,5	55
<i>A. trifida</i>	7-9	135 (strnišče 40)	8,0 – 8,5	60
<i>A. psilostachya</i>	9-11	130 (strnišče 80)	8,2 – 8,5	60 ns
<i>A. psilostachya*</i>	8-9	115	8,2 – 8,5	50 ns
<i>A. grayi</i>	10-13	130 (strnišče 90)	8,4 – 8,8	65 ns
<i>A. grayi*</i>	11-13	120	8,4 – 8,8	60 ns
<i>A. tenuifolia</i>	9-10	120 (strnišče 90)	7,5 – 7,7	60 ns
<i>A. tenuifolia*</i>	8-9	110	7,5 – 7,7	50 ns
<i>A. tomentosa</i>	10-13	135 (strnišče 90)	8,4 – 8,7	70
<i>A. tomentosa*</i>	11-13	125	8,4 – 8,7	60
<i>A. confertiflora</i>	10-13	150	8,4 – 8,8	80 (**)
<i>A. confertiflora*</i>	9-12	140	8,4 – 8,8	75 (**)

* Trajne rastline, razvite iz rizimov ali korenin. ** v večini let ni možnosti za oblikovanje semen. Strnišče – pomeni, da ambrozijo ob žetvi odreže kombajn in potem rastlina regenerira. Ns – te vrste običajno oblikujejo bistveno manj semen na rastlino kot pelinolistna ambrozija.

K podatkom iz preglednice 2 je potrebno dodati nekaj komentarjev o razvoju ambrozije po košnji. Znano je, da se ambrozije, ki vzniknejo zgodaj, v aprilu in maju, v začetku razvijajo počasi. Takrat imajo rozetasto rast in ne rastejo hitro v višino. Če jih pokosimo v tem obdobju, bodo odgnali stranski brsti v zalistjih, zato bo rastlina razvila več stebel, ki bodo pospešeno rasla v višino in se pripravljala na oblikovanje moškega socvetja. Zgodnja košnja ne zmanjša potenciala za oblikovanje peloda, ki izvira iz moškega socvetja. Če ambrozijo pokosimo sredi poletja, potem razvijejo poganjke, na katerih se dominantno razvijajo ženski cvetni organi. Rastlina 'investira' v ženske cvetove, ker pričakuje, da bodo pelod zagotovljale druge rastline iz okolice. Od košnje poškodovana rastlina ambrozije je lahko oprášena s pelodom, ki pride od populacij, ki so oddaljene desetine kilometrov. Prav ta lastnost dela ambrozijo unikatno, saj ima zelo trdoživ pelod, ki ostane kaliv tudi pri dolgotrajnem potovanju po pokrajini. Za zmanjševanje sproščanja peloda je pomemben razvoj na strnišču pri rastlinah, ki so dobile svetlobo ob žetvi in niso prizadete od košnje, če ni obdelave strnišča. Poškodovane rastline razvijajo ženska socvetja, medtem ko rastline, ki niso bile pokošene, normalno oblikujejo moška socvetja. Neprizadete rastline lahko imajo hiter razvoj in od stadija nekaj listov do cvetenja preteče le 25 do 30 dni. To v praksi

pomeni, da lahko imamo na zanemarjenem strnišču že v relativno kratkem obdobju, do drugega dela avgusta, veliko cvetočih rastlin. Na splošno je o fiziologiji regeneracije ambrozije v različnih režimih košnje na ruderalnih rastiščih možno pridobiti veliko informacij v naslednjih virih: Leskovšek s sod. (2012), Milakovič in Karrer (2009, 2010, 2011), Karrer in Milakovič (2011), Milakovič s sod. (2014a, b) in Pixner (2012).

3 Splošni pregled metod nekemičnega zatiranja rastlin ambrozije

Poznamo veliko nekemičnih metod zatiranja ambrozije in nenehno se pojavljajo nove. Razlikujejo se po porabi energije in po tehnični izvedljivosti v pogledu ergonomije dela v urbanem okolju ali po kapaciteti glede na velikost površin, ki jo lahko obdelamo v kratkem času na kmetijskih zemljiščih. Razlikujejo se tudi po učinkovitosti delovanja, kar pomeni, da po uporabi preteče nekaj časa preden obravnavane rastline propadejo. V prihodnosti pričakujemo masovno uporabo samohodnih robotov, ki bodo plevela zatirali z laserji in si bodo energijo za pogon zagotavljali z vgrajenimi solarnimi paneli. Veliko obeta tudi uporaba naprav, ki plevelne vrste zatirajo z električnim tokom. Tudi biotično zatiranje z uporabo mikroorganizmov je v intenzivnem razvoju.

Na odločitve o primernosti uporabe nekemičnih metod za zatiranje ambrozije v specifičnih okoliščinah vplivajo naslednji dejavniki:

- velikost površin, ki jih moramo obvladati,

- razpoložljivi čas, ki ga imamo na voljo in čas, dovoljen za motnje na javnih površinah zaradi izvajanja del,
- selektivnost metod do rastlin, ki niso predmet zatiranja, in do drugih organizmov, ki se nahajajo v rastlinskih združbah, ki so predmet obravnave (pomembno za naravovarstvena območja),
- velikost potrebnih investicij v opremo,
- potrebe po delovni sili in stroški za energente,
- cenovna razmerja med različnimi energenti, strojno tehniko, stroški različno izobražene delovne sile,
- potrebna usposobljenost delovne sile in časovna razpoložljivost delovne sile,
- postopki odstranitve propadlih rastlin,
- zahtevnost terena in arhitektonskih ter hidroloških ovir za delovanje in dostop strojev,
- pohodnost in nosilnost površin, po katerih se vozimo,
- sistemi subvencij za nakup opreme in
- različni socio-ekonomski statusi območji, kjer se izvaja zatiranje plevelov (varovana območja).

Preden se odločimo za nakup opreme za nekemično zatiranje ambrozije je potrebno dobro preučiti našteje dejavnike. Pri nakupih strojev se je dobro predhodno posvetovati z uporabniki, ki že imajo izkušnje z določeno specialno opremo. Pomembna sta tako poraba energije in vzdržljivost materialov kot tudi ergonomija dela, ki odloča o porabi delovnih ur. Običajno se izkaže, da je najbolj premišljen nakup nekoliko dražje opreme priznanih proizvajalcev. Strošek nekemičnih metod zatiranja, upošteva energente, amortizacijo strojev in delovno silo, lahko za en prehod preseže 0,015 evrov / m². Pri vrhunski tehniki z visoko storilnostjo in pogosto letno rabo pa znaša 0,007 evrov / m². Investicije pri sodobnih samohodnih napravah za delo v urbanem okolju znašajo od 200 do 900 evrov na cm delovne širine stroja, pri napravah za delo na njivah pa med 20 in 200 evrov na cm. Informacije o cenah strojev in storilnosti strojev je možno dobiti na spletni strani <https://www.stad-en-groen.nl>, kjer v spletni iskalnik vpišemo frazo Overzicht Onkruidmachines.

Na splošno nekemične metode zatiranja plevelov delimo na:

- mehansko zatiranje (puljenje, košnja, mulčenje, okopavanje, osipavanje, spodrezovanje, prečesavanje, krtačenje, vodni curki velike gostote in hitrosti ter podobno)
- fizikalne metode (uporaba ognja, tople vode in zraka, sevanj (npr. mikrovalovno), elektrike, intenzivne svetlobe in laserskih žarkov, solarnega pregrevanja površine tal...)
- uporaba prekrivnih materialov (zastirke, mulči, agro-tkanine, začasno prekrivaje s ponjavami, nabrizgane umetne ali rastlinske mase, prekrivanje s kamenjem, asfaltiranje...)
- biotične metode (uporaba mikroorganizmov, žuželk, živali in drugih, ki se hranijo s pleveli)
- metode, vezane na izvedbo tehnik gojenja gojenih rastlin (setev dosevkov, podsevkov, kolobarjenje, setev visoko konkurenčnih rastlin ob transportni infrastrukturi...).

4 Mehanske metode zatiranja

4.1 Izvedba metod mehanskega zatiranja na javnih in nekmetijskih površinah

Med javne površine sodi splošna javna infrastruktura v urbanem okolju, parki, igrišča, šole in površine ob transportni infrastrukturi. Poznamo veliko tehničnih rešitev za učinkovito obdelavo velikih javnih površin. Ročno pletje je v glavnem primerno za nasade okrasnih rastlin, kjer ni možno delovati z orodji in s stroji. Navadno ga je potrebno izvesti vsaj dvakrat letno, ko rastline ambrozije dosežejo 10 cm višine in imamo dober oprijem. Pri zasaditvah okrasnih rastlin je pomembno, da pri manipulaciji tal ob morebitnem dovozu na gredice ne pripeljemo takšne, ki je polna semen ambrozije.

Danes omogočajo različne vrste agro-tkanin in zastirk veliko razbremenitev pri zatiranju plevelov zlasti pri trajnih grmovnicah. Če je pnamestitev agro-tkanine in zastirke strokovno izvedeno, z ambrozijo v okrasnih nasadih nimamo težav. Glede na latnosti pokrovnih površin (travinje, zelenica, pločnik, cesta, tlakovci, peščene poti, ...) uporabljamo v glavnem tri postopke zatiranja; košnjo, mulčenje in krtačenje. Na pločnikih, tlakovanih poteh in podobnih odpornih površinah uporabimo **krtačenje**. Na tržišču je veliko naprav številnih proizvajalcev (glej primer na sliki 2).

Ločimo velike samohodne in manjše, vgrajene na gibljiva vlečena ali potisna ogrodja. Večina naprav za krtačenje ambrozijo na poteh brez težav izpuli iz tal in jo zatre. Krtačenje izvedemo preden je ambrozija dobro ukoreninjena. Vrhnji del rastline se pri krtačenju odlomi, zato se rastline regenerirajo. Najbolj učinkovite so naprave z grobimi žičnimi krtačami, ki dobro delujejo tudi na peščeni podlagi. Z rahljanjem zgornjih plasti tal (1–2 cm) spodbudijo nov vznik ambrozije. Tako lahko pospešimo zmanjševanje semenske banke. Upoštevati je potrebno, da zbrani drobir pogosto vsebuje seme ambrozije, zato ga je potrebno odlagati v profesionalne kompostarne. Za urejanje peščenih poti obstajajo posebni priključki, ki zgornjo plast najprej prečešejo, prerahljajo in jo v drugem delu naredijo kompaktno (glej spletno stran <https://www.gartentechnik-horstmann.de/produkte/sonstige-geraete/kotzem-pfl-egegeraet> in <https://www.lipco.com/produkte/anbaugerate/wegesanierung/>).

Na urbanih zelenicah so za preprečevanje razvoja ambrozije potrebni vsaj štirje odkosi letno, z minimalno višino 4 cm od tal. Toliko prehodov je tudi sicer potrebnih, da ima travna ruša ustrezno strukturo, in da nimamo preveč motečih širokolistnih plevelov (regrat, grenkuljica, zlatice, marjetice, kislice...). Ker v bodoče na zelenicah ne bomo več uporabljali herbicidov, bo frekvenco košenj potrebno povečati tudi zaradi drugih plevelov. Zahtevnejše je ukrepanje ob robovih cest, kjer je potrebno poleg odstranjevanja plevelov, zagotoviti tudi druge funkcije (npr. odtekanje vode, preglednost signalizacije, varovanje pred naleti iz nasprotnih pasov, preprečevanje erozijskih procesov...).



Slika 2: Krtače za zatiranje plevelov na poteh

(Vir: <https://www.boels.be>, <https://www.michaelis-maschinenbau.de>).

4.1.1 Zatiranje ambrozije na robovih cest in ob drugi transportni infrastrukturi

Robovi transportne infrastrukture so eno od najbolj pomembnih rastišč za razvoj velikih populacij ambrozije. Neustrezno vzdrževanje robov ob transportni infrastrukturi je značilno prispevalo k trenutnemu obsegu razširjenosti. V preteklosti je bila velika napaka storjena zaradi mulčenje populacij ambrozije v času, ko so rastline že imele razvito seme. Mulčerji so delovali kot sejavnice. Obstajajo študije, ki so natančno predstavile obseg raznašanja semen z mulčerji (glej rezultate projekta **Halt Ambrosia**; <https://ojs.openagrar.de/index.php/JKA/issue/view/1223>). Na

osnovi raziskav iz tujine (Milakovič s sod., 2014a, b) in nekaterih domačih raziskav, izvedenih v lončnih poskusih vemo, da je možno popolnoma preprečiti sproščanje peloda in oblikovanje semen s tremi dobro načrtovanimi prehodi mulčerja. V preglednici 3 so prikazani podatki nekaterih domačih raziskav (Krajnc, 2012, 2015; Šutar, 2018). Ob poštevanju biologije rastline in sistema dela komunalnih podjetij priporočamo, da se prvo mulčenje izvaja konec maja, drugo v sredini julija in tretje v sredini septembra ali konec septembra. Začetek košnje rasti ob cestah moramo prilagoditi bujnosti rasti in zahtevam po vidnosti cestne signalizacije ter kapacitetam strojnega parka, da se obhodi zaključijo pravočasno. Običajno s prvim preходом ne moremo čakati do konca maja. Glede na to, da so prve slane jeseni vedno bolj kasnejše, kaže na to, da zgolj dve košnji ne moreta v popolnosti preprečiti cvetenja in oblikovanja semen pri določenem deležu rastlin. Posledično se lahko v jeseni v oktobru sprosti nekaj peloda in v novembru dozori nekaj semen.

Preglednica 3: Vpliv sistema mulčenja ambrozije ob transportni infrastrukturi na obseg zmanjšanja oblikovanja peloda (- % P) in semen (- % S). Ocena za območje vzhodne in osrednje Slovenije na osnovi domačih raziskav za rastline, ki vzniknejo sredi aprila ali v začetku maja.

Maj			Junij			Julij			Avgust			September			- % P	- % S
1x			1x			1x			1x			1x			100	100
	1x			1x			1x			1x			1x		100	100
		1x			1x			1x					1x		99	99
		1x				1x			1x						95	99
					1x				1x				1x		99	99
1x					1x							1x			93	95
1x						1x						1x			95	97
1x					1x								1x		88	95
1x							1x								80	86
		1x					1x								88	93
				1x					1x						90	95
					1x				1x						95	99
						1x				1x					97	98

1x – izvedba enega mulčenja

4.1.2 Izvedba metod mehanskega zatiranja na kmetijskih površinah

Za dodatno izobraževanje o izvedbi mehanskih metod zatiranja ambrozije na kmetijskih površinah priporočamo branje dodatne strokovne literature; Van der Schans (2006), Wilhelm in Hensel (2011), Mücke in Kreikenbohm (2015) ter Mütter (2017).

Mehansko zatiranje plevelov na kmetijskih zemljiščih je bila edina opcija zatiranja plevelov pred množičnim uvajanjem uporabe herbicidov. Danes se ponovno vračamo k tem tehnikam, vendar orodja izboljšujemo s senzorji, elektroniko in optičnimi napravami. Koncepti mešanja tal, osipavanja, spodrezovanja plevelov pri prehodu delovnih elementov skozi tla in sestoj plevelov, niso bistveno drugačni kot so bili v preteklosti, le regulacija njihovega gibanja je zelo izpopolnjena, da je čim manj poškodb na gojeni rastlini. **Še vedno velja, da lahko plevel obvladamo zgolj z uporabo mehanskih metod le, če smo semensko banko v tleh dovolj zmanjšali.** Pri dovolj nizki semenki banki, zadostujejo zgolj dva do trije prehodi s sodobnimi visoko zmogljivimi in učinkovitimi orodji. V takšnih okoliščinah se zatiranje izide tudi ekonomsko. Dosledno je potrebno izvesti vse integrirane ukrepe za vzdrževanje nizke ravni semenske banke. Pri vsaki površinski obdelavi tal moramo upoštevati, da z vsakokratnim mešanjem zgornje plasti tal na površje, dvigujemo speče seme in ga vzpodbudimo h kalitvi. Tako ene plevela zatiramo, druge aktiviramo. Brez širšega integriranega pristopa mehansko zatiranje ni ekonomsko učinkovito, še posebej na majhnih kmetijah, ki niso sposobne investirati v sodobno opremo.

Dejavniki, ki odločajo o izbiri orodja za mehansko zatiranje ambrozije v poljščinah in vrtninah, so:

- vrste gojenih rastlin, ki jih gojimo (okopavine, žita, vrtnine, travinje, drevesnice...)
- tip tal, pedološke lastnosti tal, nagib terena
- razpoložljivi traktorji (kapacitete različnih tipov mehanskih, hidravličnih in električnih priklopov, medosne razdalje traktorjev, dimenzije platišč...)
- način osnovne obdelave tal (oranje, ohranitvena obdelava, no-till)
- način setve in dimenzije sejalic
- velikost površin, ki jih želimo obdelati.

Med naprave za mehansko zatiranje plevelov sodijo:

- kosilnice, mulčerji, kosilnice na nitko, freze...
- kultivatorji, okopalniki, ogrebalniki, osipalniki, rotacijske motike...
- česala (vzporedna, prečna - valjčna in prečna - tračna, diagonalna, pajkasta)
- brane (klinaste, kotalne, krožne, vrtavkaste...)
- plevelniki (prstasti, zvezdasti, peresasti, vzvojni, košarasti, košasti, pajkasti, vrtavkasti, diskasti, glavnikasti, pnevmatski, ruvalniki...)
- plevelniki z vodljivimi delovnimi telesi različnih oblik (srp, polmesec, zvezda, lok, elipsa, udrti disk...)
- krtače, krtačni plevelniki (vertikalni, bočni, kotalni).

Preglednica 4: Pregled nekaterih priznanih orodij za mehanično zatiranje plevelov in podjetij, ki jih ponujajo

Podjetje:	Orodja:
Annaburger, Nemčija	Č
APV - Technische Produkte, Avstrija	K, Č
Bednar FMT s.r.o., Češka	K, P
Bartschi FOBRO, Švica in Bartschi Agrartechnik, Švica	Kr – krtačni plevelniki, P ogrodni traktorji
Bezzerides Brothers Inc., Kanada	K, P-vzvojni plevelniki
Bingham Ag, ZDA	K s prečko, P, B
Broekema – Rosko, Nizozemska	K, P, Pv, B
Buddingh Weeder Co., ZDA	K, P-prstasti plevelniki
Carre, Belgija in Francija	K, P, Pv, B
Christiaens Agro Systems, Nizozemska	Č-prečna
DULKS, Nemčija	K, P – zobnikasti kultivatorji
Einböck, Avstrija	K, P, Pv, Č, B, senzorska in optična tehnika
Evers, Nizozemska	K
F. Poulsen Engineering ApS., Danska	K, senzorska in optična tehnika, robovator
Gasparido, Italija	K, P, B, Pv, osipalniki
Garford, Anglija	Pv, senzorska in optična tehnika, robocrop
Grimme, Nemčija	K, osipalniki
HAK, Nizozemska	K, Pv, Č, B, senzorska in optična tehnika
Hatzenbichler Agro, Avstrija	K, P, Č, B, senzorska in optična tehnika
He-Va APS, Danska	K, P, Č
Jagoda JPS, Poljska	K, Pv
Jalut Industrie, Francija	K, P, Pv, Č, B
Just Common Sense AB, Švedska	P – combcut plevelnik
K.U.L.T. - Kress umweltschonende Landtechnik, Nemčija	K, P, Pv, B
Kress and Co., Nemčija	Č, B, P, Pv, K, B

Podjetje:	Orodja:
Köckerling GmbH, Nemčija	Č, B, K
Lely Corporation, ZDA	Č, B, K
Maintech Srl, Italija	K, senzorska tehnika
MacTrac, Švedska	K,Pv, krtačniki, senzorska tehnika
MAYA FARDIN, Italija	K,Pv, senzorska tehnika
Metal-co Srl Macchine, Italija	K,Pv, senzorska tehnika
Oliver Agro, Italija	P, Pv, rotošark, rotovert, rotooblizz
Pneumat, Nizozemska	K z zračno podporo
Radis Srl, Francija	K, Pv, senzorska tehnika
Rosko, Nizozemska	K
Schmotzer Maschinenfabrik, Nemčija	K, P, Č, B, senzorska tehnika
Steketee, Nizozemska	K, P, Pv, senzorska in optična tehnika, IC-w
Treffler, Nemčija	K, Č
Thyregod, Danska	K, P, Č, B, senzorska tehnika
Terrateck, Francija	K, P, Pv, B, ogrodni traktorji
Vanhoucke Machine Eng, Nizozemska	K, Č – prečna
Zibo Zinger Mechanisatie, Nizozemska	K, P, Pv

K – kultivatorji, Č – česala, B – brane, P – plevelniki, Pv – plevelniki z vodljivimi delovnimi telesi, Kr – krtačni plevelniki in krtače.

V preglednici 4 so informacije o nekaterih priznanih proizvajalcih naprav, v preglednicah 7 in 8 pa so podatki o spletnih straneh s filmi o delovanju različnih naprav za mehansko zatiranje plevelov. Strani s filmi so zelo uporabne, saj vidimo delovanje orodja v praksi in spoznamo delovanja orodja. Priporočamo ogled filmov različnih svetovalnih služb za pospeševanje kmetijstva, kot so na primer FIBL Švica (<https://www.fibl.org/>) in SARE (<https://www.sare.org/>), PennState Extension (<https://extension.psu.edu/>), ATTRA (<https://attra.ncat.org/>) ter Rodale Institute iz ZDA (<https://rodaleinstitute.org/>).

4.1.3 Uporaba različnih oblik kultivatorjev (angl. cultivator weeder, rotation weeders, nem. Scharhacke mit Starren Zinken oder Federzinken, Rotationshacke)

Kultivatorji (sinonim: rahljalniki, okopalniki, osipalniki, strojne motike...) za medvrstno obdelavo so orodja za nego tal po vzniku poljščin. Tla plitvo prerahljajo in nekoliko premešajo in pri tem zatrejo plevel, vdelaajo gnojila, prezračijo tla in prekinejo skorjo in kapilarni vzpon vode. Lahko imajo toge ali prožne nogače ali tudi vrteče, kotaleče ali nihajoče elemente. Lahko so medvrstni ali v obliki jahačev, pri katerih delovni elementi potujejo preko vrste s poljščino. Na nogače so pripeti lemežki, rezila in krilca (osipalna, razgrinjalna).

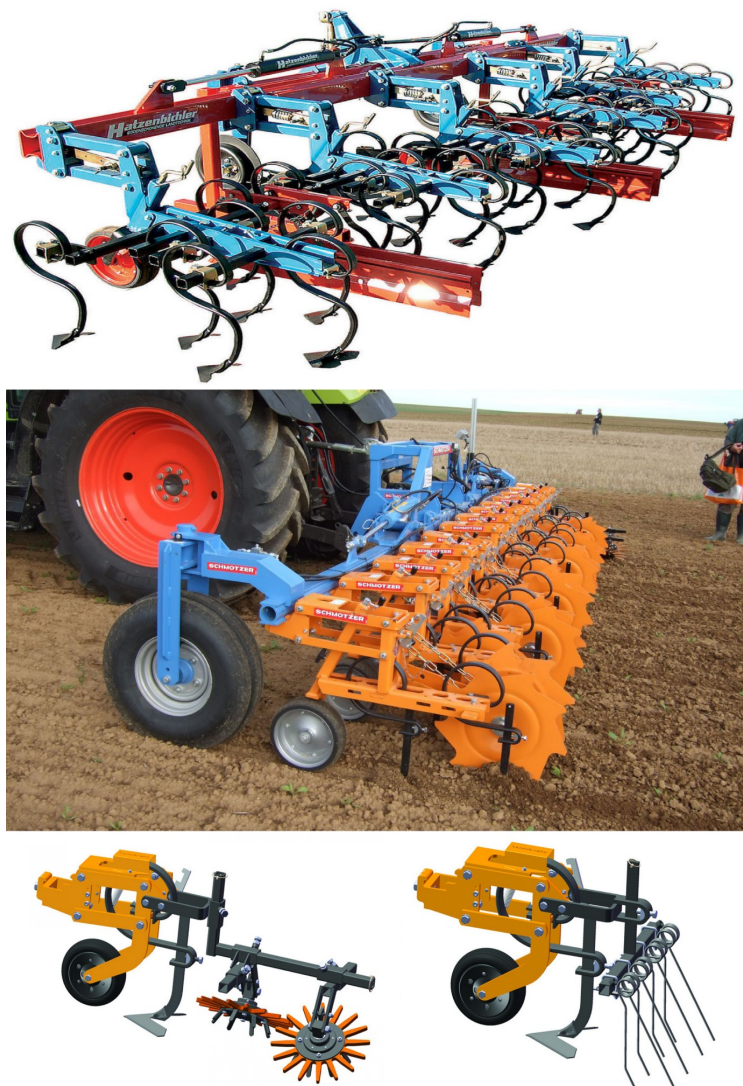
Nogačasti kultivatorji so najbolj pogosta orodja za medvrstno zatiranje plevelov v poljščinah in vrtninah (primer slika 3). Znanih je več kot 30 izvedb za uporabo v večini poljščin, tudi za žita in oljno ogrščico. Razlikujejo se po načinu vpetja in obliki nogač. Nogače so lahko toge ali prožne. Toge nogače imajo pogosto obliko gosje noge ali pa so v obliki pod kotom usmerjenih rezil, prožne pa imajo obliko črke S. Za zatiranje ambrozije v stadiju kličnih listov do višine 10 cm so uporabne vse vrste klasičnih togih ali prožnih nogač. V učinkovitosti med njimi velikih razlik ni. Prožne so bolj primerne za težja zbita tla. Globino potovanja lemežka – rezil prilagajamo drugim plevelov. Za ambrozijo je dovolj, če lemežki delujejo na globini 2–3 cm, saj pri tako plitvem delovanju ne povzročamo velike aktivacije novega vala vznikanja. Različne nogače so primerne za različne tipe tal in različno stopnjo grudavosti tal, zaskorjenosti tal in prekritosti z ostanki. Moderni kultivatorji so opremljeni s senzorsko regulacijo in preko hidravličnih mehanizmov izvajajo kontrolo premikanja delovnih teles. Omogočajo natančnost in veliko hitrost dela. Težave nastopijo, če nismo bili natančni pri setvi in so stiki med prehodi sejalc neenakomerni. Podatek o številu potrebnih prehodov je težko podati. Več kot štiri prehode si v sistemih brez uporabe herbicidov s stališča ekonomike težko privoščimo. Za izvedbo 5 do 6 prehodov potrebujemo stroje velikih delovnih širin in velike hitrosti dela.

Običajno je v naših razmerah zgolj za zatiranje ambrozije, brez upoštevanja drugih plevelov, dovolj eno kultiviranje v koruzi, dve v soji in sončnicah ter tri v sladkorni pesi in v krompirju. Pri krompirju orodja delujejo na principu osipavanja. Ambrozija je v stadiju kličnih listov do 3 listov občutljiva za osipanje, tako da jo je možno z osipalniki dobro zatirati.

Klasični kultivatorji imajo omejene možnosti zatiranja plevela v vrstnem prostoru okopavine. Zato so razvili **plevelnike**, ki z delovnimi elementi vstopajo v vrstni prostor okopavine. Delovanje klasičnega kultivatorja izboljšamo, če imajo nogače še ogrinjalna krilca ali osipalne drsne trakove (nem. Flachhäufler). S krilci zasipavamo ambrozijo, ki se razvija tik ob poljščini. Uporaba osipalnih trakov je možna, če na površini tal ni preveč velikih grud in rastlinskega drobirja. Vedeti moramo, kako dobro posamezna poljščina prenaša zasipanje s tlemi. Velik tehnološki napredek pri kultivatorjih predstavljajo plavajoči samovodljivi kultivatorji, ki delujejo plitvo, blizu površja tal. Primer je nizozemski **kultivator Rosko**. Široka lastovičasta rezila drsijo plitvo po tleh in so pritrjena na prožen jeklen trak, bočno pa sta dva usmerjevalna drsna trakova, ki sledita liniji, v kateri so rastline okopavine. Zelo lahko nosilno

ogrodje brez običajnega paralelogramskega vpetja omogoča velike delovne hitrosti in velike delovne širine (tudi 12 m in več), ki omogočajo obdelati 1 ha v 10 minutah. Poraba strojnih ur je majhna. Orodje je učinkovito za zatiranje ambrozije.

Nekaj opcij uporabe različnih kultivatorjev za zatiranje plevelov v koruzi in v posevku soje je prikazanih v preglednicah 5 in 6.



Slika 3: Primer dveh sodobnih kultivatorjev

(Vir: <https://www.hatzenbichler.com/en/interrow-cultivation>,
<https://schmotzer.de/en/cultivators.html>).

Preglednica 5: Nekaterе možne strategije uporabe različnih orodij za mehansko zatiranje plevela v koruzi. Če je v posamezni fazi navedenih več orodij, so ustrezno kombinirana in zaporedno vpeta.

Pred setvijo Bbch 00	Po setvi pred vznikom Bbch 01	Kalitev Bbch 3	Tik preden koleoptila s tal Bbch 7-8	Koleoptila zunaj nad tlemi 1 cm Bbch 9-10	1 list Bbch 11 3 cm	2 list Bbch 12 4 cm	3 list Bbch 13 8 cm	5 list Bbch 15 15 cm	7 list Bbch 17 40 cm
Č	Č	RM			RM	DČ		K	
PR		Č			Č	DČ			Ko
PR		RM			K-VP		K		ZV
PR		Č			Č	DČ	DČ		Ko
PR		Č					K-PP		K-PP
RM		Č	Č			KP		OŽ	
PR		Č	DČ		OŽ		DČ		Ko
RM			RM			K		K-PP	OŽ
PR		Č				K-PP		OŽ	
PR		RM			RM		K-PP		Ko
PR		Č				K-VP			ZV
Č			OŽ			OŽ	ZV		ZV
PR			Č		Č		KP		ZV
Č						KP		KP	
DČ		OŽ				DČ			KP
PR	Č	Č				Č		KP	

Tipi orodij: PR – klasični predsetvenik, K – klasični nogačasti kultivator, Ko – nogačasti kultivator z osipalnimi krilci ali drsnim trakom, RM – rotacijski pletvenik, ZV – zvezdasti plevelnik, Č – česalo, ČD – diagonalno česalo, PP – prstasti plevelnik, VP – vzvojni plevelnik, KP – košarasti plevelnik, OŽ – ožigalnik.

V Sloveniji primanjkujejo kultivatorji, ki se uporabljajo pri ohranitveni obdelavi tal (angl. **high residue cultivator**). Na njivah z ohranitveno obdelavo imamo na površju tal rastlinske ostanke, ki jih običajni nogačasti kultivatorji brez odgrinjalnih - razpiralnih diskov (angl. coulter blade) porivajo na kup in prihaja do mašenja. Zaradi minimalizacije strojnih stroškov se v zadnjem času pri nas uveljavlja ohranitvena pridelava, brez medvrstnega kultiviranja. Ta pristop nekoliko povečuje zapleveljenost z ambrozijo, saj lahko kali skoraj na površju tal med drobirjem. Ponudnikov high residue kultivatorjev na našem trgu praktično ni, zato je potreben uvoz iz drugih držav. O uporabi teh kultivatorjev so na voljo nasveti svetovalne službe SARE ZDA (<https://www.sare.org/Learning-Center/Books/Steel-in-the-Field/Text-Version/Row-Crop-Tools/Cultivator-high-residue>). Problem pri ambroziji je, da ima v stadiju 3 do 10 listov relativno plitev koreninski sistem, ti kultivatorji, pa ne morejo delovati plitvo. Rezilo potuje pod glavnim šopom korenin in zato je ambrozija slabše zatrta, še posebej, če po kultiviranju ne nastopi poletna suša. Enako velja za prosaste trave s plitvimi koreninami v začetku razvoja.

Med kultivatorje s kotalečimi se delovnimi elementi uvrščamo **rotacijske motike** (angl. rotarry hoe, nem. Rotationshacke) (glej sliko 4), **kultivatorje s kotalečimi se valji** (angl. cogwheel cultivator), **kultivatorje s cirkularnimi ploščami** (angl. circular saw plate cultivator) ter **košaraste kultivatorje** (angl. rotosark weeder), ki v naših razmerah niso uveljavljena orodja. Uporaba le-teh v zadnjih letih hitro narašča v sredozemskih državah pri zatiranju plevelov v vrtninah. Pri rotacijskih motikah imamo na krožnem obodu pritrjene ozke, rahlo zavite roglje z žličasto razširjeno konico. Ob vožnji se rogljasta zvezda hitro kotali po tleh tako, da roglji površinsko odgrebajo ozek pas tal. Plevel izgrebejo in ga odvržejo. Zelo pomembna je pravilna hitrost vožnje, običajno med 8 in 20 km/h. Hitreje kot vozimo, plitveje delujejo roglji. Orodje je lahko vpeto, da potuje samo med vrstami ali pa potuje vzporedno preko vrst. Rotacijska motika dobro zatira ambrozijo v vseh stadijih. Najprej jo uporabimo pred vznikom poljščine, nato se med vznikom ne uporablja in potem dvakrat po vzniku (običajno pri 1 do 4 listih poljščine). Rotacijsko motiko je možno uporabiti tudi v sistemih z ohranitveno obdelavo tal. Površinski drobir

prodre brez težav in ga enakomerno razmeče, ne da bi se mašil. Ambrozija je občutljiva za to orodje. Uporabljamo ga za zatiranje v pšenici, koruzi, soji in sončnici. Z rotacijsko motiko lahko delamo tudi pri delno zaskorjenih tleh. Uporabna je za razbijanje skorje na težkih brezstrukturnih tleh. Za ta uporabljamo nizke vozne hitrosti, da skorja razpada počasi, in da s premeščanjem skorje ne premeščamo še neukoreninjenih vznikajočih rastlinic. Storilnost tega orodja je lahko velika (1 ha / 30 minut).

Rotacijski motiki sorodno orodje je **zvezdasti plevelnik** (glej sliko 4). Tega uporabljamo v medvrstnem prostoru, a je obseg vstopanja v vrstni prostor omejen. V izrazoslovju je pogosto zmešnjava. Uporabljajo se izrazi kot so: angl. spyder weeder, roll star interrow cultivator in nem. Sternrollhacke, Rollhacke mit Stern. Značilen primer orodja, ki se veliko uporablja v sosednjih državah, je naprava Hatzenbichler Rollstar (glej na <http://t3.hatzenbichler.com/hatzenbichler/en/products/inter-row-cultivation/rollstar-cultivator.html?detectflash=false>). Običajni zvezdasti plevelniki imajo več zvezdastih elementov, ki so pripeti na nosilno cevasto roko. Zvezdasti elementi imajo krake le rahlo zavite iz osnovne ravnine ali pa močnejše upognjene. Kraki so lahko trikotni ali pa pravokotni. Zvezdaste elemente pod različnimi koti usmerimo diagonalno na vrsto ali greben okopavine. Običajno je vpetje na cevnem nosilcu, tako da lahko hitro ustvarimo zelo različne kote zvezd z odvijanjem in ponovnim privijanjem pritrdilnega prstana. Mehanizem delovanja je ruvanje plevelov in zasipanje. To je kombinirano orodje, ki ga lahko uporabimo v zelo različnih poljščinah. Tla razgrebemo ali pa zgrebamo. Uporaben je za zagrebanje velikih plevelov, ki so 'ušli' v vrsti koruze, soje, sončnice ali krompirja. Z njim lahko uspešno zatremo tudi kasnejše stadije ambrozij v poljščinah, ki dobro prenašajo osipavanje. Potrebne so izkušnje glede nastavitve kota zvezd in hitrosti vožnje. Nakup takšnega orodja je ekonomičen, ker ga je možno uporabiti v zelo različnih kulturah. Večkrat je zvezdasti plevelnik nameščen na klasične nogačaste okopalnike, kot zadnje orodje v vrsti. Uporaben je za koruzne njive, prizadete od koruznega hrošča. Osipanje pospeši obnovo koreninskega sistema in poveča stabilnost rastlin. Orodje lahko deluje na njivah s konzervirajočo obdelavo. Potrebna je majhna hitrost dela. Delno zatira tudi trajne plevela.

Po delovanju drugačni kotaleči kultivatorji za medvrstno kultiviranje so **kultivatorji s kotalečimi se valji** in **kultivator s cirkularnimi ploščami** (glej sliko 5). Primer prvega je ABRAH

(DULKS GmbH; glej <https://www.youtube.com/watch?v=OmLPP2n0lbw>).

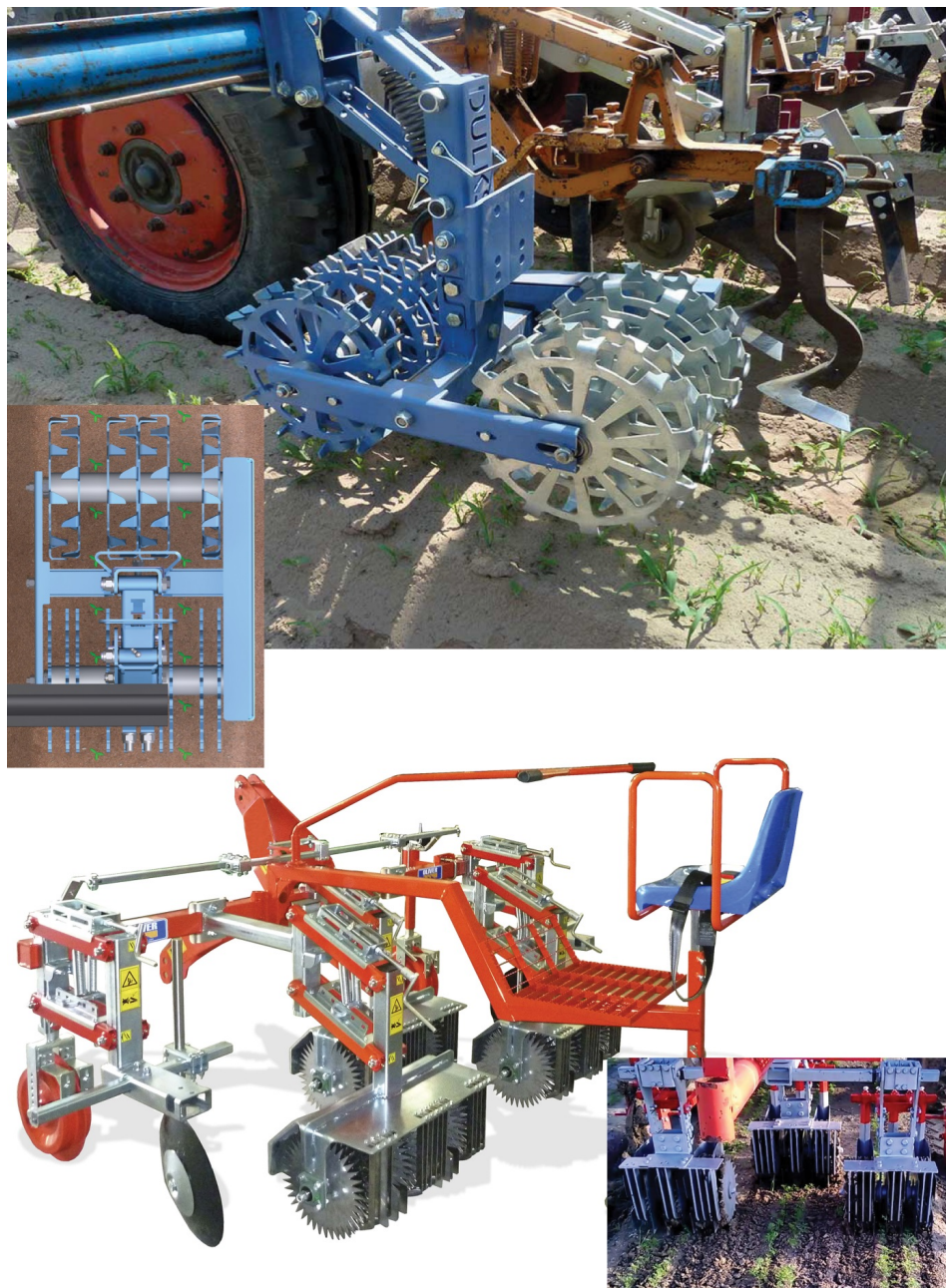
Kultivator ima na osi vpetih več vrst valjarjev, ene z ravnimi zobci in druge s pravokotno zavrtimi zobci. Zobci plitvo obdelajo tla in pri tem zmeljejo plevel. S tem orodjem težko delamo, če imamo na površini tal veliko skeletnih delcev. Drug primer orodja iz te skupine je kultivator COLIBRI

(Oliver Italija; glej <https://www.youtube.com/watch?v=2hOcN4eLOik>).

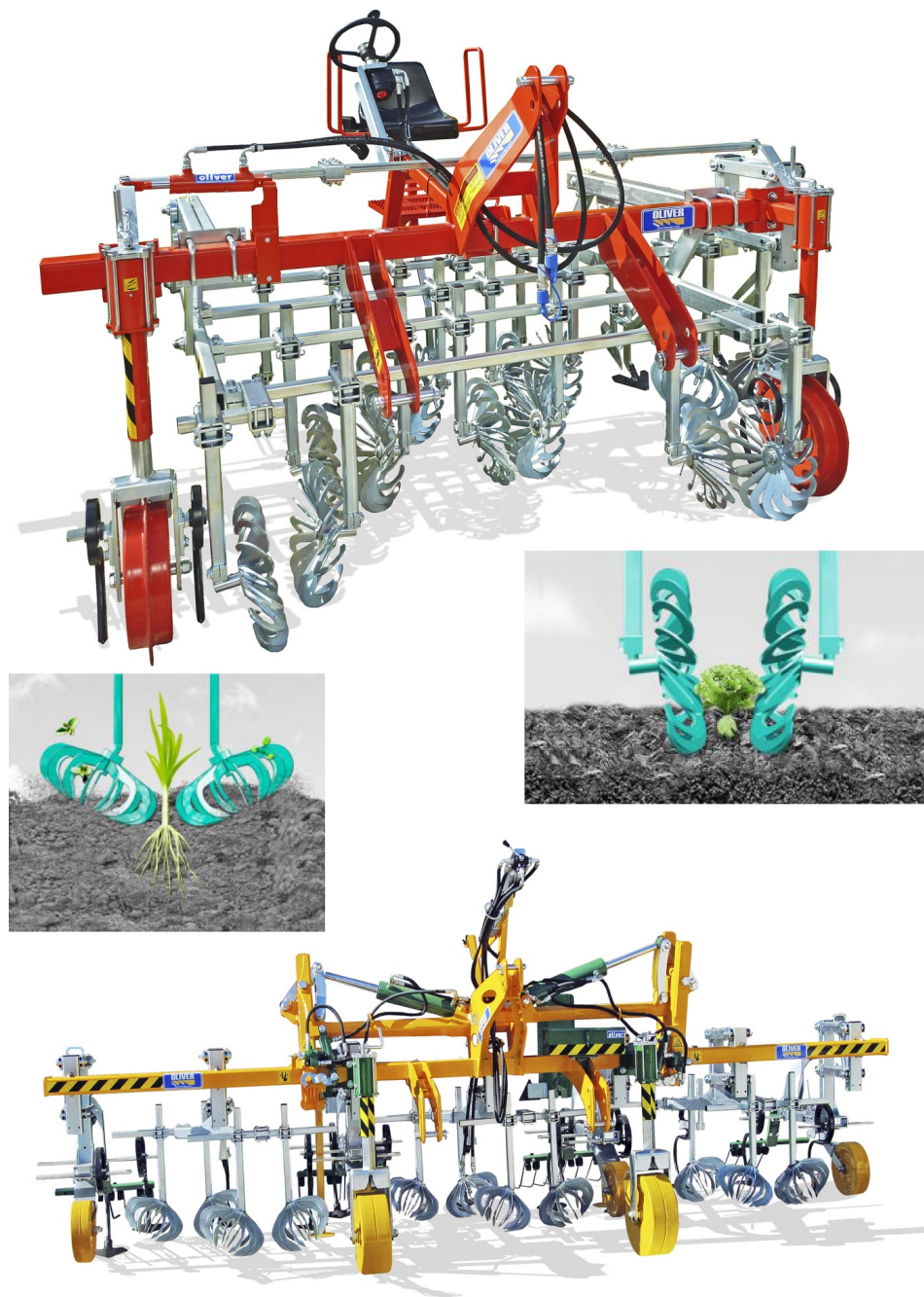
Orodje ima zelo tanke okrogle delovne plošče v obliki rezalnega lista cirkularne žage. Delovne plošče so vpete tesno skupaj in orodje omogoča natančno delo z zelo majhnimi medvrstni razdaljami (5–7 cm). To je moderno orodje za zatiranje plevela v korenčku. Cirkularne plošče plevel izpulijo in zmeljejo plevel. Orodje zahteva zelo natančno vodenje, ima pa hidravlični sistem za pomikanje in nastavljanje položaja plošč. Ne moremo ga uporabljati, če je na zemljišču veliko kamenja. Potrebuje natančno in vodoravno oblikovane sejalne grebene. Zelo sodobno tehniko **košarastih kultivatorjev** so razvili pri podjetju Oliver (Italija). Delovni element je vrteči se rotor v obliki narobe obrnjene košare (rotosark sistem). Položaj rotirajoče košare je lahko skoraj vodoraven ali skoraj navpičen (glej sliko 6). Izvedba z vodoravno postavitvijo se imenuje rotobliz, izvedba s pokončno nastavitvijo pa rotovert. Rotobliz je primeren za običajne okopavinske poljščine, rotovert pa za vrtnine. Obod košare pri vrtenju strižno odgrinja nekaj cm zgornje površine tal. Ker je obod polkrožen in presledno votel, košara delno vstopa tudi v notranjost vrstnega prostora poljščine. Tovrstna orodja (rotosark) so na voljo v različnih izvedbah po naročilu, posebej za različne vrste poljščin in vrtnih. Učinkovito zatirajo veliko vrst plevelov in tudi ambrozijo. Površino tal precej premešajo, zato lahko vdolajo mineralno gnojilo in trgajo površinsko skorjo tal.



Slika 4: Rotacijski pletvenik (spodaj) in zvezdasti plevelnik (zgoraj)
(Vir: <https://www.hatzenbichler.com/en/>).



Slika 5: Kultivator z valjarji (zgoraj) in kultivator s cirkularnimi ploščami (spodaj)
(Vir: <http://www.dulks.de/>, <https://www.oliveragro.com/product/horticulture/rotosark-en/>).



Slika 6: Kultivatorji rotovert in rotohliz
(Vir: <https://www.oliveragro.com>).

4.1.4 Uporaba različnih oblik česal (angl. tine weeder, nem. Striegel)

Česala imajo toge ali prožne jeklene žbice. Pri običajnih česalih (angl. tine weeder, nem. Zincken striegel) (glej sliko 7) žbice potujejo vzporedno s smerjo setve poljščine v vrstnem in medvrstnem prostoru. Vlečemo jih po tleh, pri čemer jih vzmeti ali okvir stiskajo v tla. Ko rogelj zadene ob plevel, ga izpuli. Za učinkovito uporabo so pomembni razvojni stadiji plevelov; stadij belih nitk, stadij kličnih listov in stadij prvih dveh pravih listov. Poznamo še **prečna rotirajoča česala** (angl. cross row tine weeder – crossweeder), kjer so žbice na vrtilnem valju in bočno vstopajo v vrsto (npr. čebula in česen), **prečna tračna česala**, kjer so žbice na neskončnem traku in tudi vstopajo v vrsto bočno (glej sliko 8) ali pa **diagonalna rotirajoča česala** (angl. rotary tine weeder, nem. Rollstriegel, Igel-striegel) kjer na obodu kroga nameščene žbice diagonalno vstopajo v vrstni prostor. Žbice so lahko na koncu ostre, zaobljene ali rahlo zavite (L zaključek, primer Bezzerides weeder).

Strokovna uporaba česal ni preprosta. Na spletu so dostopni priročniki z navodili o uporabi glede na razvojni stadij poljščine, velikosti plevela in nastavitve žbic. Za uspešno uporabo česal je potrebno nekaj let prakse. Sistem uporabe različnih česal (Einböck, Treffler, Hatzenbichler, Carre, Kovar, Liley...) je različen. Čeprav so si česala različnih proizvajalcev podobna, se razlikujejo po regulaciji sile žbice na podlago in kota žbice, pod katerim vstopa v tla. Pri nekaterih lahko reguliramo celotna krila (mehansko ali hidravlično), vsako vrsto žbic ločeno ali vsako žbico posebej (vzmeti in zatična lestvica). Zaključni koti žbic so različni (40-60 °), dolžina žbic je različna in tudi prožnost materiala se razlikuje. Te razlike odločajo o načina vibriranja žbic med vožnjo. Če je zaključni kot bolj pravokoten, žbice močnejše pulijo plevela in tudi močnejše prizadenejo gojeno rastlino. Z veliko mero občutka moramo najti prag sile, ki jo prenese dobro ukoreninjena poljščina in je ne prenese plevel. To mejo najdemo s spreminjanjem nastavitve in opazovanjem pred pričetkom dela. Če povečamo hitrost vožnje, se poveča učinek osipavanja/ zasipavanja plevelov. V preteklosti je ambrozija veljala kot okopavinski in ne žitni plevel. V zadnjih letih opažamo, da lahko vznika že v marcu, in če imamo razredčen sesto pšenice in ječmena, potem uporabimo pozno rabo česal. V času vznikanja je ambrozija povprečno občutljiva za delovanje česala, v stadiju enega do dveh listov pa bolj. S poznim prečesavanjem žit zatremo ambrozijo s polovičnim uspehom in spodbudimo k vznikanju nove valove semen, če so na njivi že velike semenske banke. V ekološki pridelavi ozimnih žit so potrebna vsaj štiri prečesavanja (v BBCH 05, 12, 14 in 20).

V koruzi klasična česala (npr. Treffler ali Einbock, Hatzenbichler) uporabimo vsaj dvakrat v fazi dveh in štirih listov (glej nekatere možnosti uporabe v preglednici 5). Problem pri delu so lahko težka, površinsko zablatena zbita tla. Žbice ne prodrejo v globino in ne pulijo plevelov. V soji moramo prehode ponoviti večkrat, a je soja občutljiva za prehode česala. Praktične izkušnje so pokazale, da soja prečesavanje dobra prenaša v stadiju prvih dveh razvitih listov (BBCH11) in da je dobro delati popoldan, v vročem vremenu. Rastline, ki so uvele, so bolj elastične in tkivo se lažje prilagodi žbicam. Popoldan v vročini je manj poškodb. V preglednici 6 so prikazani nekateri možni pristopi v soji. Podoben pristop kot v soji imamo lahko v sončnicah. Klasično česalo, s posamično prilagodljivimi žbicami, lahko uporabljamo v krompiriščih. Nekateri tipi se dobro prilagodijo grebenom, drugi pa slabše. Grah in sončnice dokaj dobro prenašajo poškodbe od česal, medtem ko sladkorna pesa, buče in ogrščica pa slabše.

Diagonalna česala so razvili pred kratkim (glej sliko 7). Žbice so vpete v krožni obod in v vrsto okopavine vstopajo bočno diagonalno. Ob vstopu odrinejo plitvo plast tal in poškodujejo plevel. Ambrozijo dobro zatrejo do stadija 3 listov, pozneje pa slabše. Njihova prednost je, da je konstrukcija lahka in lahko imamo velike delovne širine, tudi nad 12 m, in s tem velike storilnosti. Obdelavo 1 ha lahko opravimo v 15 minutah. Delo se izvaja v suhem vremenu, površina tal je lahko srednje grudasta. Če delamo na zaskorjenih tleh, lahko nekoliko razrahljamo skorjo, ne smemo pa delovati preveč globinsko, saj začnejo delci zaskorjenih tal frčati naokrog in poškodujejo poljščino. Diagonalna česala imajo večnamensko uporabo. Lahko jih uporabimo v žitih, na travinju in v okopavinah ter za razmetavanje slame na strnišču, tako povečamo ekonomiko česalnika. Ena izmed prednosti tega orodja je, da lahko delamo tudi na njivah s konzervirajočo obdelavo tal dokler imamo 30 do 40 % prekritost tal s kratkim drobirjem. Česalo pri tem razmetava drobir, a se ne maši.

Preglednica 6: Nekatere možne strategije uporabe različnih orodij za mehansko zatiranje plevela v soji. (Če je v posamezni fazi navedenih več orodij, so ustrezno kombinirana in zaporedno vpeta.)

Pred setvijo Bbch 00	Po setvi pred vznikom Bbch 01	Kalitev Bbch 3	Tik preden klični list pogleda iz tal Bbch 7-8	Klični list mad tlemi 1 cm Bbch 9-10	1 par listov Bbch 11 3 cm	2 para listov Bbch 12 4 cm	3 list (1 trolist) Bbch 13 8 cm	5 list (3 trolist) Bbch 15 15 cm	7 list (5 trolist) Bbch 17 30 cm
PR	RM	Č			DČ		Č		K
PR		Č			Č		K	K-PP	
PR		Č			Č	K-OŽ	K	K-PP	
PR	RM				Č	K-VP	K		Ko
PR			OŽ		Č	OŽ	K-PP	OŽ	
PR		RM			RM	DČ	K-PP		KP
PR		OŽ			DČ	OŽ	K-PP		KP
PR		Č			Č	DČ	DČ		Ko
PR		Č			K-VP		K		ZV
PR		Č		OŽ		K-PP		OŽ	
Č	Č		OŽ	OŽ			KP		Ko
Č	Č		OŽ	OŽ		K		Ko	
Č			OŽ			OŽ	Ko	K-PP	ZV
PR	OŽ		OŽ			DČ	KP		Ko
DČ		RM		OŽ		DČ			KP

Tipi orodij: PR – klasični predsetvenik, K – klasični nogačasti kultivator, Ko – nogačasti kultivator z osipalnimi krilci ali drsnim trakom, RM – rotacijski pletvenik, ZV – zvezdasti plevelnik, Č – česalo, ČD – diagonalno česalo, PP – prstasti plevelnik, VP – vzvojni plevelnik, KP – košarasti plevelnik, OŽ – ožigalnik.



Slika 7: Klasično in diagonalno česalo

(Vir: <https://www.hatzenbichler.com/en/>, <https://www.utilajecagricole.ro>).



Slika 8: Prečno česalo (crossweeder) Christiaens – zgoraj in Van Houke dvarsweeder spodaj
(Vir: <http://christiaensagro.com/en/>, <https://vanhoucke.engineering/en/>).

Med česala lahko pogojno uvrstimo tudi sistem **CombCut** (glavničasto česalo) (glej sliko 9). To orodje ima na vodoravnem grebenu nameščeno veliko število diagonalno postavljenih rezil in daje videz delovanja kosilnega grebena kosilnice ali kombajna. Ko greben z noži potuje skozi sesto žita, žito spolzi med rezili brez poškodb, pleveli pa nudijo dovolj velik upor, da jih noži odstranijo. Preko grebena z noži rotirajo plastične krtače, ki odstranjujejo odstrižene dele plevela. Orodje je najbolj uporabno v žitih za pozno odstranjevanje plevelov, ki so se prebili skozi sesto. Med takšne sodi tudi ambrozija, sicer pa so takšni pleveli še križnice, osat, škrbinke, lakote in drugi. Uporaba je možna od stadija, ko so žita visoka približno 15 cm, do obdobja tik pred klasenjem, ko orodje ustrezno dvignemo. Orodje olajša žetev. S ComCut orodjem je možno zatirati tudi plevel v soji, sladkorni pesi in v drugih podobnih kulturah, kjer so pleveli značilno višji od poljščine. Pri zatiranju pred žetvijo je pomembno, da plevelu preprečimo oblikovanje semen.



Slika 9: Glavničasto česalo CombCut
(Vir: <http://www.justcommonsense.eu/>).

4.1.5 Uporaba različnih oblik bran (angl. harrow, nem. Egge) in sistem slepe setve

Brane so orodja, ki imajo kombinirano uporabo, za predsetveno pripravo tal in za zatiranje plevelov. Konstrukcijsko so sorodne kultivatorjem. Klasične brane za predsetveno pripravo uporabljamo za zatiranje plevelov predvsem pri izvedbi sistema »**slepe setve**«, za medvrstno obdelovanje po vzniku pa ne. Sistem slepe setve (**ang. false and stile seedbed, nem. Falsches Saatbeet**) je prastar način zatiranja plevelov. Je zelo uporaben za zatiranje ambrozije na njivah, kjer imamo velike semenske banke, saj omogoča izčrpavanje zaloga semen iz semenske banke. V ekološki pridelavi ga pogosto kombiniramo z uporabo ognja. Uporabimo orodja kot

so kotalne brane, česala in lahke brane s prožnimi zobci (tip predsetvenika). Sistem slepe setve lahko izvedemo na več načinom: a) (false seedbed) s predsetvenikom opravimo en prehod preko zimske brazde. Ta aktivira plevela, da vzniknejo. Teden kasneje opravimo drugi prehod. Sledi setev in pred vznikom poljščine izvedemo prečesavanje s česalom, rotacijskim prekopalnikom ali prehod z ožigalnikom. b) (stale seedbed) izvedemo predsetveno pripravo, počakamo en teden, izvedemo setev in potem pred vznikom poljščine izvedemo dve prečesavanji ali ožiganje. Pomembno je, da prečesavamo plitvo, saj v nasprotnem primeru na površje izrujemo novo seme in imamo dodatni val vzniklih plevelov. Pri pridelavi vrtnin uporabljamo posebne priključke, ki pripravijo sadilni greben in ga zelo natančno plitvo prečešajo (<https://www.bhu.org.nz/future-farming-centre/information/bulletin/2015-v4/false-and-stale-seedbeds-the-most-effective-non-chemical-weed-management-tools-for-cropping-and-pasture-establishment>). Dobra plat prečesavanja je, da tal ne umrvimo preveč, saj so na težkih tleh manjše možnosti za zaskorjenje. Česala ne delujejo dobro na njivah z ohranitveno obdelavo tal (mašenje površinskega drobirja).

Kotalne brane (angl. rolling harrow, nem. Rollendewalzegge) so uporabne za izvajanje sistema slepe setve. Delujejo zelo plitvo in strižno odstranijo plevel (<https://www.umequip.com/tillage/seedbed/rolling-harrow/1645d/>). Ambrozija je v stadiju od kličnih listov do dveh listov občutljiva za delovaje tega orodja. Brananje izvedemo na suhem zemljišču. Prednost tega orodja je, da lahko ima zelo velike delovne širine in storilnosti. Hektar lahko obdelamo v desetih minutah. Dobro izravnajo tla, kar omogoča dobro delovanje sejalnice. Pazimo, da tal ne umrvimo preveč, saj se lahko pojavi zaskorjenje. Kotalne brane je možno uporabiti na njivah z ohranitveno obdelavo tal, ker se ne mašijo z drobirjem.

Kotalne brane so zelo zanimive tudi kot miniaturna ročna orodja z veliko storilnostjo. Ozki letvasti valji so pripeti v okvir, ki ga z ročico porivamo po njivi (orodje Terratrek <https://www.youtube.com/watch?v=8SbMVsv714w>). S takšnim orodjem lahko v kratkem času obdelamo veliko površino vrtnin. Zelo primerno je za manjše ekološke kmetije. Valji so lahko tudi stožčaste oblike. Dobimo tako imenovane »cono« **plevelnike** (angl. cono-weeder). Uporaba in učinkovitost je podobna kot pri valjastih kotalnih ročnih branah.

Med branami velja omeniti še **vrtavkaste brane**, ki so sicer stroji za predsetveno pripravo tal, poznamo pa številne izvedbe za zatiranje plevelov, ki jih imenujemo **vrtavkasti plevelniki** (angl. rotary weeder, cycloid hoe, nem. Zinkenrotorhacke) (glej sliko 10). Delujejo na enoletne in večletne plevelce. Na trajne plevel delujejo globoko delujoči vrtavkasti plevelniki, ki so vodeni senzorsko samodejno ali ročno preko hidravličnih ročic, ki jih upravlja oseba, ki sedi na sedežu za plevelnikom (stroji podjetij Terrateck, Maya, Fardin, Univerco, Jagoda in Metal-Co). Oblika in število žbic na glavi je zelo različno. Imajo lahko dve do tri ploščate ravne žbice, delno zavite žbice ali pa pajkasto strukturo iz prožnih žbic (angl. rotor tine weeder). Poznamo vrhunske izvedbe cikloidnih vrtavkastih avtomatskih, senzorsko vodenih orodij (Greipentrog s sod. 2006; Gulholm-Hansen, 2007).



Slika 10: Vrtavkasti plevelnik Terrateck – zgoraj in vrtavkasti plevelnik Zuza
(Vir: <http://www.terrateck.com>, <http://www.jagoda.com.pl/>).

4.1.6 Uporaba različnih oblik plevelnikov

Plevelniki so sodobna tehnološka nadgradnja klasičnih kultivatorjev – okopalnikov. Poznamo vsaj 10 tipov plevelnikov z različno oblikovanimi delovnimi elementi, ki v različnem obsegu posegajo v vrstni prostor okopavine. Delovne hitrosti so običajno majhne od 3 do 5 km/h. Za kvalitetno delo zahtevajo natančno vodenje, pri čemer tla ne smejo biti grudasta ali zaskorjena. Različne tipe delovnih elementov pogosto kombiniramo med seboj ali pa z nogačastimi kultivatorji. Dobro zatirajo majhne plevelce in delujejo plitvo. Trajnih plevelov ne zatirajo in nekoliko slabše delujejo na enoletne travne plevelce. Med najbolj pogosto uporabljene plevelnike sodijo **prstati plevelniki** (angl. finger weeder, nem. Fingerhacke). Delovni element je krožna plošča, na obodu katere so pripeti gumijasti ali plastični prsti (kot nek rogljat valjar). Prsti so togi ali prožni. Obod je pod kotom orientiran v vrsto okopavine na način, da se vrti in pri vrtenju prsti izmenično vstopajo in izstopajo iz vrstnega prostora. Dva prstasta oboda lahko postavimo nasproti, tako da se plevel znajde v njunem primežu. Prsti ga izrujejo in odvržejo. Ta plevelnik lahko zatira plevelce od stadija kličnih listov 3–4 listov. Pozneje postane manj učinkovit. Delovne hitrosti so majhne. Tla ne smejo biti grudasta, zaskorjena ali mokra. Običajno so prstasti elementi pripeti na nosilno roko za vrsto ali dvema klasičnim nogač (glej sliko 11).



Slika 11: Vgradnja prstastega plevelnika v paralelogramsko vpetje v klasični nogačasti okopalnik

(Vir: <https://www.steketee.com/portal/>).

V ekološki pridelavi je pogosta uporaba **košastega plevelnika** (ang. basket weeder, nem. Bügelhacke). To je starodavno zelo uporabno orodje. Pri velikih delovnih širinah priključkov in dobrih pogojih dela nudi visoko storilnost in visoko prilagodljivost. Delovni element je valj, z obodom iz okroglih ali ploščatih šipk. Valj se med vožnjo kotali po tleh in strižno oddrsava nekaj cm tal. Zatira plevela od stadija belih niti do stadija 5 do 6 listov. Ambrozijo dobro zatira v vseh stadijih. Najbolje deluje na zmerno vlažnih tleh, z zmerno grudičasto strukturo. Valji lahko razbijejo skorjo. Pri velikih hitrosti dela (nad 6 km/h) delci tal letijo daleč na okoli in lahko onesnažijo vrtnine. Orodje je preprosto in prilagodljivo. Valjaste koše, različnih delovnih širin, preprosto snamemo ali nataknejo na nosilno os. Za dober pregled nad delovanjem je najbolje medosno vpetje na traktorje ogrodnike. Košasti plevelniki niso draga orodja.

Manj pogosto pri nas uporabljamo **vzvojni plevelnik** (angl. torsion weeder, nem. Torsionshacke) (glej sliko 13) in **peresasti plevelnik** (angl. feather weeder, nem. Federhacke). Ta orodja so vgrajena v plevelnike finih izvedb za uporabo v vrtninah, gojenih na peščenih tleh. Vzvojni plevelnik ima prožno žbico, kot jo poznamo pri česalih v obliki črke L. Na vsaki strani vrste okopavine potuje žbica, ki je s krajšim krakom L, poševno orientirana v vrstni prostor. Žbici med vožnjo vibrirata in drsita plitvo po tleh (1–2 cm). Pri vibriranju zajameta plevela v stadiju belih nitk do prvega lista in ga izrujeta. Orodje učinkovito deluje na mlade plevela na fino obdelanih tleh. Prehode moramo ponavljati večkrat v presledku nekaj dni. Delovne hitrosti so majhne. Grude na površini tal so lahko velike, ker žbice dobro drsijo pod njimi. Peresasti plevelnik ima prožen kovinski trak - pero, ki drsi po površju tal in vstopa v vrstni prostor okopavine in površinsko odstriže plevela. Pero je elastično do stopnje, da se zaradi upora plevelov ne upogne, ko pa se dotakne poljščine – vrtnine, je upor tolikšen, da se upogne, zapusti vrstni prostor in se zaradi prožnosti potem spet takoj vrne nazaj v vrstni prostor. S takšnim orodjem lahko zatiramo samo najzgodnejše stadije vznikajočih plevelov na peščenih zemljiščih brez grud. Orodje ni učinkovito za zatiranje ambrozije.

Med redke tipe plevelnikov sodijo **ruvalniki plevelov**. Običajno so priključeni čelno in imajo vrteče se gumijaste bobne, ki se tesno prilegajo med seboj. Ko se plevel ujema med dva vrteča gumijasta bobna, ga objame, in zaradi premikanja orodja naprej, izruje. Sistem je uspešen za puljenje plevelov, ki po višini občutno presegajo poljščine (npr. krompir, soja, pesa, fižol, zelje, ...). S takšno napravo lahko poleti odstranimo ambrozijo z njiv pese, sojo in krompja.



Slika 12: Prstasti in košasti plevelnik

(Vir: <https://www.tilmor.com/en-us/>, <https://www.kress-landtechnik.eu>).



Slika 13: Vzvojni plevelnik, združen z nogačastim okopalnikom, za vrtnine
(Vir: <http://www.thyregod.com/en/products/interrow-cultivator>, <http://haknl.com/en/>).

4.1.7 Uporaba različnih oblik plevelnikov s krtačami (angl. brush weeder, nem. Hackbürste)

Delovni element **krtačnih plevelnikov** je krtača iz umetnih mas. Ločimo izvedbe, kjer se krtača vrti kot horizontalni valj v medvrstnem prostoru, pri čemer vertikalno orientirane krateče vstopajo v vrstni prostor okopavine bočno, ali pa ščetine krtače vertikalno potujejo preko plevela in preko gojene rastline (angl. vertical rotating brush weeder, nem. Tellerhackbürste). Te naprave dobro zatirajo ambrozijo v stadiju od kličnih listov do višine 5 cm. Krtačenje ponavljamo, dokler so pleveli majhni. Krtače so lahko različno toge. Bolj toge lahko premeščajo tla in pri tem vzpodbudijo kalitev novega vala plevelov. Ne moremo jih uporabljati na mokrih tleh, saj se obod krtače zablati. Grude so lahko velike do nekaj cm. V zelo prašnih razmerah lahko povzročijo onesnaženje vrtnin. Krtače lahko kombiniramo s pnevmatskim zatiranjem. Šoba z zrakom odvrže plevel, ki ga je krtača izruvala in tako pospeši venenje plevela. Orodja niso draga, delovna storilnost je povprečna (0,8 ha/h). Znani so krtačniki podjetja Fobro – Baertschi. Podrobnosti delovanja krtačnikov so predstavljene v delu raziskovalca Fogelberg 1998).



Slika 14: Plevelnik s krtačami
(Vir: <https://www.duijndam-machines.com>).

4.1.8 Uporaba plevelnikov z vodenimi delovnimi telesi (angl. sensor guided precision weeders)

Plevelniki z vodenimi delovnimi telesi veljajo za najvišjo stopnjo razvitosti naprav za mehanično zatiranje plevelov. Imajo delovne elemente različnih oblik (pogosto srpasti, trakasti in polmesečasti), ki vstopajo v vrstni prostor okopavin. Premikanje elementa vodi elektronika, ki procesira podatke, posredovane od različnih senzorjev. Če je zemljišče brez grud in skeleta ter je setev/sajenje natančno izvedeno, lahko te naprave zatrejo skoraj vsak enoletni plevel v začetnih razvojnih stadijih. Med te sodi tudi ambrozija. Te naprave ne zatrejo večletnih plevelov. Delovni elementi so prilagojeni različnim kulturam in dobro delujejo v primerno suhih tleh. Pogosto jih uporabljamo v solati, zelju in žitih. Delovne širine lahko presegajo 10 m in storilnost je lahko 1 ha/h. Primer takšnih naprav so Garford – Robocrop (slika 15), Steketee – IC weeder, F. Poulsen – Robovator (slika 16) in Keller – Hakroboter Ferrari. Gre za drage naprave s ceno med 40.000 in 80.000 evrov. V glavnem jih uporabljajo v vrtninah na idealno pripravljenih zemljiščih. Naprave so primerne za vrtnarske zadruge in strojne krožke, da se z njimi letno obdeluje vsaj 150 ha, vsaj 5 do 6 krat. Tako je nakup ekonomičen in se stroj amortizira.



Slika 15: Plevelnik Robocrop

(Vir: <https://garford.com/products/robocrop-inrow-weeder/>).



Slika 16: Plevelnik Robovator

(Vir: <http://www.visionweeding.com/robovator-mechanical/>).

Preglednica 7: Spletne strani s filmi, ki kažejo delovanje različnih orodij za zatiranje plevelov

Kultivatorji Kultivator Terrateck https://www.youtube.com/watch?v=fY1JzKi5Erg Kultivator plavajoči Rosko https://www.youtube.com/watch?v=hTP0DBijSZ4 Kultivator Chopstar Einböck https://www.youtube.com/watch?v=MEfS6VcunRA Kultivator Havelaar HAK https://www.youtube.com/watch?v=xXStO7EK8LE Kultivator Steketee Ecodan https://www.youtube.com/watch?v=pbMOI6k4Q6E Kultivatorji za žita https://www.youtube.com/watch?v=B-iD75JTb_Q Kultivator Schmotzer https://www.youtube.com/watch?v=jrzT4P1JTmU Kultivatorji Hatzenbischler https://www.youtube.com/watch?v=9rJIvgCPyoI Kultivatorji Thyregod http://www.thyregod.com/en/products/interrow-cultivator
Kotalne brane https://www.youtube.com/watch?v=tDKjRtaQ1uk Terrateck ročna kotalna brana https://www.youtube.com/watch?v=E1z1-PIDRk4 https://www.youtube.com/watch?v=x7Ioz7uOe60 Terrateck ogrodniki https://www.youtube.com/watch?v=_iLKzoOVcUY
Česala Česalo Carre https://www.youtube.com/watch?v=yiTNCMYnQAY https://www.youtube.com/watch?v=xUKwGNElZrA Česalo Hatzenbichler https://www.youtube.com/watch?v=4bLiTQNh7CQ Česalo Treffler https://www.youtube.com/watch?v=4CiiBePCsm8 Elektronska regulacija https://www.youtube.com/watch?v=4CiiBePCsm8&t=29 Česala koruza https://www.youtube.com/watch?v=JcVJINnhPNY Prečno česalo Crossweeder https://www.youtube.com/watch?v=8d_A0z-i1o4

Prečno tračno česalo Dwarswieder
<https://www.youtube.com/watch?v=ZpFHXLElitA>
<https://www.youtube.com/watch?v=Vqu1FmJcBIE>
 Diagonalno česalo Aerostar
https://www.youtube.com/watch?v=_I7-BRWIB0I
 Diagonalno česalo Wiedhark
<https://www.youtube.com/watch?v=FXR-rYrP9SA>
 Diagonalno česalo Annaburger
<https://www.youtube.com/watch?v=ugzDisqG21Q>
 Plevelnik glavnikasti CombCut
<https://www.youtube.com/watch?v=ZH74l6203HM>
 Plevelnik CombCut
https://www.youtube.com/watch?time_continue=8&v=V2YcqBXN-sQ

Rotacijske motike

Rotarystar Einböck
<https://www.youtube.com/watch?v=Wm1a1HKHTQQ>
<https://youtu.be/QE0V9dy6ySc>,
<https://www.youtube.com/watch?v=PJT3DlOlVaM>,
 Hatzenbichler Rotorstriegel
<https://www.youtube.com/watch?v=jRmP65CzGWI>

Zasso elektroherb X-power
<https://www.youtube.com/watch?v=-VXdfnJAV0>
<https://www.youtube.com/watch?v=-3oWexcBuko&t=14s>

4.1.9. Uporaba vodnega curka in pnevmatski plevelniki

Posebno redko uporabljena tehnika mehanskega zatiranja je uporaba vodnega curka. V urbanem okolju je možno plevel s pločnikov odstraniti z visokotlačnimi čistilci. Postopek je zamuden in drag. Za uporabo v trajnih nasadih obstajajo naprave, ki delujejo na osnovi uporabe curka vode pod velikim tlakom. Primer naprave za uporabo v vinogradih je izdelek podjetja Coffini (Italija), imenovan Grass Killer. Poraba vode pri medvrstni razdalji 2,5 m znaša med 1000 do 1500 l/ha. Vrteči se vodni curek (krožnik s šobami) se vrti s 600 obrati na minuto in odstrani plevel, ki so v dometu delovanja curka. Pnevmatški plevelnik se uporablja zelo redko. Največkrat se na mesto vode uporablja zrak, kot dopolnilo za povečanje učinkovitosti nogačastih kultivarjev ali vertikalnih krtačnikov. Plevel, ki ga izruje in dvigne nogača okopalnika (s pomočjo zraka iz šobe, nameščene ob nogači), odpihne tla in pospeši izsušitev. Pnevmatški dodatki porabijo veliko energije, zato se niso uveljavili.

Preglednica 8: Spletne strani s filmi, ki kažejo delovanje različnih orodij za zatiranje plevelov

Plevelnik košasti Plevelnik KRESS Bügelhacke https://www.youtube.com/watch?v=1b779-5bUOo Plevelnik Tilmor https://www.youtube.com/watch?v=JIX8yF9RC40
Plevelniki košarasti Plevelnik Sarchiatrice Metal Co https://www.youtube.com/watch?v=thYiDDgmr04 Plevelnik Rotosark https://www.youtube.com/watch?v=qqFEa0NRw2A Plevelnik Rotosark https://www.youtube.com/watch?v=1tDh59J5Xww Plevelnik MC 4ft Metal-co https://www.youtube.com/watch?v=Gc8D5V6X8Hk Plevelnik Rotosark Rotovert https://www.youtube.com/watch?v=yNAt54QxQx0 Plevelnik Rotosark https://www.youtube.com/watch?v=r7KQRdaEHPw Plevelnik Cirkular Colibri za korenček https://www.youtube.com/watch?v=Noah2Jlwh28
Plevelniki – krtačni Krtačnik Terrateck https://www.youtube.com/watch?v=fqEWMhKBEh8 Krtačnik Fobro https://www.youtube.com/watch?v=jveNw3mUBds https://youtu.be/jveNw3mUBds
Plevelniki vrtavkasti Vrtavkasti plevelnik Rousell https://www.youtube.com/watch?v=6aLjN-2xxxU Vrtavkasti plevelnik Maya https://www.youtube.com/watch?v=ZWIDSOTI2OE Vrtavkasti plevelnik Jagoda Zuza https://www.youtube.com/watch?v=9jIWvB5e1mw
Plevelnik zvezdasti Plevelnik Rollstar Einböck https://www.youtube.com/watch?v=uEB1spaP8Jw Plevelnik Bezzerides https://www.youtube.com/watch?v=0PsLrmuV1XA Plevelnik Hatzenbichlet https://www.youtube.com/watch?v=8DRdXCLu-nI

Plevelniki prstatsti

<https://youtu.be/1Xbd37OiChs>

Plevelink HAK (torsion + finger)

<https://www.youtube.com/watch?v=zSp-v6eJP1k>

Plvelnik K.U.L.T Fingerhake

<https://www.youtube.com/watch?v=6LtAKTV9Mt8&t=35s>

Avtomatski senzorsko vodeni plevelniki

Garford – Robocrop

<https://www.youtube.com/watch?v=X7gx-wtO9y8>

Steketee – IC weeder

<https://www.youtube.com/user/SteketeeMachines>

F. Poulsen - Robovator

<https://www.youtube.com/watch?v=qeYyWiLfYw>

Splošni pregled orodij FIBL

<https://www.youtube.com/watch?v=kGWNsgttNXk>

<https://www.youtube.com/watch?v=Wm1a1HKHTQQ>,

<https://www.youtube.com/watch?v=j90ZOW2sTy4>,

<https://www.bioaktuell.ch/pflanzenbau/ackerbau/unkrautregulierung/direktmassnahmen/hacke.html>

SARE ZDA

<https://www.youtube.com/watch?v=ZSWN1U2MLbE>

SARE ZDA

<https://www.uvm.edu/vtvegandberry/MechanicalWeedManagement.pdf>

<https://youtu.be/C37n-FELzbU> , <https://youtu.be/UUt7egqexVA>

Rodale Institute

<https://www.youtube.com/watch?v=BbcSQktWInQ>

<https://www.slideshare.net/jbgruver/precision-cover-cropping-for-organic-farms>

5 Fizikalne metode zatiranja

Fizikalne metode, med katere štejemo uporabo ognja, vroče vode ali zraka, elektrike, sevanj in laserske svetlobe, so že dolgo znane. Njihova uporaba v poljedelstvu je predvsem vezana na razmerje med cenami energentov (nafta, plin), pridelkov in strojne tehnike oz. po drugi strani, odvisna od družbeno socio-političnih trendov. V preteklosti te metode niso bile ekonomsko nikoli bolj učinkovite od uporabe herbicidov. V urbanem okolju jih uporabljamo veliko več kot na kmetijskih zemljiščih. Zgled so velenja v zahodni in severni Evropi, kjer so se uporabi herbicidov odpovedali že pred mnogimi leti. Fizikalne metode so lahko pogojno ekosistemske (npr. po primerjalnih »Life cycle« ali »Carbon footprint« analizah) in pogojno humano-toksikološko bolj sprejemljive od uporabe herbicidov. Dober primer primerjalnih študij glede ekosistemske učinkovitosti je moč prebrati v delih raziskovalca J. Winerja iz Avstralije (Winer, 2014). Glede humano-toksikološke učinkovitosti rabe fizikalnih metod zatiranja je nastala obsežna francoska študija leta 2015 (Brohan s sod.). V francoski študiji so opozorili tudi na to, da se pri uporabi različnih naprav, pri katerih izgorevajo fosilna goriva, sproščajo snovi, ki niso nenevarne za zdravje ljudi (benzen, naftalen, benzopiren, radon...). Pri termičnem zatiranju plevelov se iz gnote rastlin sproščajo škodljive snovi (npr. N-oksidi in črni C). Prav tako se sproščajo pri mehanskih ukrepih velike količine prašnih delcev, ki se v urbanem okolju posedajo na tla (npr. delci iz prometa in delci iz kurilnih naprav). Vse te snovi lahko škodujejo zdravju izvajalca zatiranja plevelov in ljudi v okolici, v

času zatiranja plevelov. Takšnih učinkov se običajno ne zavedamo. Enako kot pri uporabi FFS so pri izvajanju alternativnih tehnik potrebni številni ukrepi varovanja zdravja (npr. zaščita dihal).

Osnovna težava fizikalnih metod zatiranja je, da porabimo bistveno več energije, kot pri kemičnem zatiranju. Poraba je lahko tudi do 5 krat večja. Glede sproščene količine CO₂ so razlike nekaj manjše, odvisno od tega, koliko procesov je bilo vključenih v oceno ekološkega odtisa od proizvodnje do aplikacije kemičnega sredstva. V preglednici 9 so prikazane preproste primerjave porabe energije pri fizikalnih metodah, iz katerih razberemo, da je pri nakupu naprav potreben temeljit razmislek, saj so razlike v stroških nakupa tudi do 30 odstotkov.

Preglednica 9: Ocena porabe energije in količine sproščenega CO₂ pri različnih metodah fizikalnega zatiranja plevelov v urbanem okolju na poteh in pločnikih, z uporabo naprav z delovno širino med 0,5 in 1 m.

Postopek:	Kapaciteta m ² /h	Delovna širina	Poraba energije kWh / ha	Število hodov letno *	Poraba propana kg/ha	Poraba propana kg/ha letno	Sproščen CO ₂ kg/ha na leto
Ožigalnik plamen	320-350	50 cm	61-67	8	150	1200	756
Ožigalnik vroč zrak	350-400	65 cm	150-170	8	335	2680	1688
Para navadno	300-350	50 cm	52-62	8	163	1304	821
Vroč voda	200-250	25 cm	70-80	4	312	1248	786
Krtačenje	300-400	50 cm	50-55	4	90 (ekv)	360	267
Para zgoščena	350-500	50 cm	50-55	4	105	420	264
Uporaba herbicida glifosat 1 x letno	4000	100 cm	10-14	1x	93 (ekv)	93	60 + 150

* število potrebnih hodov, da se zagotovi učinkovitost podobna, kot pri uporabi herbicida glifosat. Podatki so povzeti in združeni po različnih virih literature. Osnova je bila raziskava raziskovalca Winer (2014).

Iz preglednice 9 je razvidno, da so med različnimi postopki na letni ravni zelo velike razlike v porabi energije in količini sproščenega CO₂. Poraba energije je lahko pri termičnih postopkih tudi do 5 krat večji kot pri uporabi herbicidov. Pri herbicidu nismo upoštevali vse porabe energije za aplikacijo in nekaterih drugih porab, vezanih na proizvodnjo, a kljub temu je razlika velika. To pomeni, da odpovedovanje uporabi

glifosata pomeni občutno povečanje porabe energije in povečano sproščanje snovi, ki nastajajo pri izgorevanju fosilnih goriv. Priporočljivo je, da za delo v urbanem okolju uporabljamo električna orodja in stroje (primer **Air Alltrec od WeedControl BV**). Vidne so tudi občutne razlike med fizikalnimi metodami. **Pri delu z napravami s toplim zrakom porabimo bistveno več energije, kot pri napravah z uporabo zgoščene pregrete pare. Pri uporabi zgoščene pregrete pare (nad 100 °C) porabimo manj energije kot pri klasični uporabi vroče vode (blizu 100 °C). Če zgoščeno paro kombiniramo z detergentno peno, potem dodatno zmanjšamo porabo energije v primerjavi s postopkom uporabe zgolj zgoščene pare.**

Preglednica 10: Nekateri priznani proizvajalci naprav za mehansko in fizikalno zatiranje plevelov v urbanem okolju.

Proizvajalec:	Tipi naprav:
Aebi Schmid Nizozemska	KR, Pl-Op
Jean Heybroek Nizozemska	
ADLER Arbeitsmaschinen GmbH.	Pl-Op, Pl-Zp, Pl
Agria-Werke GmbH Nemčija	KR, Č
Kersten Arealmaschinen GmbH Nemčija	KR, Č
Fiedler Maschinenbau Nemčija	KR – na podaljšanih meh. rokah, Č
GEPA GmbH Maschinenbau Nemčija	KR
AS-Motor Germany GmbH Nemčija	KR
M. Voss Gerätebau Nemčija	KR, Č
Michaelis GmbH Nemčija	
Stella Engineering GmbH Nemčija	KR, Č, Pl-Op, Pl-Zp, Pl
Caffini S.p.a Italija	PA
M. Voss Gerätebau Nemčija	KR, Č Federzinkenegalisierer (peščene poti)
LIPCO GmbH Nemčija	Č, Wegepfleegerät (peščene poti)
Horstmann Nemčija	Č, Kotzem Hack (peščene poti)
ELMO GmbH Nemčija	PA – vroča voda para
Wave Europe B.V. Nizozemska	PA – samohodni sistemi vroča voda para
IproTech GmbH Nemčija	PA – vroča voda para pena
Nilfisk Nizozemska	PA, Pl-Op, Pl-Zp, Pl
GEYSIR Thermische Flächenreinigung	PA – vroča voda, para (saturated steam)
Keckex-Unkrautbekämpfung Nemčija	PA – Keckex saturated steam (samohodni)
Mantis ULV-Sprühgeräte GmbH	PA - vroča voda, para (mala poraba vode)
G. Werner GmbH Nemčija	Pl-Op, Pl-Zp, Pl
Brühwiler Maschinen AG Nemčija	Pl (topli zrak in ročni infra-rdeči ožigalci)
Weed Control B.V. Nizozemska	Pl-Op, Pl-Zp, Pl
Stavermann GmbH Nemčija	Pl (topli zrak)
Stierman De Leeuw Nizozemska	K, Č,

Proizvajalec:	Tipi naprav:
Reinert Agrartechnik-Gerätebau	Pl-Op, Pl-Zp, Pli
Weedingtech Anglija	PA – saturated steam, pena
Green-Flame Danska	Pl-Op, Pl-Zp (vroči zrak)
GreenTec Danska	K – na samohodnih strojih s hidravlično roko
Hoaf Nizozemska	PA, Pl-Op, Pl-Zp,
Terra-Tech AG Švica	Pl-Op, Pl-Zp, Pli
Empas Nizozemska	PA
Zacho Nizozemska	Pl-Zp (vroči zrak)
Julient Industrie Francija	PA, Pl-Op, Pl-Zp

KR – strojne krtače, Č – strojna česala, Pl-Op – ožigalniki na plin odprti plamen, Pl-Zp - ožigalniki na plin zaprti plamen, Pli – infra-rdeči ožigalniki, PA- vroča voda, para, pena in para.

5.1 Izvedba fizikalnih metod zatiranja na nekmetijskih površinah

5.1.1 Uporaba ognja in vročega zraka na nekmetijskih površinah

Na trgu je na voljo veliko naprav za zatiranje plevelov z uporabo ognja. Ločimo samohodne stroje z veliko storilnostjo, vlečene ali potisne stroji ter lažje izvedbe nošenih in ročnih naprav. Najbolj pogosto gorivo je propan. Število prehodov se določi glede na hitrost obnavljanja rastja, ne samo ambrozije. Za popolno zatiranje plevelov na urbanih površinah so potrebni vsaj 4–6 prehodi, v 3–4 tedenskih intervalih. Če imamo globoko razpokane betonsko-asfaltne strukture, tlakovce ali nasipne materiale, velikih granulacij, z veliko globokimi porami, potem včasih pri uporabi ognja plamen ne doseže koreninskega vratu ambrozije, ker je ta skrit med materialom. To omogoča regeneracijo dela rastlin, če ožiganje izvajamo pri večjih rastlinah (nad 10 cm). Ambrozija ponovno požene iz najnižjega kolenca, skritega v razpokah.

Tehnično te naprave delimo v tri podskupine; naprave, kjer ima ogenj neposreden stik z rastlino, naprave ki sevajo radiacijsko toploto in naprave, iz katerih se sprošča močno segret zrak. Pri **klasičnih ožigalnih napravah** plamen oplazi rastlino za kratek čas. Več 100 stopinj Celzija visoka temperatura povzroči, da voda v celicah zavre, kar povzroči denaturacijo proteinov. Rastlin dejansko ni potrebno ožgati, da organi zooglenijo. Višja temperatura omogoča višje hitrosti dela. Poraba energije je neposredno odvisna o razvojnega stadija plevela in od tega, kako učinkovito ohišje gorilnikov zadržuje toploto v območju rastlinskih organov. Primer takšnih

ožigalnikov je prikazan na slikah 17, 18, 19 in 20. Primer ožigalnika za ožiganje plevela na bankinah je viden na sliki 26. **Infra-rdeči ožigalniki** sodijo med naprave z infra-rdečo radiacijsko toploto. Običajno imamo keramične ali kovinske žarilne-sevalne plošče, na katere usmerimo ogenj, in potem povratno sevajo radiacijsko toploto, ki ožge plevel. Možen je tudi sistem, pri katerem se ogenj naprej odbije od površine (npr. od pločnika) in šele potem doseže žarilno-sevalno ploščo. Taki ožigalniki so dražji od običajnih in imajo nekoliko večjo porabo energije. Razdalja med sevalno ploščo in plevelom mora biti majhna in konstantna. Iz tega razloga se slabše obnesejo na neravnem razgibanem terenu. Sevalne plošče morajo biti v zaprtem izoliranem ohišju, ki je dobro vodljivo po ciljni površini. Na trgu obstaja nekaj uveljavljenih proizvajalcev. Primeri so navedeni v preglednici 10. Navadno ponujajo manjše enote za vleko ali potiskanje po ravnih, manj kompleksnih površinah (pločniki) (glej primer na sliki 21) ali pa ročne enote za delo med kompleksnimi rastlinskimi strukturami (glej primer na sliki 22). Tretji tip so **ožigalniki na vroč zrak** (glej primer na <https://www.youtube.com/watch?v=LuvYVnh1Dwc>). Zrak segrejemo s pomočjo zgorevanja plina ali z električnim grelcem. V prvem primeru je enota zelo mobilna, pri priključitvi na električni kabel pa manj. Za vrtničarje je na voljo veliko ročnih enot s propanskimi rezervoarji in preprosto žarilno glavo za usmerjanje toplega zraka ali pa imajo električni grelec. Ti so uporabni za natančno selektivno zatiranje posameznih rastlin na gredicah ali pločnikih. Vroč zrak je običajno uporabna tehnika za manjše naprave na kolesih, ki imajo dobro gibljivo šobo. Z njimi želimo zatirati plevela na površinah, ki so občutljive na ogenj ali vročo paro. Npr. pleveli, ki rastejo iz fasad, zidov, škarp, zgodovinsko pomembnih stavb, tlakov, lesenih gradenj in podobno. Glej primere na slikah 23, 24 in 25. Priznani proizvajalci opreme za zatiranje plevela z ognjem in vročim zrakom za urbano okolje so naštet v preglednici 10.

Pri uporabi ognja na urbanih in neketijskih površinah moramo paziti na:

- varstvo pri delu v zagotavljanju tehnične brezhibnosti opreme (tesnjenje, varovalni protipovratni ventili, pregled obrabe cevni vodov, test tesnjenja spojev, test ustrezne pritrdjenosti in stabilnosti plinskih jeklenk, ustrezna blokada le teh ob transportu...),
- pravilno prižiganje in ugašanje naprav,

- splošno požarno varstvo (izogibanje uporabe ognja ob lahko gorljivih materialih (npr. zastirke, smeti in odpadlo listje), ne uporabiti ognja v poletnem času na območju, kjer je veliko posušenega rastlinstva, ...).
- varovanje pred poškodbami, nastalimi zaradi ognja na infrastrukturi (korita, okrasne ograje, barvne oznake na tleh, plastični usmerniki padavinske vode, gumijasti blažilci in protizdrsni trakovi, dilatacijske smole med betonskimi ploščami in tlakovci...).



Slika 17: Ožigalniki (vlečeni / potisni) za ročno delo

(Vir: <https://www.boels.co.uk/>, <http://www.unmaco.it/>, <http://www.thermalweedcontrol.com/>, <http://www.pivabo.be/>).



Slika 18: Ožigalniki (motorni) za delo na utrjenih površinah

(Vir: Hoaf WeedStar <https://www.oechsle-gmbh.de/>, <https://www.boels.co.uk/>).



Slika 19: Ožigalniki (motorni) za delo na utrjenih površinah

(Vir: Hoaf TermHit <http://hoafweedcontrol.nl/>, <http://www.pivabo.be/nl/product/>).



Slika 20: Ožigalniki – potisni za delo na utrjenih površinah Reinert
(Vir: TerraTech weed burner <https://terra.tech.ch/produkte/unkraut/>).



Slika 21: Ožigalniki z uporabo infra-rdečega sevanja

(Vir: <https://werner-zw.de/>, <https://terratech.ch/produkte/unkraut/fahrbar-infrarot>).



Slika 22: Različne oblike ročnih ožigalnikov
(Vir: <https://www.onkruidbrander.com/en/>).



Slika 23: Ožigalniki na vroč zrak

(Vir: <https://www.werktuigen.de/>, Hoaf WeedAir <https://www.oechsle-gmbh.de/>, <https://www.vandyck.be/>).



Slika 24: Ožigalniki Zacho na vroč zrak

(Vir: <http://www.gronteknik.dk/artikel/71109-behagelig-blanchering>, <https://www.ederkommunal.de/produkte/>).



Slika 25: Ožigalniki na vroč zrak Zacho

(Vir: <https://www.wnkramer.nl/>, <http://www.dagensbyggeri.dk/artikel/15763-en-%E2%80%9Dkoger%E2%80%9D-til-ukrudtet>).



Slika 26: Ožigalnik za ožiganje plevelov na bankinah

(Vir: <http://www.agriexpo.online/prod/spezia-srl-tecnovict/product-175780-57810.html>).

5.1.2 Uporaba vrele vode in pare na neketijskih površinah

Uporaba vrele vode, pare, pregrete zgoščene pare (angl. saturated steam) ali kombinacije vroče vode in pregrete pare s peno, je zanimiva metoda za urbano okolje in tudi za trajne nasade. Pogojno je zanimiva tudi za delo na transportni infrastrukturi. Ker je pelinolistna ambrozija enoletna rastlina, lahko dosežemo s to tehniko visoko učinkovitost. Pri večletnih plevelih je učinkovitost omejena, ker ne

moremo dovolj prizadeti pozemnih organov. Klasična tehnika uporabe vrele vode je na voljo v številnih uveljavljenih napravah, a je energetsko ter logistično zahtevna. Porabimo veliko energije in imamo veliko stroškov za prevoz vode. Primeri takšnih sodobnih naprav so naprave podjetja Wave (Heat weed technologies; glej na <http://www.waveweedcontrol.com/intro/>), Empas (glej na <https://www.empas.nl/en/solutions/thermal-weed-control>) ali Keckex (<https://www.youtube.com/watch?v=xerzErvxW0M>). Na voljo so samohodni stroji za delo na velikih nekompleksnih površinah (glej sliko 27 in 28) in prenosljivi agregati (glej sliko 29), ki jih prevažamo s prikolico, so na kolesih ali pa na manjših vozilih in pick-up tovornjakih. Samohodni stroji imajo vgrajeno senzorsko tehniko, tako da naprava brizga tekočino le na območje plevela in ne na prazno površino. Tako prihrani veliko vode in energije. Naprave Wave Sensor Heat Weed si lahko ogledate na spletni strani <https://www.youtube.com/watch?v=PZX-NPrpqKg>.



Slika 27: Samohodna naprava za zatiranje plevela na urbanih površinah z vročo vodo Wave Sensor

(Vir: <https://heatweed.com>).



**Slika 28: Mobilne in prevozne naprave za zatiranje plevela na urbanih površinah z vročo vodo
Empas**

(Vir: <https://www.empas.nl/en/solutions/mcb-e>).



Slika 29: Manjše prevozne naprave za zatiranje plevela s paro za delo na bolj zahtevnih površinah

(Vir: <https://www.munstermanbv.nl/> in <https://www.grondig.com/artikel/betrek-beheerder-bij-ontwerp>, <https://inhabitat.com/green-gardening-machines-blast-weeds-with-bursts-of-steam/>).

Pri uporabi pregrete zgoščene pare zmanjšamo porabo vode in morda tudi nekoliko porabo energije. V napravi najprej povečamo tlak, kar povzroči, da voda vre pri višji temperaturi. Tako ima iz naprave izhajajoča para temperaturo višjo od 100 oC. S tem povečamo učinek toplotnega šoka na plevela. Več o tem je možno prebrati na spletni strani <http://www.weedtechnics.com/>, kjer so predstavljene naprave tipa

Satusteam™ SW Machines, podjetja Weedtechnics Avstralija. Tovrstnih naprav je danes na trgu veliko. Enoletne rastline propadejo, če so izpostavljene peni že manj kot 0,1 sekunde. Pri uporabi pare na pločnikih in tlakovanih poteh lahko združimo postopek zatiranja plevelov in postopek čiščenja površine. Podobno zatiranje omogočajo naprave podjetja Keckex (Nemčija) (glej slika 30 in <https://www.keckex.com/en/>).



Slika 30: Naprava za zatiranje plevela s pregreto paro Keckex

(Vir: <https://www.keckex.com/en/>).

Nadaljnji napredek v tehniki predstavlja kombinicija pare ali pregrete pare in detergentov (pene). Uporaba pene lahko nekoliko zmanjša porabo vode, potrebno temperaturo vode in tudi porabo energije. Pena ob nanosu pare naredi izolacijsko plast na površini rastlin in površina se počasneje ohlaja, zato so poškodbe na rastlini

večje. Pena omogoča boljšo ergonomijo dela, saj pri ročnih napravah ni potrebno veliko gibov, ker se para-voda-pena bolje porazdelijo po ciljni površini. Pena omogoča tudi boljše segrevanje površine tal, s čimer povečamo prizadetost koreninskega sistema in tudi delno uničimo vznikajoče plevela in kaleča semena. Pena mora izpolnjevati visoke ekološke standarde. Po možnosti naj bi bila rastlinskega izvora in hitro razgradljiva. Naprava ima lahko več različno širokih delovnih ustij in na eno napravo je lahko priključenih več vodov, tako da lahko z eno napravo dela več delavcev hkrati. Primer takšne naprave je Foamstream MW, podjetja Weedingtech, Anglija (<https://www.weedingtech.com/the-mw-series/>), ki je bila med prvimi v uporabi tudi v Sloveniji (glej sliko 31 in 32).



Slika 31: Uporaba naprave Foamstream na parkovnih površinah

(Vir: <https://www.weedingtech.com>).

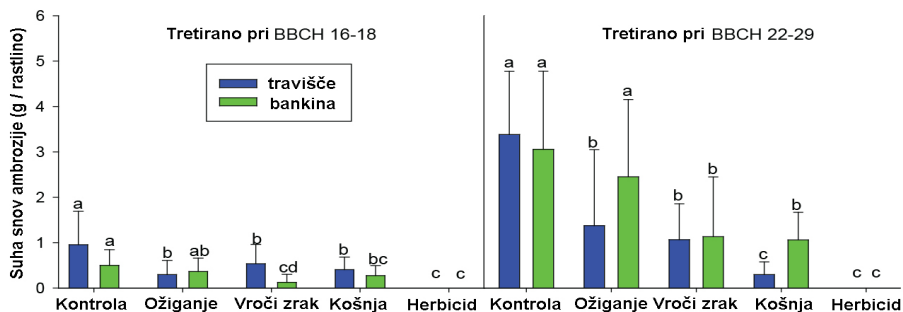


Slika 32: Uporaba naprave Foamstream, ki je v ponudbi tudi na slovenskem trgu
(Vir: <http://www.agroservis-vode.si>).

5.1.3 Primerjava učinkovitosti fizikalnih metod za zatiranje ambrozije na neketijskih površinah ob transportni infrastrukturi

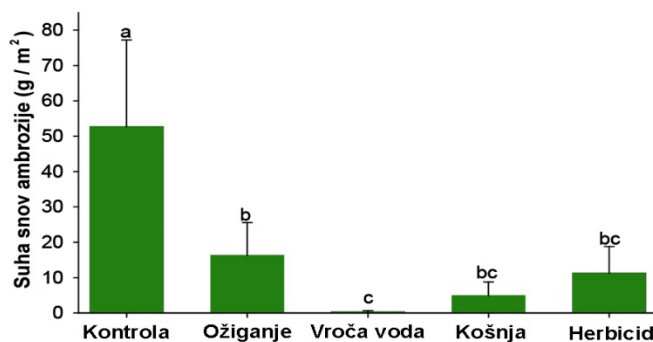
Primerjava učinkovitosti različnih metod zatiranja ambrozije je bila izvedena v manjšem številu študij. Iz študije, ki je bila izvedena v okviru projekta Halt-Ambrosia smo povzeli podatke v grafikoni 1 in 2. Ožiganje s plamenom pri 600 °C je bilo izvedeno z napravo Green-Flame 850 (Green-Flame), tretiranje z vročim zrakom z napravo Combi Compact (Adler) pri temperaturi 370 °C in tretiranje z vročo vodo z napravo Wave hand unit (Wave Europe) pri 99 °C. Imeli so dve kontroli; brez zatiranja in obravnavanje, kjer so ambrozijo pokosili s kosilnico na nitko oziroma z običajnim mulčerjem.

Grafikon 1 prikazuje, da ima razvojni stadij ambrozije ob ožiganju vpliv na učinkovitost fizikalnih metod, da se učinkovitost značilno zmanjša, ko ambrozija preseže 10 cm višine. Razlika je, ali ambrozija uspeva v travni združbi oziroma se razvija na bankini. Fizikalne metode in košnja so bile značilno manj učinkovite v primerjavi z uporabo mešanice snovi dikamba in MCPA. Zanimivo je dejstvo, da so pri zatiranju v travni združbi pri drugem terminu bili doseženi boljši rezultati kot na bankini. Pri zatiranju v zgodnejšem razvojnem stadiju (prva dva lista) je bil učinek ožiganja in uporabe toplega zraka enakovreden učinku košnje, pri zatiranju v kasnejši razvojni fazi, pa je bil učinek ožiganja in uporabe toplega zraka slabši od košnje in mulčenja. Rezultati kažejo, da ima rastlinstvo, ki obdaja ambrozijo, vpliv na učinkovitost ožiganja, saj vpliva na prostorsko distribucijo in absorpcijo sproščene toplote. Pri uporabi plamena na betonu in asfaltu imamo večji odboj plamena navzgor kot pa pri aplikaciji v rastlinski združbi. V omenjenem poskusu se je uporaba vročega zraka izkazala enakovredna uporabi plamena ognja pod ščitom.



Grafikon 1: Primerjava mase suhe snovi ambrozije (g / rastlino) v času 9 tednov po zatiranju z različnimi metodami pri rastlinah, ki so se razvijale v travnem sestoji ob cesti ali na gramozni bankini. Povprečja označena z enakimi črkami znotraj posamezne rastlinske vrste se ne razlikujejo značilno po Tukey HSD testu ($P < 0,05$).

V grafikonu 2 so prikazani rezultati primerjave med ožiganjem in uporabo vroče vode. Razberemo lahko, da uporaba vroče vode daje značilno boljše rezultate od uporabe ognja, kot tudi mulčenja in uporabe herbicida. Očitno je pri vroči vodi prevajanje toplote v tkiva rastlin večji kot pri plamenu oziroma vročemu zraku. Ker je večja gostota topletnega toka, je vroča voda bolj učinkovita. Pri herbicidu moramo upoštevati, da ni rezidualnega delovanja, pri uporabi vroče vode na gramoznem terenu, pa voda prodre tudi v tla in lahko prizadene tam ležeče seme (neke vrste rezidualno delovanje).



Grafikon 2: Primerjava mase suhe snovi ambrozije (g / rastlino) v času 4 tedne po zatiranju z različnimi metodami pri rastlinah, ki so se razvijale ob cesti na gramozni bankini. Povprečja označena z enakimi črkami znotraj posamezne rastlinske vrste se ne razlikujejo značilno po Tukey HSD testu ($P < 0,05$).

5.1.4 Uporaba električnih naprav na nekmetskih površinah

Princip delovanja naprav je opisan v poglavju o uporabi elektrike na kmetijskih površinah, pri čemer lahko podobne naprave za uporabo na njivah, uporabimo tudi na nekmetskih površinah. Če ambrozija raste v travinju ob transportni infrastrukturi, je uporaba električnih naprav dobrodošla, saj dosežemo selektivno delovanje. V tem primeru je ambrozija, ki je višja od trav, prizadeta, medtem ko spodaj razvijajoče se trave niso. Uporaba elektro opreme je zelo zaželjena tudi na območjih »Natura« in območjih ob vodah, kjer ne želimo uničevati rastja, ker bi lahko prišlo do erozijskih procesov (glej na primer RootWave sistem; <https://www.japaneseknotweedkillers.com/rootwave> in film na tej strani). Propadli pleveli (npr. dresnik, zlata rozga, nedotika, rudbekija, ...) še dalj časa po zatiranju omogočajo stabilnost tal vse do takrat, ko prazno mesto preraste domorodno rastje. Dobra plat teh naprav je tudi, da mehansko ne posegajo v rastlinsko združbo in ne prizadenejo bivališč živali ali gnezd. Stroji imajo lahko dolge delovne roke in sežejo daleč na zahteven teren. Ker se naprave še razvijajo, njihova uporaba za zatiranje rastja neposredno ob cestah še ni povsem preučena, je pa možno prilagoditi delovne elemente, da sledijo ravnini cestnih bankin. Uporaba na železniških tirih še tudi ni povsem preučena, čeprav obstajajo študije iz leta 1993 (https://www.researchgate.net/publication/323639438_1993_Elektrothermische_Vegetationskontrolle_Electrothermal_weed_control/download). S prilagoditvami naprav je njihova uporaba možna, ko ambrozija doseže višino vsaj 20 cm. Na železnici so nasipi standardizirano grajeni in na vagon je možno pritrčiti nosilno armaturo, ki se dobro prilagaja terenu in omogoča stik med kontaktnim vodnikom in rastlinami ambrozije. Naprave so še v razvoju. Verjetno so za železniške tire najbolj primerne naprave na pregreto paro, ker omogočajo velike delovne hitrosti.

5.1.5 Elementi ekonomike zatiranja plevelov v urbanem okolju s krtačenjem, uporabo ognja, vročega zraka, vroče vode in pare

Ekonomski dejavniki, ki vplivajo na stroške zatiranja na enoto površine ha, so:

- nakupna vrednost naprav (od 4.000 do 200.000 evrov za napravo)
- amortizacijska doba naprav (od 8 do 20 let)
- delovna kapaciteta naprav (od 0,1 do 1,5 ha/h)

- poraba energije za pogon in poraba energije za produkcijo ognja, vročega zraka ali vode (od 15 do 60 kg propana / ha, od 10 do 25 l kurilnega olja/ ha, od 2000 do 6000 kWh/ha)
- razmerja med cenami plina, nafte in elektrike
- število ur letno, ko so naprave v uporabi (200 do 1000 ur)
- vzdržljivost naprav in stroški servisiranja (od 1,5 do 6 % letne amortizacije naprave)
- relativna učinkovitost metode proti uporabi herbicidov ali proti drugim podobnim metodam (ekvivalent učinkovitosti od 1:2 do 1:5)
- strošek delovne sile (potraben nivo kvalifikacije; od 7 do 13 evrov/h).

Če želimo izbrati ustrezno napravo in metodo zatiranja, moramo upoštevati ekonomske dejavnike in značilnosti površine, ki jo želimo tretirati (tlakovana pot, peščena pot...) ter konfiguracijo ovir (stopnice, spomeniki, ograje, stebri, drevesa, postajališča...). Tudi značilnosti plevelov – botanična sestava imajo vpliv. Nekatere plevela lahko dobro zatremo z vročo vodo že pri 60 do 70 °C pri izpostavljenosti 0,1 sekunde, žal, pa za mnoge potrebujemo temperaturo vode nad 100 °C za čas, daljši od 0,3 sekunde. Pri uporabi ognja nekateri pleveli propadejo že pri 300 °C in drugi šele pri 700 °C, če so izpostavljeni daljši čas od 0,1 sekunde. Pri nižjih delovnih temperaturah lahko imamo manjše porabe energije, a slabši učinek in je potrebnih več ponovitev prehodov. Pri zatiranju z ognjem in vročim zrakom potrebujemo bistveno višje temperature, ker je prenos toplote na tkiva plevela pri zraku slabši kot pri vodi. Razlika je opazna tudi med vročo vodo in paro. Voda ima toplotni transmisijski koeficient 500–5000 W/(m * K), medtem ko je pri pari 10000–18000 W/(m * K). Odločilno je razmerje med storilnostjo, porabo energije in stroški delovne sile. Delo s stroji večjih delovnih širin na manj kompleksnih površinah je ekonomsko bolj učinkovito, kot delo z ročnimi priključki na konfiguracijsko zahtevnih površinah, čeprav so stroji za velike površine dražji (glej preglednico 11 in 12). Pri velikih konfiguracijsko nezahtevnih površinah so uporabni samohodni stroji večjih delovnih širin (100–150 cm). Takšni stroji so ekonomsko učinkoviti, če delajo nad 600 ur letno na velikih površinah. Primerni so za velika mesta, za površine z malo ovirami. Problem je v starih mestnih jedrih, kjer so poti ozke.

Pomemben del investicije predstavlja vrsta pogonskega stroja, ki je lahko dobro opremljen standardni traktor manjše moči, ali so to specialni traktorji, ki so dražji. Pri pogonskih strojih iščemo takšne, ki jih lahko uporabimo za več različnih del (zimsko pluzenje, čiščenje, nakladanje smeti in druga dela). Manjše enote imajo prednost na konfiguracijsko zahtevnem terenu. Pri manjših enotah se moramo zavedati, da je poraba živega dela bistveno večja, in da dejansko na enaki površini naredimo več mikro prehodov. Posledično je strošek na bolj zahtevnih površinah vedno večji kot na konfiguracijski manj zahtevnih površinah. V preteklosti smo v urbanem okolju pri izbiri materiala za poti premalo razmišljali o možnostih razvoja plevelov. Stari načini gradnje omogočajo boljše možnosti za razvoj plevelov kot novi načini, zato je tam potrebnih več intervencij. Veliko dela je na poteh, kjer je med razpokami veliko organske snovi in vedno dostopna voda. V ta namen obstaja veliko izvedb strojev. Nekateri delujejo pri nižjih temperaturah in drugi pri višjih. Iščemo cenovni kompromis med temperaturo ognja, zraka, vode ali pare in storilnostjo ter učinkovitostjo, zato je presoja zelo zahtevna. Višje temperature omogočajo večje hitrosti dela in posledično se zmanjšujejo relativni stroški delovne sile. Napredni stroji s senzorji za kontrolo brizganja vode ali pare ter stroji z recikliranjem toplega zraka omogočajo velike prihranke energije. Stroji z električnim pogonom sproščajo veliko manj toplogrednih plinov.

Preglednica 11: Primer izračuna stroškov zatiranja plevelov za različne naprave na vroč zrak

Naprava	Cena (€)	Storilnost:	Delovna širina (cm)	Strošek (€ / ha)
Zacho turbo weed blaster UKB 650	11000	3-6 km/h; PG1 3000 m ² /h	65 1,8 kg propan/h	80
Zacho turbo weed blaster UKB 1400	21000 + 23000*	6-10 km/h; PG2 9000 – 13000 m ² /h	140 3,0 kg propan/h	58
Air Handunit Trolley Weed Control BV	5600	0,2 km/h; ročno 700 – 1500 m ² /h	10 cm 1,1 kg propan/h	105
Air Combi Compact Weed Control BV	8800	3-4 km/h; PG1 1000 – 2200 m ² /h	75 cm 2,5 kg propan/h	95
Air Combi Comfort Weed Control BV	24000 + 30000*	4-6 km/h; PG2 2500 – 2900 m ² /h	100 cm 3,3 kg propan/h	55
Air Ecotrac Combinatie Weed Control BV	24000 + 30000*	6-9 km/h; PG2 8000 – 12000 m ² /h	100 cm 2,9 kg propan/h	50

Pogon PG1 – samohodno na vodljivem ohišju; upravljavec hodi ali pa sedi na pripetem vozičku.

Pogon PG2 – aparat, pripet na mini traktorček; upravljavec sedi na traktorčku.

*Cena mini traktorčkov 20000-50000 evrov (primer Egholm City ranger 2200 od Nilfisk ali Weed Control Eco-Trac).

Strošek delavca, ki upravlja PG1 je 8 EUR/h in delavca, ki upravlja PG2 je 10 EUR/h. Amortizacijska doba strojev je 15 let, strošek stroja je s povrnjenim DDV. Uporaba strojev 600 ur letno. Strošek vzdrževanja stroja 5% letne amortizacije. Strošek plina 1,7 EUR /kg, strošek nafte 2,2 EUR /liter.

V nadaljevanju prikazujemo dva primera izračuna stroška na hektar obdelane površine, pri enem prehodu:

1) Izvedemo zatiranje plevla na poteh z napravo Zacho turbo weed blaster UKB 650, ki jo vodimo ročno. Kapaciteta naprave je $3000 \text{ m}^2 / \text{h} = 10\,000 \text{ m}^2 / 3,33 \text{ h}$. Nabavna cena naprave je 11000 evrov. Amortizacijska doba je 15 let. Strošek amortizacije je $(11000 / 15) / 600 = 1,22 \text{ EUR/h}$ ($= 1,22 \times 3,33 = 4,06 \text{ EUR/ha}$). Strošek vzdrževanja je $1,22 \times 0,05 = 0,061 \text{ EUR/h}$ ($= 0,061 \times 3,33 = 0,20 \text{ EUR/ha}$). Strošek delavca na uro je 8 EUR/h. Strošek delavca na ha je $8 \times 3,33 = 26,6 \text{ EUR/ha}$. Poraba goriva na ha je $3,5 \text{ l/ha}$ ($= 3,5 \times 2,2 = 7,7 \text{ EUR}$) in poraba propana na hektar je 25 kg ($= 25 \times 1,7 = 42,5 \text{ EUR}$).

Celoten strošek zatiranja plevla na ha je $(4,06 + 0,20 + 26,6 + 7,7 + 42,5 = 81,06 \text{ EUR/ha})$. Če opravimo letno tri prehode, znaša letni strošek 243,18 evrov na hektar.

2) Izvedemo zatiranje plevla na poteh z napravo Zacho turbo weed blaster UKB 1400, ki je vpeta na mini traktorček (Egholm City ranger 2200 od Nilfisk). Kapaciteta naprave je $13000 \text{ m}^2 / \text{h} = 10\,000 \text{ m}^2 / 0,77 \text{ h}$. Nabavna cena naprave je 44000 evrov. Amortizacijska doba je 15 let. Strošek amortizacije je $(44000 / 15) / 600 = 4,88 \text{ EUR/h}$ ($= 4,88 \times 0,77 = 3,76 \text{ EUR/ha}$). Strošek vzdrževanja je $3,76 \times 0,07 = 0,26 \text{ EUR/h}$ ($= 0,26 \times 0,77 = 0,20 \text{ EUR/ha}$). Strošek delavca na uro je 10 EUR/h. Strošek delavca na ha je $10 \times 0,77 = 7,7 \text{ EUR/ha}$. Poraba goriva na ha je $4,8 \text{ l/ha}$ ($= 4,8 \times 2,2 = 9,9 \text{ EUR}$) in poraba propana na hektar je 21 kg ($= 21 \times 1,7 = 35,7 \text{ EUR}$).

Celoten strošek zatiranja plevela na ha je $(3,76 + 0,20 + 7,7 + 9,9 + 35,7 = 57,26$ EUR /ha). Če opravimo letno tri prehode, znaša letni strošek 171,8 evrov na hektar.

Če primerjamo oba izračuna vidimo, da je zaradi povečane storilnosti in nekaj manjše porabe plina, zatiranje plevela z uporabo dražjega priključka cenejše. Velik vpliv ima cena pogonskega traktorčka. Če je cena priključka višja od 40000 evrov, potem ni velike razlike v strošku zatiranja, ne glede na razliko v storilnosti. Pred nakupom je zelo pomembna ocena velikosti površin, ki jih želimo tretirati in podatek o letni uporabi naprav v urah (vpliv na amortizacijski načrt).

Preglednica 12: Primerjava stroškov pri različnih metodah dela. Povzeto in prilagojeno po številnih virih proizvajalcev opreme, ob upoštevanju kalkulacije, predstavljene v preglednici 11. Upoštevani so stroški amortizacije, delovne sile, goriva za pogon in goriva za produkcijo ognja, vroče vode in pare ter maksimalna storilnost opreme.

Tipi naprav	Tehnika zatiranja	Tip dela in površine	Strošek enega prehoda (€/ ha)	Letni strošek (€ / ha)
Škropilnica	Kemično - herbicid	Strojno delo Post 2, 3	80-100 E1	80-100 1 x 160-200 2 x
Škropilnica	Kemično - herbicid	Ročno delo Post 1	160-180 E1	160-180 1 x 320-360 2 x
Krtačenje	Mehansko	Ročno delo Post 2	170-210 E6	850-1050
Krtačenje	Mehansko	Strojno delo Post 3	130-160 E6	650-800
Ožigalnik plin	Ožiganje 400 – 700 °C	Ročno delo – Post 1	340-400 E4	1360-1600
	Ožiganje 400 – 700 °C	Strojno – Post 2 Strojno – Post 3	320-350 E4 270-320 E4	1280-1400 1080-1280
Ožigalnik Infra	Ožiganje 600 – 900 °C	Ročno delo – Post 1	480-530 E3	1440-1590
	Ožiganje 600 – 900 °C	Strojno – Post 2 Strojno – Post 3	400-430 E3 380-410 E3	1200-1290 1140-1230
Ožigalnik na vroč zrak	Ožiganje 400 – 700 °C	Ročno delo – Post 1	350-380 E5	1750-1900
	Ožiganje 400 – 700 °C	Strojno – Post 2 Strojno – Post 3	320-330 E5 300-320 E5	1600-1650 1500-1550
Aplikatorji vode	Vroča voda 90 do 100 °C	Ročno – Post 1	290-310 E4	1160-1240
	Vroča voda 90 do 100 °C	Strojno – Post 3	250-280 E4	1000-1120
Aplikatorji pare	Pregreta para 98 do 130 °C	Ročno – Post 1	240-270 E4	960-1080
	Pregreta para 98 do 130 °C	Strojno – Post 3	220-240 E4	880-960
Aplikatorji pene	Pregreta para pena 98 do 110 °C	Ročno – Post 1	240-270 E3	720-810
	Pregreta para pena 98 do 110 °C	Strojno – Post 3	220-240 E3	660-720

Post 1 – ročno delo, Post 2 – vlečena ali potisna orodja z motorjem za premikanje, Post 3 - orodja priključena na traktor ali na samohodna vozila. E1 – E6 - običajni ekvivalent učinkovitosti obhodov proti uporabi herbicidov. E5 pomeni, da je postopek potrebno ponoviti 5 krat, da lahko dosežemo učinkovitost ene uporabe herbicida.

Preglednica 12 prikazuje, da so lahko razlike v stroških pri različnih metodah tudi do 25 %, pri čemer je najdražji postopek, ročna uporaba ožigalnika na vroči zrak in najcenejši, strojna uporaba pene v kombinaciji s pregreto paro. Pri različnih strojih so možna precejšnja odstopanja od prikazanih izračunov. Po nekaterih nizozemskih virih so lahko stroški tudi 30 % višji od predstavljenih. Razlike v delovni temperaturi strojev imajo velik vpliv na pogostnost ponavljanja tretiranj. Če tretiramo velik plevel, se lahko pogojno pojavi tudi strošek odstranitve ostankov.

5.2 Izvedba fizikalnih metod zatiranja na kmetijskih površinah

V pridelavi poljščin in vrtnin običajno fizikalne metode kombiniramo kot dopnilo k drugim metodam, razen v ekološki pridelavi, kjer predstavljajo osnovno zatiranje. Težava pri uporabi fizikalnih metod na kmetijskih površinah je obdelava velikih površin. Potrebne so energetske zelo učinkovite naprave z veliko storilnostjo, sicer je uporaba ekonomsko neupravičena. Storilnost je tesno vezana na delovno širino. V Sloveniji je lahko glede na ceno propana, velikost investicije naprave in delovne sile strošek enega prehoda njive z ognjem blizu 100 €/ha. Potrebni so vsaj trije prehodi, tako da strošek zatiranja z ognjem (plin + amortizacija stroja + delovna sila) lahko preseže 250–300 €/ha. Seveda velja, da so stroški amortizacije ožigalnika enaki kot pri drugih priključkih, če napravo uporabljamo malo ur letno (majhna kmetija z majhnimi površinami). Strošek modernega 8 vrstnega ožigalnika, delovne širine 5,5 m, znaša vsaj 16.000 do 24.000 evrov. Leta 2020 je najbolj ugodna cena 1 kg propana znašala približno 1,96 €/kg, ko znaša pri velikih količinah 1,5–1,6 €/kg. Ti podatki in poraba propana na hektar so izhodišče za primerjavo ekonomskih izračunov med herbicidom in ognjem, a žal domačih študij o ekonomičnosti ožiganja praktično ni. V edina dostopni študiji Bernik s sod. (2009) ocenjujejo, da je ožiganje lahko pogojno ekonomsko učinkovito kot uporaba herbicidov.

5.2.1 Uporaba ognja na kmetijskih površinah

Različne tehnike zatiranja plevelov na njivah in v trajnih nasadih z uporabo ognja uporablja človek že vsaj 100 let. V uporabi so zlasti naprave z uporabo odprtega ognja, medtem ko je naprav na topli zrak ali a infra-rdeče sevanje malo, še manj pa je naprav z uporabo mikro-valovnega sevanja (Brodie s sod. 2017; Rana in Derr, 2018). Tehnika uporabe ognja je zelo napredovala in sodobne naprave omogočajo visoko storilnost, ker imajo velike delovne širine in omogajo veliko hitrost vožnje (8 do 10 km/h), kar izboljšuje ekonomiko uporabe. Poraba goriva (npr. propan) se je zmanjšala, saj imamo zaradi nadzora nad ognjem v aerodinamičnih ohišjih boljše izkoristke. Cenovna razmerja med herbicidi in ceno plina se z leti močno spreminjajo, kar prav tako vpliva na ekonomiko. Običajno je uporaba ognja vsaj dvakrat dražja od uporabe herbicidov, lahko tudi štirikrat. Ločimo naprave za ožiganje povprek (glej sliko 33) in naprave za ožiganje v vrsti (glej sliko 34). Naprave za ožiganje povprek uporabljamo v sistemih slepe setve, za pripravo gredic pred sajenjem, za ožiganje plevela na strnišču in za sušenje pridelka pred spravilom (npr. uničenje krompirjevega zelenja). V slovenskih razmerah uporaba ognja nikakor ne zaživi niti v ekološki pridelavi. Splošno mnenje pridelovalcev je, da so metode stroškovno neugodne, časovno potratne in neučinkovite. Novejše študije iz ZDA kažejo, da pri strokovni uporabi sodobnih ožigalnih naprav v atmosfero sprostimo manj CO₂ kot pri uporabi herbicidov, kar pomeni dobro ekološko sprejemljivost novih naprav. Le redko lahko zatiranje plevelov v poljščinah temelji zgolj na uporabi ognja, zato jih je potrebno kombinirati s klasičnimi mehanskimi metodami, pri čemer moramo imeti v tleh majhne semenske banke. Ambrozija je v začetnih razvojnih stadijih zelo občutljiva na poškodbe povzročene z ognjem, zato za uspešno zatiranje ne potrebujemo velikih odmerkov propana. V koruzi sta dva prehoda dovolj. V soji pa je bolje izvesti še en pozen prehod, da pozno vznikne rastline ambrozije ne bi prerasle soje. Običajen koncept v koruzi in sirku je dvakratno ožiganje in eno okopavanje, v soji in v sončnicah pa dve okopavanji in tri ožiganja. Pri okopavanju moramo upoštevati, da z njim reguliramo kapilarni vzpon vode, spodbujamo nov val vznikanja plevelov in aktiviramo dušična gnojila, dodana z dognoevanjem. V ameriškem sistemu za sojo in koruzo imamo najprej en prehod rotacijskega prekopalnika (rotary hoe), potem eno ožiganje, ki mu sledi uporaba kultivatorja z nogačami v kombinaciji s prstastim plevelnikom in nato ponovno ožiganje. Podoben koncept uporabljajo Srbiji pri ekološki pridelavi koruze in soje (glej na primer Rajković (2018)).

Pri zatiranju plevelov z ognjem na kmetijskih površinah moramo:

- zagotavljati vse ukrepe varstva pri delu (tehnična brezhibnost naprav, sprotna kontrola tesnjenja elementov, trki z ovirami na njivi ...)
- izvajati presojo nevarnosti pojava požarov (vžig okoliškega rastja, vžig rastlinskih ostankov na njivi, presoja mejne hitrosti vetra, pregled njive po zaključku dela ...)
- pazljivo izbrati ustrezni razvojni stadij plevelov in gojene rastline
- pri napravah z gibljivimi gorilniki je potrebno vsakič prilagoditi smer in jakost plamena.



Slika 33: Primer dveh ožigalnikov za neselektivno ožiganje povprek

(Vir: <https://vanhoucke.engineering/en/>, <https://ramflame.com/>).



Slika 34: Primer dveh ožigalnikov za selektivno ožiganje v medvrstnem prostoru

(Vir: <http://www.agriexpo.online/prod/carre-sas/product-168660-957.html>,
<http://www.afiweedflaming.com/index.aspx?mid=11277>).

Veliko izkušenj z uporabo ognja imajo v ZDA. V zadnjih letih prednjačijo v raziskavah in v razvoju novih prototipov naprav, zato so tudi dober vir podatkov in izkušenj (Uloa S. s sod. v letih od 2010 do 2012). Velike ekološke kmetije v EU za delo uvažajo naprave iz ZDA. Med tehnološko najbolj dovršene ožigalnike plevelov sodijo naprave podjetja Agricultural flaming innovations ZDA, ki nudi ožigalnike za

okopavine z delovno širino 4–16 vrst. Pri delovni širini 16 enot lahko pri hitrosti dela 5 km/h ožiganje plevelov na enem hektarju veliki njivi koroze, kjer je malo obračanja, izvedemo v 15 minutah. Poraba propana na hektar za zatiranje ambrozije v stadiju 2 do 4 listov znaša 35 kg/ha. Dobra navodila za izvedbo ožiganja so dostopna v knjižici svetovalne službe ZDA z naslovom Propane fueled flame weeding (Knezevič s sod., 2014). V delu so natančni opisi razvojnih stadijev poljščin in plevelov, primernih za uporabo ogenja, in dostopni podatki o potrebni količini plina za doseganje želene stopnje učinkovitosti zatiranja različnih plevelov (angl. dose-response krivulje).

V naslednjih vrsticah naštevamo nekaj dejstev o tehniki zatiranja plevelov z ognjem na njivskih površinah:

- najbolj so občutljivi enoletni širokolistni pleveli (npr. metlika, ščir, ambrozija, dresni, oslezi, rogovilček ...). Pri večini vrst za zatiranje v stadiju od kličnih listov do stadija 4 listov zadostuje manj kot 40 kg propana na hektar, ob delovni hitrosti vožnje med 5 in 8 km/h.
- enoletne trave so manj občutljive od enoletnih širokolistnih plevelov, saj imajo bazični rastni meristem skrit v listni nožnici ali v tleh. Potrebujemo nekaj večji odmerek propana (nad 50 kg) in počasnejšo vožnjo, oziroma ožigamo v zgodnejših razvojnih stadijih. Za povečanje učinkovitost je potrebno ožiganje ponoviti v presledku enega tedna po delni regeneraciji trav, ali pa takoj po ožiganju ožgane plevele prekrijemo z nekaj cm tal. To naredimo s plitvim okopavanjem – osipavanjem.
- trajne plevele zatremo le delno. Potrebni je več prehodov, da jih izčrpamo, zato izvedemo dva prehoda, v stadiju rasti od 5 do 10 listov. Poraba propana je nad 80 kg/ha, pri delovni hitrosti okrog 5 km/h.
- v kasnejših razvojnih stadijih plevela, poraba plina na ha hitro narašča. Takrat potrebujemo za velike plevele med 80 in 100 kg propana na ha. Primernejše je ožiganje v dveh manjših odmerkih kot en prehod z večjim odmerkom propana.
- ožiganje izvajamo, ko so pleveli suhi, saj je takrat poraba energije manjša. Porabo energije lahko zmanjšamo, če ne tretiramo osrednjega dela medvrstnega prostora okopavin, kar je mogoče pri gorilnikih, ki sproščajo plamen bočno od strani v vrstni prostor. Medvrstni prostor očistimo z

okopalnikom. Okopavamo lahko hkrati z uporabo ognja, če je ožigalnik pritrjen čelno in okopalnik zadensko.

- v mokrem ožigamo le pri sistemih konzervirajoče obdelave tal ali no-till, ko je na tleh ležeča zastirka dovolj vlažna, da se ne vneme in ne pride do njegova nekontroliranega gorenja.
- naprave z gorilniki z odprtim ognjem imajo slabše izkoristke od naprav z varovalnimi in usmernimi ščiti. Pri napravah s ščiti imamo večjo selektivnost in manjše izgube toplote, nastale zaradi vetra. Najbolj so uporabne naprave, ki imajo viseče, po višini prilagodljive ščite. Pri delu ogenj ne sme segati izven roba ščita.
- če imajo naprave nameščene ščite bočno na straneh do tal, ogenj ne more prehajati v vrsto z okopavino. To je dobro za povečanje selektivnosti in slabo zaradi zmanjšane učinkovitosti zatiranja plevelov v vrsti. Če ogenj ne posega v vrstni prostor okopavine, potem po ožiganju uporabimo okopalnike za osipavanje, prstaste plevelnike ali boljša orodja, katerih delovni elementi posegajo v notranjost vrstnega prostora okopavine. Možna je kombinacija obeh vrst naprav v enem hodu.
- pri napravah z gibljivimi gorilniki pred pričetkom dela preverimo ustreznost kota plamena. V različnih točkah in višinah nastavimo gorljiv papir in po prehodu opazujemo, ali se je papir v določenih točkah vnel. Plamen mora pokrivati ciljno površino tal, ne smemo pa imeti prevelikega odboja od tal, da ne pride do obsežnih poškodb na višjih organih gojene rastline. nekoliko večji odboj lahko imamo pri poznem ožiganju pod list, ko so poljščine že večje (npr. 7–8 listov pri koruzi).
- različne poljščine so različno občutljive za poškodbe. Trave veliko bolje prenašajo poškodbe kot širokoliste poljščine. Koruza in sirek prenašata ožiganje bolje od prosa in žit. Med širokolistnimi poljščinami je manj občutljiva sončnica, precej občutljiva pa je soja. Vse vrtnine so zelo občutljive, zato pri njih uporabljamo naprave s kompaktnimi ščiti.
- ožiganje lahko zelo dobro kombiniramo s sistemi slepe setve, vendar s tem povzročimo zamudo v razvoju sejane poljščine. V prvem prehodu, preden poljščina vznikne, lahko ožigamo celotno površino (večji odmerek propana); v drugem prehodu, v stadiju, ko je poljščina manj občutljiva, ogenj uporabimo usmerjeno pri manjši porabi propana. Sistem slepe setve in ožiganje lahko izvedemo tudi pri žitih.

Na trgu najdemo veliko naprav za uporabo ognja v trajnih nasadih, v katerih nimamo težav s selektivnostjo, saj so debela dreves in trt lahko brez težav kratkotrajno izpostavljena visoki temperaturi. Dobre so naprave, kjer lahko parametre dela reguliramo iz kabine. Potencialno sta za slovenski trg zanimivi napravi Biodiserbo (CS Thermos) in Pirodiserbo (Tecnoecologia), italijanskih proizvajalcev (<http://www.pirodiserbo.it/>). Naprava Biodiserbo je zanimiva, saj gre za traktorsko priključeno potujočo peč. Ožigalni plamen (bolj snop toplote) se ustvarja s pomočjo zgorevanja lesnih pelet in ne propana. Kar pomeni, da naprava uporablja obnovljivi vir energije, ki ga lahko sadjar ali vinogradnik pridobi sam. Pirodisebro PFV je klasični plinski ožigalnik, ki ima možnost usmerjanja plamena iz kabine s pomočjo električnih komand, preko upravljalnih ročic. Na italijanskem trgu je možno kupiti vsaj 15 naprav, ki se tržijo pod oznakami Pirodiserbo. Cene se gibljejo med 11.000 in 20.000 evrov.

5.2.2 Uporaba vrele vode in pare na kmetijskih površinah

Tudi v svetu je uporabe vroče vode in pare v poljedelstvu zelo omejena, čeprav naprav ponuja več podjetij, se jih v redni proizvodnji uporablja malo. Osnovno oviro predstavlja velika količina vode ki jo ta postopek zahteva. Zato naprave potrebujejo velike rezervoarje, ki izrazito povečajo tlake pod kolesi. Naprave postanejo težke, močno tlačijo tla in postanejo manj okretne. Primer naprave za zatiranje plevelov in razkuževanje tal v vrtnarstvu je Pedosan – Bodendämpfgerät (glej na <https://www.youtube.com/watch?v=-vDt4RF554c>). Če je seme ambrozije v tleh (0–3 cm) v stanju pripravljenosti na kalitev, je srednje občutljivo na učinek vroče vode in pare. Ocenjujemo, da je zatiralni učinek pare s 100 °C v tleh med 60 in 80 %.

Tehnika uporabe vroče vode je bolj zanimiva za trajne nasade, kjer porabimo manj vode na ha, saj ne tretiramo celotne površine. V trajnih nasadih je pelinolistna ambrozija nepomembna, če pravilno skrbimo za negovano ledino. Seveda pa v Sloveniji lahko najdemo ambrozijo tudi v trajnih nasadih. Na trgu je nekaj naprav za uporabo pare in pene v trajnih nasadih, ki so primerne tudi za težke terene. Primer naprave s tehnologijo »saturated steam« je Eco Steam GP (M.M. S.r.L, Modena Italija). Traktorsko vodena priključna naprava ustvarja paro s temperaturo med 110 in 140 °C, ki jo pod ščitom usmerja na plevela pod trtami ali drevjem. Drug primer naprave iz sosednje Italije za uporabo v vinogradih je Shiumone, podjetja Tecnovit (glej sliko 35). Naprava sprošča peno na plevela pod trtami. Trije prehodi letno

omogočajo skoraj popolno zatiranje plevelov. V trajnih nasadih in na travinju bi lahko bile pomembne vrste kot so *A. tenuifolia*, *A. psilostachya* in *A. confertiflora*, ki so večletne rastline. Teh vrst z uporabo pare in pene ne moremo popolnoma zatreti, lahko pa popolnoma preprečimo cvetenje.



Slika 35: Naprava za nanos vroče pare in pene za zatiranje plevela v nasadih Shiumone Tecnovit

(Vir: <http://www.tecnovict.com/> in <http://www.ilpiacenza.it/economia/>,
<https://vigneviniequalita.edagricole.it/vigneto/meccanizzazione-vigneto/schiumone-la-diserbatrice-spollonatrice-termica-ecologica/>).

5.2.3 Uporaba električnih naprav na kmetijskih površinah

Električne naprave za zatiranje plevela delujejo tako, da s pomočjo generatorjev, ki so upravljani s pomočjo traktorske priključne gredi, proizvajajo pulzni električni tok visoke napetosti (med 5000 in 30000 voltov ter s frekvenco med 2500 in 15000 Hz). Ob stiku naprave s plevelom električni naboj steče skozi rastlino v tla in jo poškoduje (Diprose s sod., 2009). Poznamo dva koncepta delovanja. Pri prvem je negativni pol kovinsko kolo, ki med vožnjo reže skozi tla, tako da električni naboj steče skozi plevel v korenine in nato v tla in iz tal nazaj v kovinsko kolo. Pri drugem konceptu imamo spredaj serijo primarnih – oddajnih in zadaj sekundarnih sprejemnih vodnikov. Negativni pol je sekundarni vodnik (in plevel), tako da naprava nima stika s tlemi. Pri prehodu električnega naboja skozi plevel, se tkivo tako pregreje, da pride do denaturacije večine proteinskih struktur v celicah. Prvi koncept daje boljše

rezultate v sušnih tleh in pri zatiranju trajnih plevelov. Drugi pa bi bil primeren tudi za neketijska zemljišča. Učinkovitost zatiranja enoletnih plevelov je velika, pri nekaterih večletnih plevelih, pa je potrebno postopke večkrat ponoviti, da povzročimo dovolj velike poškodbe na podzemnem rizomskem sistemu. Uporaba naprav za električno zatiranje je zelo dobrodošla za zatiranje v poljščinah in vrtninah z nizkim habitusom (pesa, soja, fižola, čebula, solata, zelje...), pri katerih ambrozija poleti po višini značilno preraste poljščino. Zelo so uporabne na travinju, na strniščih in v strniščnih dosevkih. Ambrozija je na tok električnega naboja zelo občutljiva rastlina, zato je na strniščih, kjer se dobro razvija, zatiranje z električnim nabojem zelo uporaben način. Žal še nimamo razvitih naprav, ki bi dobro delovale znotraj sestoja korus. Naprave, ki so danes v prodaji, delujejo predvsem na plevela, ki so višji od gojene rastline (npr. ščir, metlika, oslezovec, sirek, visoke trave ...), ne zatirajo pa uspešno plevelov, ki so nizko med gojenimi rastlinami (npr. slak, dresni, zvezdica, tolščak ...), zato v kratkem času pričakujemo izboljšave in nove naprave.

Rezultati novejših raziskav kažejo na uporabnost električnega zatiranja v praksi, saj naprave omogočajo visoko učinkovitost, veliko delavno storilnost in zmerno porabo energije. Ker so navadno opremljene s sodobnimi senzorji, omogočajo veliko natančnost dela in dobro prilagajanje terenu. Dela izvedena v brezvetrju, ko so poljščine bolj ali manj suhe, zmanjšajo možnost preskakovanja električnega naboja na gojene rastline. Za trajne plevela je bolje, če delamo v obdobju, ko so tla vlažna. Eno vodilnih EU podjetij na tem področju je podjetje Zasso, ki je razvilo sistem Elektroherb – naprava X-power. Podjetje na spletnih straneh nudi informacije o uporabi te tehnologije (<https://www.youtube.com/watch?v=-3oWexcBuko>). Drug tak primer je naprava Weed zapper, podjetja Old School Manufacturing LLC (glej sliko 36 in spletno stran <https://theweetzapper.com/>) in naprava Lasco Lightning Weeder (slika 36 in spletna stran <https://www.youtube.com/watch?v=J2xXWSoyvG0>).



Slika 36: Napravi za električno zatiranje plevelov.

(Vir: Lasco Lightning Weeder <https://mosaorganic.org/the-mosa-experience/flying-w-farm>, Weed zapper <https://theweetzapper.com/>).

6 Uporaba prekrivnih materialov

Uporaba zastirk je dobro znan način zatiranja plevelov. Obstaja na desetine različnih izvedb s skupno značilnostjo, da fizično preprečujejo razvoj plevelov, ker je površina tal prekrita. Seme plevelov ne kali ali pa se mladi rastlinici ne uspe prebiti skozi plast zastirke. Pelinolistna ambrozija nima dobrih sposobnosti za kalitev pod zastirnimi materiali in za prebijanje skoznje, zato je navadno uporaba zastirk visoko učinkovita metoda za zatiranje ambrozije tako v urbanem okolju kot pri vrtnarski pridelavi. Seme je pri kalitvi svetloljubno in v temi, zato v globljih plasteh tal ne kali.

Med osnovne tipe zastirk štejemo:

- zastirke iz umetnih mas ali papirja (folije, agro-tkanine, razne pene, papir ...)
- zastirke iz umetnih mas, ki jih na površino tal nanesejo z brizganjem (angl. sprayable plastic mulch ali spray-on mulch)
- zastirke iz naravnih polimerov, ki jih nanesejo z brizganjem (angl. biodegradable spry-on mulch)
- zastirke iz konglomeratov slame, trave, lusk, bombaža, volne z lepljenih s škrobom, proteini, algami in drugimi naravnimi snovmi
- zastirke iz posipanih rastlinskih materialov (slama, trava, žagovina, lubje ...)
- zastirke iz odpadnih materialov (volna, bombaž, tekstil, karton, papir ...)

- zastirke iz dosevkov, ki jih uničimo pred ali po setvi – sajenju poljščin – vrtnin (angl. roller-crimper sistemi, angl. dead mulch sistemi ...)
- žive zastirke v sistemih podsevkov ali sistemih mešanih setev (angl. intercropping, living mulch).

Pri zatiranju plevelov z uporabo zastirk moramo upoštevati, da:

- zastirka občutno spremeni temperaturni in vlažnostni režim. Tla so lahko hladnejša in bolj vlažna, kar lahko ovira razvoj gojenih rastlin zgodaj spomladi
- zastirka spremeni sproščanje in odvzem hranil. Potrebno je spremeniti način gonjenja in dognojevanja.
- navadne zastirke rastlinskega izvora v začetku sezone povzročijo dušični šok, ker mikrobi za razgradnjo zastirke porabljajo prosti dušik v tleh.
- iz zastirke se lahko sprostijo naravne snovi, ki zavirajo razvoj gojene rastline (npr. iz lubja). Pri industrijskih odpadnih materialih (bombaž, volna, papir ...) pa se lahko sprostijo kemične snovi, s katerimi so bili materiali tretirani.
- zastirka lahko precej poveča populacije glodavcev in polžev in ima vpliv na nekatere škodljivce.
- zastirke navadno precej povečajo populacije nekaterih vrst plenilskih žuželk.

V urbanem okolju je prekrivanje z zastirko med okrasnimi rastlinami že uveljavljena metoda pri zasaditvah okrasnih trajnic ali zasaditvah kombinacij trajnic in enoletnic. Sodobne agro-tkanine so uveljavljena podlaga za zasaditve, saj lahko preko njih nasujemo okrasne žagovine, lubja ali drobljen kamen. Tako ustvarimo površine, na katerih lahko skoraj popolnoma omejimo razvoj plevelov in tudi ambrozije. Priprava gredic in zasaditev zahtevata nekaj investicije, a se le-ta hitro povrne, saj ni velike potrebe za pletje plevela. Strošek dvakratnega letnega temeljitega pletja gredic z okrasnimi enoletnicami navadno znaša med 12 in 18 evrov za 1 m². Ambrozija se povečini razvije na robu, med gredicami in travno površino, saj tega dela običajno ne obdelamo z mulčerji in ne dovolj natančno ročno oplejemo (glej sliko 37).

Uporaba zastirk ob prometni infrastrukturi je bolj zapletena. Na infrastrukturi ob cestah se lahko uporabljajo zastirke iz umetnih ali rastlinskih mas, ki jih nanesemo z brizganjem – (angl. sprayable mulch ali spray-on mulch) (slika 38).



Slika 37: Pojav ambrozije na meji med posipnim mulčcem in zelenico zatadi nenatančne košnje.

(Vir: lasten).

Ti materiali se v slovenskih razmerah manj uporabljajo. Tehnologija je znana pri vzdrževalcih avtocest in se uporablja za utrjevanje brežin, kjer so obsežni erozijski procesi in se travna ruša ne more uspešno formirati. Na takšnih erozijsko ogroženih delih brežin se ambrozija rada razvije. Za druge namene je ta način preprosto predrago, saj lahko strošek naprave presega 30 evrov/m². Obstajajo sodobne zastirke iz proteinov, bombažnih vlaken, celuloze, alg in drugih naravnih materialov, ki se lahko nanesejo v ozkem pasu ob transportni infrastrukturi, tako da ni potrebno kositi in ustavi erozijo. Ne moremo jih nanesti neposredno na bankino. Osnovno tehnično vprašanje je hitrost odvodnjavanja in pohodna stabilnost, če vozila zapeljejo na material zastirke. Ker ta dva parametra ponavadi težko tehnično zagotovimo, je tehnika bolj v razvoju kot v praktični uporabi, zato so navadne peščene bankine v veliki ekonomski in tehnični prednosti. Obstajajo določene možnosti, da bodo v prihodnosti bankine prekrile s tankim filmom iz umetnih mas.

V vrtnarski pridelavi je uporabe folij uveljavljena tehnika. Ker postajajo klasične folije (npr. polietilen) vedno bolj okoljsko sporne (velika poraba fosilnih goriv, stroški uničenja in nastajanje strupenih snovi pri sežiganju) in tudi v pogledu humano-toksikoloških učinkov (npr. sproščanje snovi bisfenol-A = BFA in di(2-etilheksil)ftalati = DEHP), se sprejemljivost klasične folije v vrtnarski pridelavi zmanjšuje iz leta v leto (glej He s sod., 2015 in Gionfra, 2018). V ekološki pridelavi se veliko razpravlja o prepovedi uporabe klasičnih vrtnarskih polietilenskih prekrivnih folij oziroma o zamenjavi z alternativnimi, biorazgradljivimi folijami. Osnovni gradniki alternativnih folij so lahko poliocetna kislina, polihidroksialkanoati, polimerizirani škrobi, galaktomanani in številne druge alternativne snovi. V širši skupnosti je zaželen prehod na zastirke iz povsem naravnih materialov. Informacije o novih tehnikah uporabe biorazgradljiv folij so dostopne v člankih avtorjev Coolong (2012), Vox s sod. (2013) in Walker (2013).



Slika 38: Nanos mešanice semen in tekoče gmote sprayable-mulch, na erozijsko izpostavljeno brežino

(Spletni vir: <http://www.turcogolf.com/hydroseeding/>).

Med alternativne pristope gotovo sodi uporaba papirne folije za sajenje vrtnin in nanosljivi tekoči rastlinski mulč ali nanosljivi tekoči papirni mulč (angl. sprayable paper mulch; glej na primer na http://www.emeraldseedandsupply.com/hydroseeding/mulch_papermulch.html). Papirnate folije nove generacije so zelo uporabne, saj so trenutno v razvoju nove tehnike obdelave papirja, ki lahko zagotavljajo ustrezna prožnost. Če papir ni dovolj prožen, se pri polaganju in kasneje pod vplivom vetra trga. Težave so tudi pri strojih sadilnikih, ki težko naredijo ustrezne luknje za vlaganje sadik s koreninsko grudico. Za ročno sajenje so na voljo folije, ki imajo vnaprej izrezane luknje za sajenje (glej sliko 39). Nekateri proizvajalci nudijo papirnate folije, prepojene z gnojili in huminskimi kislinami, ki stimulirajo začetni razvoj vrtnin. Zelo zanimiva je tehnika uporabe papirnatih folij, pri kateri vrtnine sejemo s posebno sejalnico. Sejalnica naredi zarezo v papir in vanjo položi seme. Rastlinice vrtnin vzniknejo skozi zarezo in med rastno dobo s pleveli nimamo dela. Tako se na primer prideluje korenček, peteršilj in podobna zelenjava (glej sliko 40).



Slika 39: Zastirka iz papirne folije za sajenje vrtnin

(Vir: <http://www.weedguardplus.com/>, <https://mulchorganic.co.uk/collections/fortified-rolls/paper-mulch>).

Tekoče rastlinske mulče dobijo tako, da seseklajo slamo, travo, lan, otrobe in druge rastlinske ostanke zmešajo s škrobnimi polimeri in polimeri alg. Mešanico nabrizgamo po sadilnem grebenu in počakamo, da otrdi. Nato lahko posadimo sadike (glej sliko 41). Strnjen mulč preprečuje razvoj plevelov vsaj dva in pol meseca. Tovrstne zastirke zmanjšajo porabo in izgube vode s sadilnih grebenov, zato z njihovo uporabo zmanjšamo porabo vode za namakanje. Ko pridelek pobremo, ga mulč preprosto zaorje. Tovrstni mulči dobro zatirajo ambrozijo, so pa manj učinkoviti za nekatere vrste trajnih plevelov (na primer divji sirek in ostrice). Trenutno so še vedno vsaj trikrat dražji od klasičnih polietilenskih folij. Za brizganje potrebujemo posebno opremo, ki stane približno toliko kot navadni stroji za polaganje folije na grebene.



Slika 40: Setev korenčka v razporek na papirni prekrivki Wädenswil paper mulch in gredica z nanosljivo zastirko iz slame Straw lequid mulch Biotop Švica

(Vir: Agroscope, CH-8820 Wädenswil, Switzerland, formerly Swiss Federal Research Station for Fruit-Production, Viticulture and Horticulture. Daniel T. Baumann, Wädenswil;
www.ewrs.org/et/docs/baumann_pwc.ppt).

Prikazi tehnik uporabe novih zastirnih materialov so na voljo na številnih spletnih straneh, ki jih v nadaljevanju navajamo:

- <http://tfrec.cahnr.wsu.edu/organicag/wp-content/uploads/sites/9/2016/12/Organic-OrFM-SprayM04.pdf>
- <http://horttech.ashspublications.org/content/21/4/398.full>
- https://www.researchgate.net/figure/Mulches-were-oversprayed-with-a-second-black-spray-coating-19-03-2004_fig2_284135332
- <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/24553>
- <https://articles.extension.org/pages/62033/mulching-for-weed-management-in-organic-vegetable-production>

V svetu so razvili veliko tehnik uporabe zastirk v obliki rastlinskega mulča, ki jih ločimo v dve veliki skupini: living-mulch in dead-mulch (glej Caspar s sod. 2006; Mohammadi, 2011). V prvem primeru govorimo o živi rastlinski odeji, ki zadržuje razvoj plevela, v drugem pa ostanke rastlin, ki jih tik pred setvijo ali kmalu po setvi poljščine zatremo kemično ali mehansko. Prvi sistem uvrščamo v intercropping sisteme (mešani posevki in podsevki), drugega, pa med sisteme konzervirajoče obdelave (no-till setev in sajenje v zastirko). Zastirni material lahko pripeljemo tudi od drugod. Ker je ambrozija zelo konkurenčen plevel, je uspešnost njenega zatiranja s sistemi living-mulch polovična. Pri velikih semenskih bankah mlade rastline vedno najdejo nekaj možnosti za vznik. Orodij za dobro mehansko zatiranje v zastirki je malo.

Novejša tehnika, ki se vedno bolj uporablja v sistemih z ohranitveno obdelavo tal, uporablja poleganja dosevkov z valjarjem (angl. rollercrimper) (<https://rodaleinstitute.org/why-organic/organic-farming-practices/organic-no-till/> in Georgel, 2017). Pri tem pristopu ustvarimo zastirko iz dosevka, ki ga povaljamo, in potem z no-till sejalnico ali sadilcem, posadimo poljščino oziroma vrtnino. Postopek valjanja lahko izvedemo istočasno ali ločeno s setvijo. Potrebujemo znanje o pravih mešanicah rastlin v prezimnih dosevkih, ki so primerne za različne tipe tal. Najpogostejše mešanico sestavljata visoka trava (npr. rž) in metuljnica (npr. grašica) ter neprezimna križnica. Pomembno je, da imamo gost sklop rastlin, da se po valjanju ustvari gosta zastirka. Ponavadi mešanico valjamo, ko rž klasi. Takrat imamo največjo maso in se rastline po valjanju ne obnovijo. Če valjamo prezgodaj, pride do obraščanja rastlin in zgoščenega prekrivnega sloja ne dobimo. Dodane metuljnice

omogočajo hitro spomladansko sproščanje dušika, ko so tla še hladna. S tem ni težav na lahkih peščenih tleh, ki se spomladi hitro ogrejejo. Če imamo težka hladna tla, se priporoča sistem setve strip-till, kjer v zastirki odpremo ozek pas, da se tla hitro ogrejejo. Tako imamo manjšo zamudo v razvoju poljščine. Ta sistem je učinkovit za zatiranje ambrozije, če ni velikih semenskih bank in je zastirka zares zgostena.

Metode klasičnega zastiranja s slamo, travo, žagovino, lubjem in drugimi organskimi materiali so uporabne za zatiranje ambrozije, če je zastirka kompaktna in debela vsaj 6 cm ali več. Na splošno je znano, da smo pri uporabi zastirk manj uspešni pri zatiranju trajnih plevelov, ki imajo sposobnost prebijanja zastirke (glej sliko 42). Tehnika zastiranja v naših razmerah ima nekaj šibkih točk, saj nimamo ustreznih strojev za polaganje zastirk in je zato potrebno veliko ročnega dela. Delno imamo tudi primanjkuje zastirnih materialov za prekrivanje velikih površin. V Sloveniji se za zastiranje uporablja slama, s katero je bilo izvedenih nekaj poskusov v vrtninah (primer Iršič, 2016; glej sliko 43). V poskusih se je pokazalo, da zastirka spomladi močno ohladi tla, zato rastline zaostajajo v razvoju. Prav tako pride do zastoja v sproščanju hranil (predvsem dušika). Oba učinka povzročita zmanjšanje pridelka. Uporaba slame je v nekaterih vrtninah ekonomsko konkurenčna polaganju folije in uporabi herbicidov. Pri pridelovanju čebule in česna herbicide uporabimo tudi 6 krat letno. Tako lahko strošek njihove uporabe doseže tudi 800 EUR/ha. Pri uporabi slame moramo pri kalkulaciji upoštevati, da le-ta konča na njivi kot organsko gnojilo. To nekoliko zmanjša stroške, ki bi sicer tudi presegli 800 EUR/ha. V tujini poznajo za različne tipe vrtnin različne tipe strojev za polaganje zastirk. Pri polaganju slame si lahko pomagamo z glodalkami slame, ki jih uporabljamo na živinorejskih kmetijah. Slamo, dolžine 15 cm ali več, moramo položiti tik pred dežjem, da je ne raznaša veter. V poletni vročini slama zmanjša učinek suše in toplotnega stresa. Je primerna za zemljišča, ki so izpostavljena poletni suši. Na hektar potrebujemo vsaj 6 ton slame. Strošek tone slame pri nas je minimalno 80 evrov, strošek strojnega posipavanja na hektar pa med 80 in 110 evri. Poraba goriva ni majhna, saj mora traktor pri rezanju in izmetavanju slame delovati pod veliko obremenitvijo.



Slika 41: Nanos razgradljivega bio-polimernega zastirnega mulča

(Vir: https://www.researchgate.net/figure/Mulches-were-oversprayed-with-a-second-black-spray-coating-19-03-2004_fig2_284135332 in spodaj www.csiro.au).



Slika 42: Nasad čebule na zastirki s slamo, kjer se vidi prebijanje slaka.

(Vir: lasten).



Slika 43: Polaganje slame na njivi čebule z bobensko glodalko okroglih bal slame. Slamo naneseemo na čebulo v stadiju 2-3 listov v odmerku 6 ton/ha.

(Vir: lasten).

7 Biotične metode zatiranja ambrozije

Biotično zatiranje je ena od možnosti za dopolnjevanje drugih metod zatiranja ambrozije predvsem na travinju, na ruderalnih rastiščih in drugih manj dostopnih in slabo vzdrževanih rastiščih. Predvsem glive in žuželke sproščajo biotične agense, od katerih pričakujemo, da se bodo v naravi dalj časa sami ohranjali in ovirali razvoj populacij ambrozij. Čeprav ambrozija po napadu biotičnih agensov navadno propada počasi, uspemo na ta način v velikem obsegu preprečiti cvetenje in oblikovanje semen.

V nekaterih širše zasnovanih EU projektih so preučili nabor organizmov, ki bi jih bilo možno uporabiti za biotično zatiranje ambrozije na območju srednje Evrope in tudi Slovenije. Takšna projekta sta bila projekt **Halt Ambrosia** (<https://ojs.openagrar.de/index.php/JKA/issue/view/1223>) in **Cost projekt Smarter**. V literaturi se kot uporabni organizmi za biotično zatiranje ambrozije pogosto omenjajo hrošč *Ophraella communa* (slika 44), hrošč *Zygogramma suturalis*, sovka *Tarachidia candefacta*, stebelni molj *Epiblema strenuana*, bela rja *Albugo tragopogonis*, prava rja *Puccinia xanthii*, pepelovka *Erysiphe cichoracearum* ter dve glivi povzročiteljici sušenja listja ambrozije *Septoria ambrosiicola* in *Passalora ambrosiae*. Pri omenjenih glivah obstajajo »forme specialis«, pri katerih razvojno vezanost na

različne ambrozije še preučujejo. Verjetno so dovolj visoko specifične, da ne preskakujejo iz ambrozije na sorodne gojene rastline. V svetovnem merilu obstaja veliko potencialnih organizmov za biotično zatiranje ambrozije. Postopek odobritve množične uporabe tujerodnih organizmov je žal zapleten, saj je potrebna vsestranska presoja učinkov sprostitev na ne ciljne organizme in okolje. Na voljo je veliko preglednih člankov, ki analizirajo možnosti biotičnega zatiranja v EU (Conveyors s sod. 2006; Gerber s sod., 2011; Cai in Gu, 2016).

Strokovnjaki ocenjujejo, da znani organizmi, ki sicer nimajo uradnega dovoljenja za uporabo v EU, lahko značilno zmanjšajo populacije ambrozije, a ne morejo zagotoviti popolnega ali dovolj učinkovitega zatiranja. V Sloveniji se je pričel proces samodejnega širjenja hrošča ambrozijevega lepenjca (*Ophraella communa*), ki je na ozemlje RS prišel iz Italije, sicer pa je domoroden v ZDA. Pri prvih opazovanjih, med letoma 2017 in 2018, v Vipavski dolini smo ugotovili, da ima ta vrsta hroščev velik potencial za zatiranje ambrozije. Na številnih rastiščih so hrošči povzročili popoln golobrst ambrozije. Hrošči so aktivni do 3 mesece, pri čemer imajo vsaj 2 generaciji letno. Lepenjec se lahko uspešno razvija na celotnem ozemlju RS, vsaj do nadmorske višine 1300 m. Po podatkih iz Italije in Francije je v kratkem času po naselitvi tega hrošča na rastišča ambrozije prišlo do značilnega zmanjšanja koncentracije peloda v zraku. Rezultati v prvih letih po naselitvi hroščev so zelo dobri. V literaturi omenjajo, da ima tudi lepenjec precej naravnih sovražnikov (npr. plenilske stenice), ki lahko uravnavajo velikost njegove populacije. Pričakujemo, da bodo naravni sovražniki zadrževali rast populacije lepenjcem, in tako morda ne bo uspel občutno zmanjšati populacij ambrozije. Na rastiščih v Vipavski dolini smo opazili, da so ambrozije, ki so naseljene z lepenjcem, naseljene tudi z nekaterimi vrstami plenilskih stenic. Vsekakor bo lepenjec po naši oceni pomembno prispeval k zmanjšanju populacije ambrozije. Za razširitev po celotnem ozemlju RS bo potreboval 3 do 4 leta. Lepenjec je oligofag in se lahko hrani tudi na nekaterih drugih rastlinah, na primer na sončnicah in na plevelih rodu *Inula* sp. To pomeni, da je pogojno lahko škodljivec sončnic, in da možnost hranjenja na drugih rastlinah vpliva na velikost populacij na ambroziji. Vsekakor je ambrozija njegova prva prehranska izbira, medtem ko so druge rastline zgolj alternativa.



Slika 44: Ambrozijev lepenjec (*Ophraella communis*) in od lepenjca požrta ambrozija
(Vir: slike hrošča in ličinke Gabrijel Seljak)

Ne pričakujemo, da bi lepenjec naredil gospodarsko škodo na poljščinah. Podobno ocenjujejo tudi v Franciji (Anonimno, 2017). V Sloveniji je trenutno zelo majhen trgovski interes za gojenje organizmov za biotično zatiranje plevelov in tudi za trženje le teh, ker je potencialni promet majhen glede na relativno velik vložek, potreben za registracijo določenega biotičnega organizma. Najbolj verjeten razvoj v domačem okolju v prihodnosti je, da se bodo biotični organizmi po naravni poti razširili iz sosednjih pokrajin (Italija in Madžarska), kot se je to že zgodilo pri lepenjcu. V omenjenih sosednjih državah že izvajajo projekte za biotično zatiranje ambrozije. Z naravnimi procesi se bomo morali sprijazniti in računamo, da bodo značilno zmanjšali populacije ambrozije. Na ozemlju RS se pojavljajo tudi drugi ambroziji škodljivi organizmi. V zadnjih letih smo že večkrat naleteli na sestoje ambrozije, ki so jih uničile glive iz rodov *Sclerotinia*, *Albugo* (slika 45), *Botrytis*, *Alternaria*, *Erysiphe* in drugih. Med bolj pomembne glive sodi tudi rja *Puccinia helianthi*, ki je trenutno na ozemlju RS še nismo našli, a pričakujemo pojav posebne oblike, ki se lahko razvija na ambroziji tudi pri nas.



Slika 45: Ambrozija, napadena od glive *Albugo tragopogonis*.

(Vir: lasten).

8 Metode, vezane na izvedbo tehnike gojenja rastlin

Izkušnje kažejo, da ambrozija povečuje svoje populacije zaradi slabega vzdrževanja nekmetijskih zemljišč ali napak pri gojenju kulturnih rastlin na kmetijskih zemljiščih. Je neke vrste indikator vestnega / nevestnega ravnanja s kmetijskimi in nekmetijskimi zemljišči. Pri nekmetijskih zemljiščih gre za neustrezno obravnavanje z rastjem na trajnih ali začasno zapuščenih površinah, površinah ob transportni infrastrukturi ter ob industrijski infrastrukturi. Pelinolistna ambrozija velja za relativno slabo tekmovalen plevel do rastlinskih združb trajnega naravnega ali antropogenega travinja. To pomeni, da na dobro vzdrževanem travinju ambrozija praktično nima dobrih možnosti za razvoj. Pomembno vstopno točko na travinje predstavlja neposredni stik s transportno infrastrukturo, ki je pogosto v slabem stanju zaradi velikih erozijskih, toplotnih, hidroloških obremenitev in zaslanjanja tal (slika 46 zgoraj). S setvijo ustreznih mešanic, prilagojenih na velike obremenitve, je možno preprečiti razvoj ambrozije.

V svetu je bilo opravljenih že nekaj raziskav s tega področja in si jih lahko bralec sam podrobneje prebere. V okviru projekta 'Halt Ambrozija' so analizirali rastline, ki bi na površinah neposredno ob transportni infrastrukturi lahko konkurirale ambroziji (glej poročilo projekta Halt Ambrozija in poročilo iz angleške raziskave Bullock in

sod., 2010). Izvedena je bila tudi domača študija o tekmovalnih odnosih ambrozije z nekaterimi rastlinami v lončnem poskusu (Šutar, 2018), iz katere izhaja, da so najbolj uporabne žilave trave, kot so *Lolium perenne*, *Poa annua* in *Cynodon dactylon*. Na zatravljiveh bankinah je težava, ker ne morejo zagotoviti hitro odvodnjo. Če so rastline popolnoma zarastle bankine, je odvodnja meteorne vode počasna. Bankine bi morale biti toliko nižje od ravnine cestišča, da bi kljub poraslosti, še vedno bile nekaj cm nižje od roba cestišča. Pri bankinah se je potrebno zavedati, da ambrozija vznika od aprila do septembra, in da uporaba herbicidov brez talnega učinka, daje prostor ambroziji. Če je zaloga semen na bankinah velika, ambrozija hitro izkoristi prazen prostor, ki nastane po uporabi herbicidov (slika 47). Iz omenjenega razloga potrebujemo bio herbicide, ki ne bi zatirali trav. Če trave po uporabi bio herbicida zapolnijo prostor, nove rastline ambrozije ne morejo vzkaliti. Na sliki 46 spodaj je prikazana rešitev, ki je nastala pri preplastitvi ceste. Del stare plasti je postala bankina in raste se lahko razvija zgolj do roba cestišča. Odvodnja meteorne vode je tako zagotovljena, čeprav se raste praktično stika z asfaltom.

Na njivah pogosto omogočajo ambroziji preživeti naše napake pri gojenju poljščin in vrtnin, predvsem počasen razvoj v mladost in razredčenje sestoja rastlin. Tako opazamo, da je veliko ambrozije na njivah, kjer je prišlo do redčenja sestoja ozimin čez zimo ali pa je prišlo do redčenja sestoja okopavin zaradi strun in suše. S povečevanjem gostote sestojev poljščin in s pospešenim razvojem v mladostnem obdobju lahko posredno zatiramo ambrozijo. Tudi pravočasno spravilo poljščin, še preden večina rastlin ambrozije oblikuje seme, je odličen posreden ukrep za zatiranje v soji, krompirju, bučah, pesi ...

Pomemben vzrok za povečevanje populacije ambrozije na njivah je neustrezno ravnanje s tlemi v obdobju med dvema glavnima posevkom. Po žetvi ozimin se ambrozija na strniščih zelo hitro razvija in uspe narediti seme pred jesenskim oranjem. Pogosto imamo na strniščih monokulturne sestoje ambrozije v gostoti od 10 do 30 rastlin na m² (glej sliko 48), ki močno povečujejo semensko banko. Ambrozija si med običajnimi pleveli, ki se razvijejo na neobdelanih strniščih, uspešno izbori življenjski prostor, zato je preprečevanje njenega razvoja na strniščih ključnega pomena za zmanjševanje semenskih bank na njivah. Če ne sejemo klasičnih strniščnih dosevkov, ali pozneje ne izvajamo setve prezimnih dosevkov, moramo poskrbeti za pravočasno mehanično zatiranje plevelov na strnišču.



Slika 46: Neurejena bankina z ambrozijo zgoraj in urejena bankina z dobro sestavo robnega rastja, ki onemogoča razvoj ambrozije spodaj.
(Vir: lasten).



Slika 47: Po uporabi neselektivnih herbicidov (zgoraj) ni več konkurenčnega rastja, ki bi zadrževalo vznik novih valov ambrozij iz semenske banke, pri uporabi selektivnega herbicida pa rastje ostane in zadržuje razvoj ambrozije (spodaj).

(Vir: lasten).



Slika 48: Hiter razvoj ambrozije pred žetvijo in pozneje na strnišču.
(Vir: lasten).

Za reševanje te težave je možnih veliko različnih pristopov. Takoj po žetvi lahko uporabimo različna orodja (krožne brane ali diskaste kultivatorje, nogačaste kultivatorje, nogačaste rahljalnike, strniščne pluge, kultivatorje s prečno osjo (angl. rod weeder) ...) za plitvo strniščno obdelavo. Pri uporabi orodij je potrebno zagotoviti, da rastline ambrozije izrujemo iz tal. To je veliko bolj pomembno, kot da razsekamo nadzemni del rastline. Če tla takoj po žetvi plitvo obdelavo, po eni strani zatremo ambrozijo, ki je že bila razvita v sestoju ozimine, in po drugi strani vspodbudimo vznik novih rastlin iz semen, ki so na površju tal, če je dovolj padavin. Ambrozija, ki vznikne konec julija ima možnosti, da cveti v začetku oktobra in da oblikuje nekaj semen do konca oktobra.

Ena od možnosti zatiranja ambrozije je klasično plitvo strniščno oranje s krajšim zamikom po žetvi, če ne sejemo strniščnega dosevka, temveč v avgustu sejemo prezimni dosevek. Klasično plitvo strniščno oranje na globino 10–15 cm, ambrozije, ki so že bile razvite v ozimini, dobro zatre. Če po tem oranju nastopi suša, je razvoj novo vzniklih rastlin ambrozije tako upočasnen, da jeseni rastline več ne cvetijo in ne oblikujejo semen.

Pri ohranitveni obdelavi tal, če nimamo setve strniščnih dosevkov, imamo prav tako dva načina zatiranja ambrozije. Pri prvem, čez poletje izvedemo dva prehoda z nogačastimi ali diskastimi rahljalniki v presledku 3–5 tednov. Lahko uporabimo tudi rahljalnik s prečko (angl. rod weeder; glej na <https://www.youtube.com/watch?v=Ku-gr1Su-V4>). S tem načinom v dveh prehodih ambrozijo toliko poškodujemo, da večina rastlin ne zacveti do jesenske osnovne obdelave. Pri drugem konceptu, približno dva tedna po žetvi, uporabimo plug skobeljnik (po nemško Stoppelhobel Pflug) (glej sliko 49). Če plug uporabimo pred obdobjem sušnega vremena, se posuši vso plevelno rastje na strnišču. Plug odstrani rastje na globini od 7 do 10 cm vendar ne povzroči mešanja tal. S tem ne zaorjemo plasti razpadajočega rastlinskega drobirja, ki ga želimo imeti na površju tal pri konzerivirajočem sistemu obdelave tal in ne vspodbudimo semen na površju h kalitvi. Na tak način močno oslabimo tudi trajne plevelle kot so slak, osat, pirnica, kislica, škrbinka in deloma divji sirek. Odstranjena plast tal zgubi stik s podtaljem in se izsuši. Že razvite ambrozije se posušijo, novega vala vznika ambrozije pa nimamo. Če je sušno, se ves razvoj rastja popolnoma ustavi, tla v globini do odrezane plasti, pa ne izgubljajo veliko vlage.

Razvoj ambrozije na strniščih preprečimo tudi s setvijo dosevkov, vendar je pri tem potrebno ustvariti pogoje za razvoj. Ambrozija je povprečno tekmovalna v večini dosevkov. Bolj kot vrsta dosevka je pomembna gostota, hitrost razvoja dosevka in preskrba z vodo. Če je strniščni dosevek gost in se hitro razvija, se julija vznikne ambrozija v njem slabo razvijajo in do konca septembra ne uspejo zacveteti (glej sliko 50). Če se strniščni dosevek slabo razvija zaradi suše, potem ima ambrozija možnost za razvoj. Kot dobro tekmovalni strniščni dosevki veljajo ajda, proso, trave in križnice. Pri križnicah moramo poskrbeti za zatiranje repne grizlice, ker le-ta v kratkem času značilno zmanjša listno maso dosevka. Pri dosevkih okopavinskega tipa (repa, rdeča pesa, redkev, krmna pesa ...) čez poletje izvedemo vsaj dva prehoda z okopalniki in tako sproti zatiramo vedno nove valove ambrozije. Lastnosti dosevkov in njihove sposobnosti zatiranja plevelov so predstavljene v knjigi svetovalne službe SARE iz ZDA *Managing Cover Crops Profitably* (Clark, 2012).



Slika 49: Strniščni plug skobeljnik za plitvo spodrezovanje strniščni plevelov

(Vir: <http://bioaktuell.dev.in2code.ws/pflanzenbau/ackerbau/bodenbearbeitung/pilotbetriebe/arni.html>).



Slika 50: Gost posevek ajde. Nobenemu plevelu se ni uspelo prebiti skozi sestoj. Takšen dosevek je gotova dobra metoda zatiranja ambrozije na strnišču.

(Vir: lasten).

Viri in literatura

- Ahlgren S. 2004. Environmental impact of chemical and mechanical weed control in agriculture –a comparing study using Life Cycle Assessment (LCA) methodology. The Swedish Institute for food and biotechnology, 68 s.
- Alfort M. 2017. The efficacy of the *Ophraella communa* beetle used as a biological control agent against common ragweed and assessment of the possible associated risks. French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety, 9 s.
- Anderson R.L. 2016. Suppressing weed growth after wheat harvest with underseeded red clover in organic farming. Renewable Agriculture and Food Systems, 31, 03: 185-190.
- Anonimno. 2005. Weed control in organic vegetable cultivation. Organic agriculture Centre of Canada, 12 s.
- Anonimno. Best Practice Guidance Notes for Integrated and Non-chemical Amenity Hard Surface Weed Control. From a Defra-funded 5-year programme entitled: Development of zero and minimal herbicide regimes for controlling weeds on hard surfaces and determining their emissions PS2802 (2009-2015), 27 s.
- Anonimno, 2010. Complex research on methods to halt the Ambrosia invasion in Europe - HALT AMBROSIA. Report on interaction between Ambrosia and surrounding vegetation, incl. review of the impact of control measures against Ambrosia on biodiversity. 50 s. (07.0322/2010/586350/SUB/B2).
- Anonimno. Overzicht Onkruidmachines. 9 s. (Spletni vir: www.stand-en-groen.nl)
- Ascard J. 1994. Dose-response models for flame weeding in relation to plant size and density. Weed Research, 34: 337–385.
- Ascard J. 1995. Effects of flame weeding on weed species at different developmental stages. Weed Research, 35: 397–411.
- Ascard J. 1995. Thermal weed control by flaming: biological and technical aspects. Alnarp, Sweden Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Engineering. Ph.D Dissertation. 165 s.
- Ascard J. 1997. Flame weeding: effects of fuel pressure and tandem burners. Weed Research, 37: 77–86.
- Ascard J. 1998. Comparison of flaming and infrared radiation techniques for thermal weed control. Weed Research, 38: 69–76.

- Ascard J. 1999. Flame weeding: effects of burner angle on weed control and temperature patterns. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil Plant Sci*, 48: 248–254.
- ATTRA; Zoe C. 2014. Sustainable Weed Management for Small and Medium-Scale Farms. ATTRA Sustainable Agriculture, 1-16. (Spletni vir: <https://attra.ncat.org/publication.html#pest>).
- Barker A.V., Prostak R.G. 2008. Herbicide Alternatives Research. Plant, Soil and Insect Sciences, University of Massachusetts, 240 s.
- Barker A.V., Prostak R.G. 2009. Alternative management of roadside vegetation. *Horticultural Technology*, 19, 2: 346–352.
- Barker A.V., Prostak R.G. 2014. Management of Vegetation by Alternative Practices in Fields and Roadsides. *International Journal of Agronomy*, 12 s. (Spletni vir: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/207828>).
- Bernik R., Vučajnik F., Zver A. 2009. Zatiranje plevla z ožiganjem. Zbornik predavanj in referatov 9. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo 309 Nova Gorica, 4.–5. marec 2009. 309-315.
- Bond W., Turner R.J., Grundy A.C. 2003. A review of non-chemical weed management, 81 s. (Spletni vir: <http://www.organicweeds.org.uk>).
- Botta s sod. 2009. Transfer of glyphosate and its degradate AMPA of surface waters through urban sewerage systems. *Chemosphere*, 77, 1: 133-139.
- Branco I., Marfield C. 2018. Alternative methods in weed management to the use of glyphosate and other herbicides. *Pesticide Action Network Europe* (second edition), 88 s.
- Brodie G., Khan M.J., Gupta D. in sod. 2017. Microwave Weed and Soil Treatment in Agricultural Systems. *AMPERE Newsletter*, 31: 9-17.
- Brohan G., Buchmann W., Lailé P. 2015. Evaluation des risques liés aux techniques de désherbage sur la santé des travailleurs. 191 s.
- Bullock J.M., Chapman D., Schafer S., in sod. 2010. Assessing and controlling the spread and the effects of common ragweed in Europe. *Natural Environment Research Council*, 456 s.
- Campbell R. 2004. Flame weeding. *Organic Agriculture Centre of Canada*. (Spletni vir: http://www.organiccentre.ca/ResearchDatabase/ext_thermal_weed.html).
- Canali S., Campanelli G., Ciaccia C. 2013. Conservation tillage strategy based on the roller crimper technology for weed control in Mediterranean vegetable organic cropping systems. *European Journal of Agronomy*, 50: 11-18.
- Clark A. 2012. Managing Cover Crops Profitably. Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) program, with funding from the National Institute of Food and Agriculture, U.S. Department of Agriculture. 248 s.
- Cobb J. 2013. Environmental impacts of non-herbicidal weed control. 74 s. (http://nc-ipc.weebly.com/uploads/6/8/4/6/6846349/13_cobb_coob_nceppc_herbicides_alternatives.pdf).
- Colquhoun, J., Bellinder R. 1997. New Cultivation Tools for Mechanical Weed Control in Vegetables. Cornell Cooperative Extension publication IPM Fact sheet 102FSNCT, (Spletni vir: <http://www.vegetables.cornell.edu/weeds/newcultivationmech.pdf>).
- Coolong T. 2012. Mulches for Weed Management in Vegetable Production. Department of Horticulture, University of Kentucky, USA. Weed control, 57-74.
- Coutinot D., Starfinger U., McFadyen R. in sod. 2008. Feasibility of biological control of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) a noxious and highly allergenic weed in Europe. XII International Symposium on Biological Control of Weeds, 717-719.
- Datta A., Knezevič S.Z. 2013. Flaming as an Alternative Weed Control Method for Conventional and Organic Agronomic Crop Production Systems. *Advances in Agronomy*, 399-428.
- Deese S. D. 2010. Economic Analysis: Weeding Techniques for Organic Farms. Faculty of the Agribusiness Department, California Polytechnic State University, 29 s.
- Diprose M.F., Balls R., Holland R.E.B., Brandwell I. 2009. Electrical weed control in the UK – the current situation. (Spletni vir: http://baer.uni-ruse.bg/papers_v13/2009_v13_04.pdf).
- Diver S. 2002. Flame weeding for vegetable crops. ATTRA bulletin. (Spletni vir: <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/flameweetveg.pdf>).

- Fogelberg F. 1998. Physical weed control - intra-row brush weeding and photocontrol in carrots (*Daucus carota* L.). *Agraria*, 108: 26 s.
- Friends of the Earth Europe. 2013. Introducing Glyphosate, the world's biggest selling herbicide. Rue d'Ed imbourg, Brussels, Belgium.
- Georgel F. 2017. Agroecological service crop termination with a roller-crimper in organic vegetable systems: a good alternative to conventional soil tillage? *Magistersko delo*, Faculty of Biosciences, Department of Plant Sciences, 85 s.
- Gerber E., Schaffner U., Gassmann A. in sod. 2011. Prospects for biological control of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe: learning from the past. *Weed research*, 15 s.
- Gionfra S. 2018. Plastic pollution in soil. Institute for European Environmental Policy, 18 s.
- Griepentrog H.W., Nørremark M., Nielsen J. 2006. Autonomous intra-row rotor weeding based on GPS. CIGR World Congress Agricultural Engineering for a Better World Bonn, Germany, 7 s.
- Grubinger V. 2013. Weed management and cultivation equipment for vegetable farms, (Spletni vir: <https://www.uvm.edu/vtvegandberry/MechanicalWeedManagement.pdf>).
- Guppy K., Nester J., Winer J. Thermal weed control to remove off target toxicology risks. 10 s. (Spletni vir: <https://coochiemudloislandcoastcare.org.au/>).
- Hänsel M. 2011. Striegeln gegen Unkraut. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. 27 s.
- Hansen T.G. 2007. Agronomic Efficiency of an Intelligent Intra-row Rotary-Weeder – Assessment of Weed Control and Crop Damage by Field Trial. University of Copenhagen, 86 s.
- He L., Gielen G., Bolan N.S. 2015. Contamination and remediation of phthalic acid esters in agricultural soils in China: a review. *Agron. Sustain. Dev.*, 35: 519-534.
- Heiniger R. W. 1999. Controlling weeds in organic crops with flame weeders. Organic Farming Research Foundation, Information Bulletin, 6: 17-19.
- Hoyle J.A., McElroy J.S., Rose J.J. 2012. Weed Control Using an Enclosed Thermal Heating Apparatus. *Weed Technology*, 26: 4, 699-707.
- Iršič E. 2016. Primerjava učinkovitosti integriranega in ekološkega škroplilnega programa na uspešnost zatiranja bolezni in škodljivcev čebule (*Allium cepa* L. cv. Ptujski rdeči): diplomsko delo. Maribor, 41 s. (Spletni vir: <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=63799>).
- Johnson A.M. 2008. Best Practices Handbook for Roadside Vegetation Management. Professional Engineering Services, 156 s.
- Kanellou E., Economou G., Papafiotou M. in sod. 2017. Flame Weeding at Archaeological Sites of the Mediterranean Region. *Weed Technology*, 31, 3: 396-403.
- Karrer G. 2016. Control of common ragweed by mowing and hoeing. Institute of Botany, Department of Integrative Biology and Biodiversity Research, University of Natural Resources and Life Sciences, 33 s.
- Karrer G., Milaković I. 2011. Optimization of cutting regimes for control of ragweed along road-sides. - In: Bohren C., Bertossa M., Schoenenberger N., Rossinelli M., Conedera M. (eds): 3rd International Symposium on Environmental Weeds and Invasive Plants. Abstracts. October 2 to 7, 2011. Monte Verità, Ascona, Switzerland. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL. 113 s.
- Kaspar T.C., Kladvik E.J., Singer J.W. in sod. 2008. Potential and limitations of cover crops. Living mulches, and perennials to reduce nutrient losses to water sources from agricultural fields. American Society of Agricultural and Biological Engineers. Upper Mississippi River Sub-basin Hypoxia Nutrient Committee, 127-148.
- Knezevič S.Z., Stepanović S., Datta A. 2014. Growth Stage Affects Response of Selected Weed Species to Flaming. *Weed Technology*, 28: 1, 233-242.
- Knezevič S.Z., Datta A., Bruening C. in Gogos G. 2014. Propane Fueled Flame Weeding in Corn, Soybean and Sunflower. University of Nebraska, Lincoln. 40 s. (Spletni vir: <http://www.agpropane.com/ContentPageWithLeftNav.aspx?id=1916>).
- Knezevič S.Z., Avishek, D., Bruening, C., Gogos G. 2014. Propane-Fueled Flame Weeding in Corn, Soybean, and Sunflower, Propane Education Council, (Spletni vir: <http://www.propane.com/uploadedFiles/Propane/Agriculture/Safety/PropaneFueledFlameWeeding.pdf>).

- Kranjc A. 2012. Vpliv načina košnje na obnovitveno sposobnost pelinolistne ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.): diplomsko delo, Maribor, 64 s. (Spletni vir: <http://dkum.uni-mb.si/Dokument.php?id=50079>).
- Kranjc A. 2015. Učinkovitost delovanja herbicidov na pokošene rastline pelinolistne ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.) = The efficacy of herbicides for control of mowed plants of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.): magistrsko delo, Maribor, 42 s. (Spletni vir: <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=47503>).
- Kristoffersen O. P., Rask A. M., Larsen S. U. 2007. Non-chemical weed control on traffic islands: a comparison of the efficacy of five weed control techniques. University Copenhagen. 80 s.
- Kurstjens D.A.G. 2002. Mechanisms of selective mechanical weed control by harrowing. Wageningen University, 166 s.
- Lal R. 2004. Review article, Carbon emissions from farm operations. Carbon Management and Sequestration Center, School of Natural Resources, The Ohio State University, USA.
- Leferve L., Blanchet P., Angoujard G. 2001. Non chemical weed control in urban areas. The British Crop Protection Council Conference.
- Leskovšek R., Datta A., Knezevič S.Z., Simončič A. 2012: Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) dry matter allocation and partitioning under different nitrogen and density levels. Weed Biol. Manag. 12, 98-108.
- Lešnik M. 2017. Obvladovanje pojava invazivnih rastlin (neofitov) in ohranjanje biodiverzitete na vodovarstvenih območjih. 1. izd. v Mariboru: Univerzitetna založba Univerze, 373 s. (Spletni vir: <http://www.si-mur.at.eu/wp-content/uploads/2018/01/Obvladovanje-pojava-VVO.pdf>).
- Lešnik M., Vajs S. 2015. Ocena škodljivosti nekaterih še ne razširjenih vrst rodu *Ambrosia* za kmetijsko pridelavo Slovenije. Zbornik predavanj in referatov 12. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, 164-172.
- Maisons, A. 2017. OPINION of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on “the efficacy of the *Ophraella communa* beetle used as a biological control agent against common ragweed and assessment of the possible associated risks. French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety, 9 s.
- Merfield C.N. 2015. False and Stale Seedbeds: The most effective non-chemical weed management tools for cropping and pasture establishment. The BHU Future Farming Centre, Permanent Agriculture and Horticulture Science and Extension, 25 s.
- Merfield C.N., Hampton J.G., Steven D. Wratten S.D. 2017. Efficacy of heat for weed control varies with heat source, tractor speed, weed species and size. New Zealand Journal of Agricultural Research, 40: 1-12.
- Mesnage R., Defarge N., Spiroux de Vendomois J., Seralini G. E. 2014. Major Pesticides are more Toxic to Human Cells than their Declared Active Principles. University of Caen, Institute of Biology, Caen Cedex, France.
- Mesnage R., Defarge N., Spiroux de Vendômois J. in sod. 2014. “Major Pesticides Are More Toxic to Human Cells Than Their Declared Active Principles,” BioMed Research International, 8 s.
- Milaković I., Fiedler K., Karrer G. 2014. Fine tuning of mowing regime, a method for the management of the invasive *Ambrosia artemisiifolia* L. at different population densities. (in revision). Weed Biology and Management, 14, 4: 232-241. (<https://doi.org/10.1111/wbm.12051>).
- Milaković I., Fiedler K., Karrer G. 2014. Management of roadside populations of invasive *Ambrosia artemisiifolia* by mowing. Weed Research (in press), 54, 3: 256-264. (<https://doi.org/10.1111/wre.12074>).
- Milaković I., Karrer G. 2009. Sowing of competing vegetation as a control measure for *Ambrosia artemisiifolia* L. in: International Congress on Biological Invasions, Fuzhou, 2, 279 s.
- Milaković I., Karrer G. 2010. Influence of competing vegetation and the cutting regime on the population density and flowering characteristics of *Ambrosia artemisiifolia* L. – in: Bastiaans L., Bohren C., Christensen S., Gerowitt B., Hatcher, P. in sod. Proceed-ings of the 15th European Weed Research Society (EWRS) Symposium, 12-15 July 2010, Kaposvar, Hungary, 200 s.
- Milaković I., Karrer G. 2011. Competitive suppression of common ragweed in early successional stages of revegetation. . [3rd International Symposium on Weeds and Invasive Plants, Ascona,

- Switzerland, October 2 -7] In: Bohren, C., Bertossa, M., Schoeneberger, N., Rossinelli, M., Conedera, M. (Eds.), 3rd International Symposium on Weeds and Invasive Plants. Abstracts, 111 s.
- Mohammadi G.R. 2011. Living Mulch as a Tool to Control Weeds in Agroecosystems: A Review. Department of Crop Production and Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran, 28 s.
- Mojžiš M. 2002. Energetic requirements of flame weed control. Res. Agric. Eng, 48: 94–97.
- Moretto F., Domenico D. 2017. Sustainable urban weed control: experiences of non-chemical weed control (manual labour, mechanical and thermal-flame weeding) in the municipality of Occhiobello, Italy. Sustainable Development and Planning, 9: 751-759.
- Mücke M., Kreikenbohm C. 2015. Leitfaden mechanische Unkrautregulierung im Sojabohnenanbau. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg. 20 s.
- Müter M. 2017. Kameragesteuerte mechanische Unkrautbekämpfung in Reihenkulturen. Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn. 182 s.
- Patraccchini C. in sod. 2011. Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) Growth as Affected by Plant Density and Clipping. Ann Agric Environ Med., 18, 1: 55-62.
- Patraccchini C., Vidotto F., Ferrero A. 2011. Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) Growth as Affected by Plant Density and Clipping. Weed Technology, 25, 2: 268-276.
- Pixner T. 2012. Die Reaktion von *Ambrosia artemisiifolia* L. auf unterschiedliche Schnittrhythmen. Dipl. Thesis, University of Natural Resources and Life Sciences Vienna. 129 s.
- Rahkonen J., Jokela H. 2003. Infrared radiometry for measuring plant leaf temperature during thermal weed control treatment. Biosyst. Eng, 86: 257–266.
- Rajković M.M. 2018. Szbijanje korova primenom plamena u usevima kukuruza i soje. Univerza v Beogradu, Poljoprivredna fakulteta. Doktorska disertacija, 161 s.
- Ramwell C. 2006. Environmental risk from using glyphosate on hard surfaces. Central Science Laboratory, York, UK. Conference on Policies on Pesticide Use by Local and Regional Authorities. Wageningen, Netherlands.
- Rana A., Derr J. 2018. Responses of Ten Weed Species to Microwave Radiation Exposure as Affected by Plant Size. J. Environ. Hort. 36, 1: 14–20.
- Rask A. M. 2012. Non Chemical weed control on hard surfaces: Investigation of long term effects of thermal weed control methods. Forest & Landscape Research 52/2012 Copenhagen University.
- Riemens M.M., Scheepens P.C., Weide R.Y. 2004. Dormancy, germination and emergence of weed seeds, with emphasis on the influence of light. Plant Research International B.V., Wageningen, 46 s.
- Rueda-Ayala V., Rasmussen J., Gerhards R. 2010. Mechanical Weed Control. Weed control, 279-294. SARE, 2007. Steel in the field publication. (Spletni vir: <http://www.sare.org/publications/steel/steel.pdf>).
- SARE, 2012. Managing cover crops profitably. (Spletni vir: www.sare.org/publications/covercrops/covercrops.pdf).
- Schans D.A., Bleeker P.O., Molendijk L.P.G., Plentinger M.C. in sod. 2006. Practical weed control in arable farming and outdoor vegetable cultivation without chemicals. Wageningen UR, Applied Plant Research, 352 s.
- Shrestha A., Moretti M., Mourad N. 2012. Evaluation of Thermal Implements and Organic Herbicides for Weed Control in a Nonbearing Almond (*Prunus dulcis*) Orchard. Weed Technology, 26, 1: 110-116.
- Simard M.J., Benoit D.L. 2011. Effect of repetitive mowing on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen and seed production. Ann Agric Environ Med., 18, 1: 85-93.
- Simard M.J., Benoit D.L. 2011. Effect of repetitive mowing on common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen and seed production. Ann Agric Environ Med, 18, 1: 55-62.
- Simončič A. 2012. Ocena tveganja vnosa invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst v Slovenijo kot posledica vpliva podnebnih sprememb. Zaključno poročilo o rezultatih CRP »Konkurenčnost Slovenije 2006-2013«, 62 s.

- Sivesind E.C., Leblanc M.L., Cloutier D.C. in sod. 2009. Weed Response to Flame Weeding at Different Developmental Stages. *Weed Technology*, 23, 3: 438-443.
- Šutar B. 2018. Učinkovitost različnih terminov in višin košnje na rast in razvoj pelinolistne ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.): diplomsko delo, Maribor, 47 s. (Spletni vir: <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=72707>).
- Taylor E.C., Renner K. A., Christy L., Sprague C.L. 2012. Organic Weed Management in Field Crops with a Propane Flamer and Rotary Hoe. *Weed Technology*, 26, 4: 793-799.
- Ulloa S. M., Datta A., Bruening C., Gogos G. in sod. 2012. Weed control and crop tolerance to propane flaming as influenced by the time of day. *Crop Protection*, 31, 1: 1-7.
- Ulloa S. M., Datta A., Bruening C., Neilson B. in sod. 2011. Maize response to broadcast flaming at different growth stages: Effects on growth, yield and yield components. *European Journal of Agronomy*, 34, 1: 10-19.
- Ulloa S. M., Datta A., Cavalieri S. D. in sod. 2010. Popcorn (*Zea mays* L. var. *evarta*) yield and yield components as influenced by the timing of broadcast flaming. *Crop Protection*, 29, 12: 1496-1501.
- Ulloa S. M., Datta A., Knezevic S. Z. 2010. Growth stage impacts tolerance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to broadcast flaming. *Crop Protection*, 29, 10: 1130-1135.
- Ulloa S. M., Datta A., Knezevič S. Z. 2010. Growth stage-influenced differential response of foxtail and pigweed species to broadcast flaming. *Weed Technology*, 24, 3: 319-325.
- Ulloa S. M., Datta A., Knezevič S. Z. 2010. Tolerance of selected weed species to broadcast flaming at different growth stages. *Crop Protection*, 29, 12: 1381-1388.
- Ulloa S. M., Datta A., Knezevič S. Z. 2011. Growth stage influenced sorghum response to broadcast flaming: effects on yield and its components. *Agronomy Journal*, 103, 1: 7-12.
- Ulloa S. M., Datta A., Malidža G. in sod. 2010. Timing and propane dose of broadcast flaming to control weed population influenced yield of sweet maize (*Zea mays* L. var. *rugosa*). *Field Crops Research*, 118, 3: 282-288.
- Ulloa S. M., Datta A., Malidža G. in sod. 2010. Yield and yield components of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] are influenced by the timing of broadcast flaming. *Field Crops Research*, 119, 2: 348-354.
- Ulloa S.M., Datta A., Knezevič S.Z. 2010. Growth Stage-Influenced Differential Response of Foxtail and Pigweed Species to Broadcast Flaming. *Weed Technology*, 24, 3: 319-325.
- Ulloa S.M., Datta A., Malidža G., Leskovšek R., Knezevič S. Z. 2010. Timing and propane dose of broadcast flaming to control weed population influenced yield of sweet maize (*Zea mays* L. var. *rugosa*). *Field Crops Research*, 118, 3: 282-288.
- Van der Schans D.A., Bleeker P.O., Molendijk L.P.G., Plentinger M.C., Van der Weide R.Y., Lotz L.A.P., Bauermeister R., Total R., Baumann D.T. 2006. Practical weed control in arable farming and outdoor vegetable cultivation without chemicals. Wageningen UR, Applied Plant Research, Lelystad, 77 s.
- Vermeire L.T. in sod. 2010. Ecology and Management of Western Ragweed on Rangeland. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheet, NRM-2873, 4 s. (<http://osufacts.okstate.edu>).
- Vox G., Santagata G., Malinconico M. 2013. Biodegradable films and spray coatings as eco-friendly alternative to petro-chemical derived mulching films. *Journal of Agricultural Engineering*, 44: 221-225.
- Wageningen University Reserch Publications, 2006. Practical weed control in arable farming and outdoor vegetable cultivation without chemicals, (<http://www.wageningenur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-333436363134>).
- Walker S. 2013. Developing a Biodegradable Alternative to Plastic Mulch Film. URISC Award, Winter and Spring Terms 2012/13. 3 s.
- Wilhelm B., Hesel O. 2011. Landtechnische Lösungen zur Beikrautregulierung im Ökolandbau. Deutsches Institut für Tropische und Subtropische Landwirtschaft (DITSL) GmbH, Wittenhausen, Nemčija.

- Winer J. 2014. Holistic weed control practice for urban storm water catchments. Global trends, methods, limitations and cost benefits. 3rd National Conference on Urban Water Management, 12 s.
- Xiaoya C., Mengmeng G. 2016. Bioherbicides in Organic Horticulture. Horticulturae, 2, 3: 1-10.
- Young S.L. 2004. Natural Product Herbicides for Control of Annual Vegetation Along Roadsides. Weed Technology, 18, 3: 580-587. (Spletni vir: <https://doi.org/10.1614/WT-03-094R3>).
- Zimdahl R.L. 2018. Methods of Weed Management. Fundamentals of Weed Science, 271-335.

Spletni viri (E-vsebine, spletne strani in informacije proizvajalcev kmetijske mehanizacije)

- http://www.afiweedflaming.com/index.aspx?mid=11277_(16.2.2021)
- <http://www.agriexpo.online/prod/spezia-srl-tecnovict/product-175780-57810.html>_(16.2.2021)
- <http://www.agroservis-vode.si> (16.2.2021)
- <https://www.amazon.co.uk/>_(16.2.2021)
- <https://articles.extension.org/pages/62033/mulching-for-weed-management-in-organic-vegetable-production>_(16.2.2021)
- <https://www.bhu.org.nz/future-farming-centre/information/bulletin/2015-v4/false-and-stale-seedbeds-the-most-effective-non-chemical-weed-management-tools-for-cropping-and-pasture-establishment>_(16.2.2021)
- <http://bighamag.com/bed-preparation/rod-weeder/>_(17.2.2021)
- <http://bioaktuell.dev.in2code.ws/pflanzenbau/ackerbau/bodenbearbeitung/pilotbetriebe/arni.html> (17.2.2021)
- <https://www.boels.be> <https://www.michaelis-maschinenbau.de>_(17.2.2021)
- <http://christiaensagro.com/en/>_(17.2.2021)
- <https://www.csiro.au/>_(17.2.2021)
- <http://www.dagensbygggeri.dk/artikel/15763-en-%E2%80%9Dkoger%E2%80%9D-til-ukrudtet> (17.2.2021)
- <https://www.duijndam-machines.com/>_(17.2.2021)
- <http://www.dulks.de/>_(17.2.2021)
- <https://www.eder-kommunal.de/produkte/>_(17.2.2021)
- http://www.emeraldseedandsupply.com/hydroseeding/mulch_papermulch.html_(17.2.2021)
- <https://www.empas.nl/en/solutions/thermal-weed-control>_(17.2.2021)
- https://www.ewrs.org/et/docs/baumann_pcwc.ppt_(17.2.2021)
- <https://www.fwi.co.uk/machinery/technology/digital-weed-zapper-offers-alternative-to-chemical-herbicides>_(17.2.2021)
- <https://garford.com/products/robocrop-inrow-weeder> (17.2.2021)
- <https://www.gartentechnik-horstmann.de/produkte/sonstige-geraete/kotzem-pflegeraet> (17.2.2021)
- <http://www.gronteknik.dk/artikel/71109-behagelig-blanchering> (17.2.2021)
- <http://haknl.com/en/>_(17.2.2021)
- <https://www.hatzenbichler.com/en/interrow-cultivation>_(17.2.2021)
- <http://hoafweedcontrol.nl>_(17.2.2021)
- <http://horttech.ashspublishations.org/content/21/4/398.full>_(17.2.2021)
- <http://www.ilpiacenza.it/economia/>_(17.2.2021)
- <http://www.jagoda.com.pl/>_(17.2.2021)
- <http://www.justcommonsense.eu/>_(17.2.2021)
- <https://www.keckex.com/en/>_(17.2.2021)
- <https://www.kress-landtechnik.eu>_(17.2.2021)
- http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/24553_(18.2.2021)
- <https://www.lipco.com/produkte/anbaugerate/wegegsanierung/>_(18.2.2021)
- <https://www.oechsle-gmbh.de>_(18.2.2021)
- <https://mosaorganic.org/the-mosa-experience/flying-w-farm>_(18.2.2021)
- <https://mulchorganic.co.uk/collections/fortified-rolls/paper-mulch>_(18.2.2021)

https://ojs.openagrar.de/index.php/JKA/issue/view/1223_(18.2.2021)
https://www.oliveragro.com/product/horticulture/rotosark-en/_/(18.2.2021)
https://www.onkruidbrander.com/en/_/(18.2.2021)
http://www.orthman.com/en/_/(18.2.2021)
https://www.paneurope.info/sites/paneurope.info/files/Report_Alternatives%20to%20Glyphosate_July_2018.pdf (18.2.2021)
<http://www.pirodiserbo.it> (23.2.2021)
http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV13254#_(23.2.2021)
http://www.pivabo.be/_/(23.2.2021)
https://ramflame.com/_/(23.2.2021)
https://www.researchgate.net/publication/323639438_1993_Elektrothermische_Vegetationskontroll_e_Electrothermal_weed_control/download_(23.2.2021)
https://www.researchgate.net/figure/Mulches-were-oversprayed-with-a-second-black-spray-coating-19-03-2004_fig2_284135332(23.2.2021)
https://www.researchgate.net/figure/Mulches-were-oversprayed-with-a-second-black-spray-coating-19-03-2004_fig2_284135332 (23.2.2021)
https://rodaleinstitute.org/why-organic/organic-farming-practices/organic-no-till/_/(23.2.2021)
<https://www.sare.org/Learning-Center/Books/Steel-in-the-Field/Text-Version/Row-Crop-Tools/Cultivator-high-residue>
https://schmotzer.de/en/cultivators.html_(23.2.2021)
https://www.stad-en-groen.nl_(23.2.2021)
https://static.producer.com/wp-content/uploads/2017/04/electricity.jpg_(23.2.2021)
https://www.steketee.com/portal/_/(23.2.2021)
http://www.tecnovict.com/_/(23.2.2021)
<http://www.terrateck.com> (23.2.2021)
<http://tfrec.cahnrs.wsu.edu/organicag/wp-content/uploads/sites/9/2016/12/Organic-OrFM-SprayM04.pdf> (23.2.2021)
https://theweedzapper.com/_/(23.2.2021)
http://www.thermalweedcontrol.com/_/(23.2.2021)
<http://www.thyregod.com/en/products/interrow-cultivator> (26.2.2021)
<https://www.tilmor.com/en-us/> (26.2.2021)
http://www.turcogolf.com/hydroseeding/_/(26.2.2021)
http://www.unmaco.it/_/(26.2.2021)
https://www.umequip.com/tillage/seedbed/rolling-harrow/1645d/_/(26.2.2021)
https://www.utilajeagricole.ro_(26.2.2021)
https://www.vandyck.be_(26.2.2021)
https://vanhoucke.engineering/en/_/(26.2.2021)
https://vignevinicqualita.edagricole.it/vigneto/meccanizzazione-vigneto/schiumone-la-diserbatrice-spollonatrice-termica-ecologica_(26.2.2021)
http://www.visionweeding.com/robovator-mechanical/_/(26.2.2021)
http://www.waveweedcontrol.com/intro/_/(26.2.2021)
<http://www.weedguardplus.com/> (26.2.2021)
<https://www.weedingtech.com/the-mw-series> (26.2.2021)
https://www.werktuigen.de/_/(26.2.2021)
https://werner-zw.de_(26.2.2021)
https://www.wnkramer.nl/_/(26.2.2021)
https://zasso.eu/en/tag/xpower/_/(26.2.2021)
https://zasso.eu/en/technologies-digital-weeding/_/(26.2.2021)
https://zobel-stahlbau.de/der-spezial-schaelpflug-stoppehobel_(26.2.2021)

Kanal You Tube- spletni demonstracijski videi

https://www.youtube.com/watch?v=Ku-gr1Su-V4_(26.2.2021)
https://www.youtube.com/watch?v=8SbMVsv7l4w_(26.2.2021)

https://www.japaneseknotweedkillers.com/rootwave_ (26.2.2021)
https://www.youtube.com/watch?v=-3oWexcBuko_ (26.2.2021)
https://www.youtube.com/watch?v=J2xXWSoyvG0_ (26.2.2021)
https://www.youtube.com/watch?v=PZX-NPrpqKg_ (26.2.2021)
https://www.youtube.com/watch?v=-vDt4RF554c_ (26.2.2021)

Kanal You Tube- spletni demonstracijski videi – po kategorijah delovnih strojev

Kultivatorji

Kultivator Terrateck <https://www.youtube.com/watch?v=fY1JzKi5Erg> (17.2.2021)
 Kultivator plavajoči Rosko <https://www.youtube.com/watch?v=hTP0DBijSZ4> (17.2.2021)
 Kultivator Chopstar Einböck <https://www.youtube.com/watch?v=MEfS6VcunRA> (17.2.2021)
 Kultivator Havelaar HAK <https://www.youtube.com/watch?v=xXStO7EK8LE> (17.2.2021)
 Kultivator Steketee Ecodan <https://www.youtube.com/watch?v=pbMOI6k4Q6E> (17.2.2021)
 Kultivatorji za žita https://www.youtube.com/watch?v=B-iD75JTb_Q (17.2.2021)
 Kultivator Schmotzer <https://www.youtube.com/watch?v=jrzT4P1JTmU> (17.2.2021)
 Kultivatorji Hatzenbischler <https://www.youtube.com/watch?v=9rJIvgCPyoI> (17.2.2021)
 Kultivatorji Thyregod <http://www.thyregod.com/en/products/interrow-cultivator> (17.2.2021)

Kotalne brane

<https://www.youtube.com/watch?v=tDKjRtaQ1uk> (17.2.2021)
 Terrateck ročna kotalna brana <https://www.youtube.com/watch?v=E1z1-PIDRk4> (17.2.2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=x7Ioz7uOe60> (17.2.2021)
 Terrateck ogrodniki https://www.youtube.com/watch?v=_iLKzoOVcUY (17.2.2021)

Česala

Česalo Carre <https://www.youtube.com/watch?v=yiTNCMYnQAY> (17.2.2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=xUKwGNElZrA> (17.2.2021)
 Česalo Hatzenbichler <https://www.youtube.com/watch?v=4bLiTQNh7CQ> (17.2.2021)
 Česalo Treffler <https://www.youtube.com/watch?v=4CiiBePCsm8> (18.2.2021)
 Elektronska regulacija <https://www.youtube.com/watch?v=4CiiBePCsm8&t=29> (18.2.2021)
 Česala koruza <https://www.youtube.com/watch?v=JcVJINnhPNY> (18.2.2021)
 Prečno česalo Crossweeder https://www.youtube.com/watch?v=8d_A0z-i1o4 (18.2.2021)
 Prečno tračno česalo Dwarswieder <https://www.youtube.com/watch?v=ZpFHXLElitA> (18.2.2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=Vqu1FmJcBIE> (18.2.2021)
 Diagonalno česalo Aerostar https://www.youtube.com/watch?v=_I7-BRWIB0I (18.2.2021)
 Diagonalno česalo Wiedhark <https://www.youtube.com/watch?v=FXR-rYrP9SA> (18.2.2021)
 Diagonalno česalo Annaburger <https://www.youtube.com/watch?v=ugzDisqG21Q> (18.2.2021)
 Plevelnik glavnika CombCut <https://www.youtube.com/watch?v=ZH74l6203HM> (18.2.2021)
 Plevelnik CombCut https://www.youtube.com/watch?time_continue=8&v=V2YcqBXN-sQ (18.2.2021)

Rotacijske motike

Rotarystar Einböck <https://www.youtube.com/watch?v=Wm1a1HKHTQQ> (18.2.2021)
<https://youtu.be/QE0V9dy6ysc>, https://www.youtube.com/watch?v=PJT3DiOlVaM_ (18.2.2021)
 Hatzenbichler Rotorstriegel <https://www.youtube.com/watch?v=jRmP65CzGWI> (18.2.2021)
 Zasso elektroherb X-power <https://www.youtube.com/watch?v=-VXdFnJAV0> (18.2.2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=-3oWexcBuko&t=14s> (18.2.2021)
Plevelnik košasti

Plevelnik KRESS Bügelhacke <https://www.youtube.com/watch?v=1b779-5bUOo> (18.2.2021)
 Plevelnik Tilmor <https://www.youtube.com/watch?v=JIX8yF9RC40> (18.2.2021)

Plevelniki košarasti

Plevelnik Sarchiatrice Metal Co <https://www.youtube.com/watch?v=thYiDDgmr04> (18.2.2021)
 Plevelnik Rotosark <https://www.youtube.com/watch?v=qqFEa0NRw2A> (18.2.2021)
 Plevelnik Rotosark <https://www.youtube.com/watch?v=1tDh59J5Xww> (18.2.2021)
 Plevelnik MC 4ft Metal-co <https://www.youtube.com/watch?v=Gc8D5V6X8Hk> (17.2.2021)
 Plevelnik Rotosark Rotovert <https://www.youtube.com/watch?v=yNaT54QxQx0> (17.2.2021)
 Plevelnik Rotosark <https://www.youtube.com/watch?v=r7KQRdaEHPw> (17.2.2021)
 Plevelnik Cirkular Colibri za korenček <https://www.youtube.com/watch?v=Noah2Jlwh28> (17.2.2021)

Plevelniki vrtavkasti

Vrtavkasti plevelnik Rousell <https://www.youtube.com/watch?v=6aLjN-2xxxU> (17.2.2021)
 Vrtavkasti plevelnik Maya <https://www.youtube.com/watch?v=ZWIDSOT12OE> (17.2.2021)
 Vrtavkasti plevelnik Jagoda Zuza <https://www.youtube.com/watch?v=9jIWvB5e1mw> (17.2.2021)

Plevelnik zvezdasti

Plevelnik Rollstar Einböck <https://www.youtube.com/watch?v=uEB1spaP8Jw> (17.2.2021)
 Plevelnik Bezzerides <https://www.youtube.com/watch?v=0PsLrmuV1XA> (17.2.2021)
 Plevelnik Hatzenbichlet <https://www.youtube.com/watch?v=8DRdXCLu-nI> (17.2.2021)

Plevelniki prstatsti

<https://youtu.be/1Xbd37OiChs> (17.2.2021)
 Plevelnik HAK (torsion + finger) <https://www.youtube.com/watch?v=zSp-v6eJP1k> (17.2.2021)
 Plevelnik K.U.L.T Fingerhake <https://www.youtube.com/watch?v=6LtAKTV9Mt8&t=35s>
 (17.2.2021)

Avtomatski senzorsko vodeni plevelniki

Garford – Robocrop <https://www.youtube.com/watch?v=X7gx-wtO9y8> (17.2.2021)
 Steketee – IC weeder <https://www.youtube.com/user/SteketeeMachines> (17.2.2021)
 F. Poulsen - Robovator <https://www.youtube.com/watch?v=qeYyWiLfYw> (17.2.2021)

Splošni pregled orodij

FIBL <https://www.youtube.com/watch?v=kGWNsgttNXk> (17.2.2021)
<https://www.youtube.com/watch?v=Wm1a1HKHTQQ>,
<https://www.youtube.com/watch?v=j90ZOW2sTy4> (17.2.2021),
<https://www.bioaktuell.ch/pflanzenbau/ackerbau/unkrautregulierung/direkte-massnahmen/hacke.html> (17.2.2021)
 SARE ZDA <https://www.youtube.com/watch?v=ZSWN1U2MLbE> (17.2.2021)
 SARE ZDA <https://www.uvm.edu/vtvegandberry/MechanicalWeedManagement.pdf> (17.2.2021)
<https://youtu.be/C37n-FELzbU>, <https://youtu.be/UUt7egqexVA> (17.2.2021)
 Rodale Institute <https://www.youtube.com/watch?v=BbcSQktWInQ> (17.2.2021)
<https://www.slideshare.net/jbgruver/precision-cover-cropping-for-organic-farms> (17.2.2021)

PRIPOROČILA ZA NEKEMIČNO ZATIRANJE PELINOLISTNE AMBROZIJE

Ambrosia artemisiifolia L.

ANDREJ PAUŠIČ IN MARIO LEŠNIK

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Hoče, Slovenija.

E-pošta: andrej.pausic@um.si, mario.lesnik@um.si

Povzetek Monografija z nalovom *Priporočila za nekemično zatiranje pelinolistne ambrozije *Ambrosia artemisiifolia* L.* holistično obravnava aktualno problematiko zatiranja alohtonih, invazivnih rastlinskih vrst, na primeru pelinolistne ambrozije. V publikaciji so nazorno predstavljene najpomembnejše mehanske metode in tehnike zatiranja ambrozije, učinki samih metod, kakor tudi učinki uporabe ter primerjava med posameznimi tehnikami zatiranja vrste. Posebno poglavje je namenjeno ekonomiki zatiranja plevelov v urbanem okolju, z uporabo metod krtačenja, uporabo ognja, pare ter s pomočjo biotičnih metod zatiranja ambrozije. Prav omenjeni moderni pristopi k zatiranju alohtonih plevelnih vrst so danes, zaradi ukinjanja uporabe številnih herbicidov na javnih površinah, še kako aktualni. Monografija je namenjena kmetijskim svetovalcem, pridelovalcem, ekologom, pa tudi širšemu krogu bralcev.

Ključne besede:

pelinolistna
ambrozija,
invazivne
vrste,
nekemično
zatiranje,
biotično
zatiranje,
agroekosistem,
varstvo,
ukrepi,
poljščine

RECOMMENDATIONS FOR NON-CHEMICAL CONTROL OF COMMON RAGWEED:

Ambrosia artemisiifolia L.

ANDREJ PAUŠIČ IN MARIO LEŠNIK

University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Hoče, Slovenia.

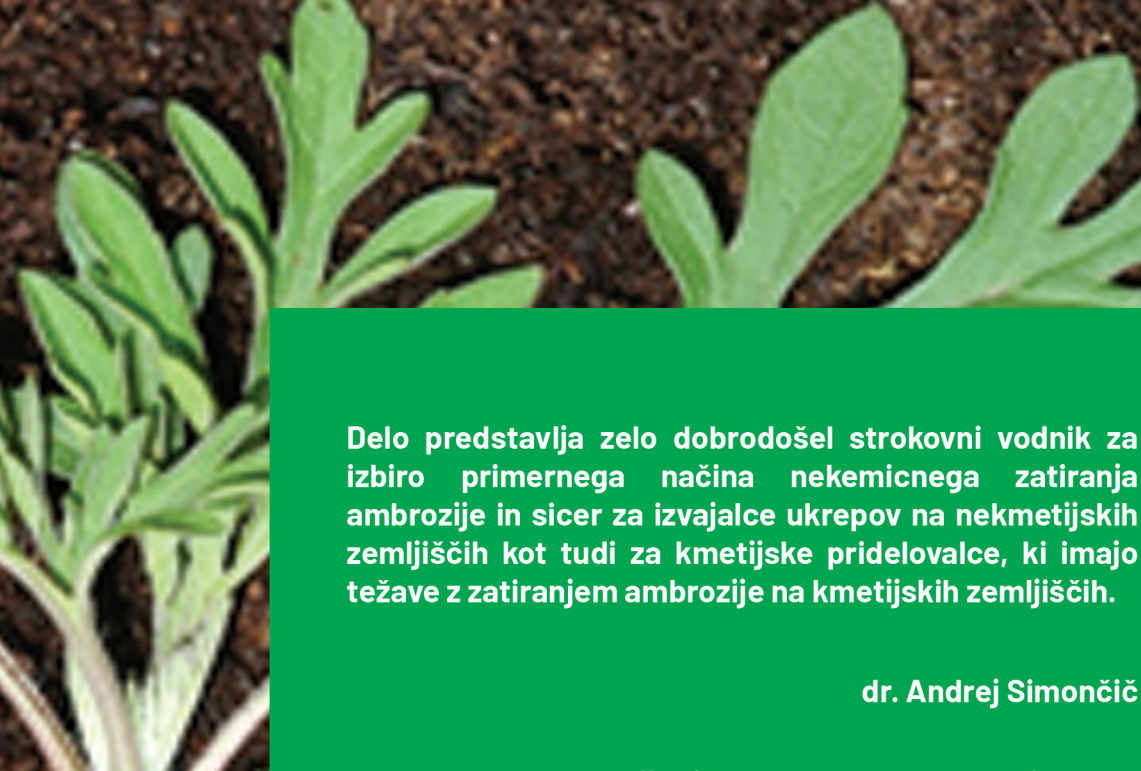
E-mail: andrej.pausic@um.si, mario.lesnik@um.si

Abstract The monograph, entitled *Recommendations for non-chemical control of common ragweed: Ambrosia artemisiifolia* L. holistically describes the up-to date techniques for control of allochthonous, invasive plant species, on the example of common ragweed. The most important mechanical methods and techniques of common ragweed control, the effects of the methods themselves, as well as a comparison between the individual technique of species control are represented and described in this book. A special chapter is devoted to the economics of weed control in the urban environments, using brushing methods, the use of fire, steam and biotic methods of common ragweed control. These modern approaches of the control of allochthonous weed taxa are nowadays indeed relevant, due to the abolition of the use of many herbicides in public areas. The monograph was prepared to educate agricultural advisers, farmers, ecologists, as well as a wider circle of readers.

Keywords:

common
ragweed,
invasive
species,
non-chemical
control,
biological
control,
agroecosystem,
protection,
measures,
field
crops





Delo predstavlja zelo dobrodošel strokovni vodnik za izbiro primernega načina nekemicnega zatiranja ambrozije in sicer za izvajalce ukrepov na nekmetijskih zemljiščih kot tudi za kmetijske pridelovalce, ki imajo težave z zatiranjem ambrozije na kmetijskih zemljiščih.

dr. Andrej Simončič

Pelinolistna ambrozija je močno alergena tujerodna invazivna rastlinska vrsta, katere zatiranje je zakonsko predpisano za vse imetnike zemljišč ne glede na njihovo rabo, namen in gospodarski pomen, zato je predstavljeno delo izjemen pripomoček za umno uporabo nekemčnih metod zatiranja na celotnem slovenskem ozemlju.

dr. Denis Stajanko



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kmetijstvo
in biosistemske vede