

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

DIPLOMSKO DELO

**PRIDELAVA HMELJA NA KOROŠKEM IN NJEN VPLIV NA  
OKOLJE**

ANA MARIJA LAH

VELENJE, 2021

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

DIPLOMSKO DELO

**PRIDELAVA HMELJA NA KOROŠKEM IN NJEN VPLIV NA  
OKOLJE**

ANA MARIJA LAH

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: prof. dr. Andrej Simončič

VELENJE, 2021

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

### SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študentka Visoke šole za varstvo okolja **Ana Marija Lah** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

**Pridelava hmelja na Koroškem in njen vpliv na okolje.**

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

**Production of hops in Koroška and its impact on the environment.**

Mentor: **izr. prof. dr. Andrej Simončič.**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom VŠVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Izr. prof. dr. Boštjan Pokorny  
dekan

Visoka šola za varstvo okolja

Trg mladosti 7 | 3320 Velenje

t: 03 898 64 10 | f: 03 89864 13 | e: info@vsvo.si

[www.vsvo.si](http://www.vsvo.si)





## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana **Ana Marija Lah**, vpisna številka 34150021,

študentka visokošolskega strokovnega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtorica diplomskega dela z naslovom **Pridelava hmelja na Koroškem in njen vpliv na okolje**, ki sem ga izdelala pod mentorstvom **prof. dr. Andreja Simončiča**.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektorirala Tina Lorenčič, prof. slovenščine;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: \_\_\_\_\_

Podpis avtorice: \_\_\_\_\_

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju, prof. dr. Andreju Simončiču, za strokovne nasvete in pomoč pri pisanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi družini in prijateljem za vso podporo tekom študija.

## IZVLEČEK

V diplomskem delu je predstavljena pridelava hmelja v svetu, Sloveniji in na Koroškem ter potencialen vpliv na okolje.

V teoretičnem delu je opisano hmeljarstvo v svetu, Sloveniji in na Koroškem, s poudarkom na tehnologiji pridelave hmelja in sort, ki se pridelujejo. Ker varstvo hmelja pred škodljivci in boleznimi predstavlja največje pomisleke pri možnem onesnaževanju okolja in vplivu na zdravje ljudi, smo predstavili najpomembnejše bolezni in škodljivce, ki vplivajo na pridelavo hmelja in načine zatiranja, ki poleg učinkovitosti zagotavljajo tudi minimalen vpliv na okolje in ljudi. Gnojenje je prav tako eden izmed pomembnih dejavnikov, ki močno vpliva tako na pridelek hmelja kot tudi na tehnologijo pridelave in okolje. V nadaljevanju je predstavljena zakonodaja, na podlagi katere se prideluje hmelj v Sloveniji.

V empiričnem delu smo predstavili raziskave, ki so bile opravljene v Sloveniji na področju ostankov fitofarmaceutskih sredstev v tleh, vodi ter hmelju in kmetijskih pridelkih. Glede na to, da se nabor fitofarmaceutskih sredstev, ki so dovoljena za uporabo na hmelju, vsako leto manjša, je pričakovano tudi vpliv na okolje danes manjši v primerjavi s polpreteklim obdobjem. Edina snov, ki je bila v povečanih vrednostih ugotovljena v vseh omenjenih raziskavah, je bil baker.

**KLJUČNE BESEDE:** hmelj, pridelava, gnojenje, povzročitelji bolezni, škodljivi organizmi, pleveli, analize tal, varstvo okolja, FFS.

## **ABSTRACT**

The diploma thesis presents hop production in the Worldwide, Slovenia, “Koroška” area and the potential environmental impact.

The theoretical part describes hop growing in the Worldwide, Slovenia and “Koroška” area, with an emphasis on the technology of production of hops and varieties that are in production. As the protection of hop crops against pests and diseases poses the greatest concerns about possible environmental pollution and the impact on human health, we have presented the most important diseases and pests that affect hop crops production and methods of suppression, which in addition to efficiency, also provide a minimal impact on the environment and people. Fertilisation is also one of the important factors that has a profound impact on hop production, as well as on production technology and the environment. The legislation based on which hop crops are grown in Slovenia is presented below.

In the empirical work we presented research carried out in Slovenia on residues of phytopharmaceuticals in soil, water and hops and agricultural products. Given that the range of plant protection products for use on hops is reduced every year, the environmental impact is also expected to be lower today compared to the half-term period. The only substance found in all these studies in increased values was copper.

**KEY WORDS:** Hops, production, fertilizing, cause of the disease, harmful organisms, weeds, ground analyses, protection of the environment, plant protection products.



## KAZALO VSEBINE

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PREGLED OBJAV</b> .....	<b>3</b>
2.1 Pridelava hmelja v svetu .....	3
2.2 Pridelava hmelja v Sloveniji.....	5
2.3 Pridelava hmelja na Koroškem .....	7
2.4 Tehnologija pridelave hmelja .....	10
2.4.1 Gnojenje.....	13
2.4.2 Varstvo hmelja .....	17
2.4.3 Obiranje in skladiščenje hmelja.....	25
2.5 ZAKONODAJA S PODROČJA PRIDELAVE HMELJA.....	27
2.5.1 Zakonodaja s področja gnojenja .....	27
2.5.2 Zakonodaja s področja FFS.....	28
<b>3. MATERIALI IN METODE DE LA</b> .....	<b>31</b>
3.1 Raziskave, ki so bile vključene v analizo stanja.....	31
<b>4. REZULTATI Z RAZPRAVO</b> .....	<b>34</b>
<b>5. SKLEPI</b> .....	<b>43</b>
<b>6. POVZETEK</b> .....	<b>45</b>
<b>7. SUMMARY</b> .....	<b>46</b>
<b>8. VIRI IN LITERATURA</b> .....	<b>48</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1: Hmeljišče ob obvoznici v Slovenj Gradcu, ki meji na kolesarsko stezo.....	2
Slika 2: Storžek hmelja vsebuje lupolin, v katerem so hmeljne smole, ki vsebujejo alfa kisline .....	5
Slika 3: Certifikacijska oznaka hmelja v skladišču.....	6
Slika 4: Karta hmeljišč na območju Slovenj Gradca v letu 2019.....	10
Slika 5: Prikaz poganjka hmelja na začetku rasti spomladi .....	11
Slika 6: Oblika storžkov pri različnih sortah hmelja; a) Savinjski Golding, b) Aurora, c) Bobek, č) Celeia.....	13
Slika 7: Vrste gnojil, ki se uporabljajo v kmetijstvu.....	15
Slika 8: Traktor s pršilnikom v hmeljišču .....	23
Slika 9: Prikaz delovanja antidriftnih šob .....	24
Slika 10: Pravilna tehnika nanašanja FFS na robovih hmeljišč.....	24

Slika 11: Strojno obiranje hmelja.....	26
Slika 12: Vodovarstvena območja v Slovenj Gradcu in okolici .....	43

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Površine, zasajene s hmeljem v letu 2001 po državah .....	4
Preglednica 2: Število aktivnih hmeljarjev, površine in pridelek hmelja v Sloveniji od leta 1995 do leta 2018 .....	7
Preglednica 3: Površine hmelja na Koroškem po sortah v letih 2009 in 2019 .....	9
Preglednica 4: Rezultati analize ostankov FFS vzorcev iz hmeljišč v Sloveniji v letu 2007 ...	34
Preglednica 5: Rezultati analize ostankov FFS v 73 vzorcih tal v hmeljiščih v Sloveniji v letu 2008 .....	35
Preglednica 6: Rezultati analize ostankov FFS v vzorcih tal v hmeljiščih v Sloveniji v letih med 2006 in 2008 .....	36
Preglednica 7: Rezultati analize ostankov bakra v vzorcih tal v hmeljiščih v Sloveniji v letih 2007 in 2008 v primerjavi z letom 1975.....	36
Preglednica 8: Rezultati analize ostankov kadmija v vzorcih tal v hmeljiščih v Sloveniji v letih 2007 in 2008 .....	37
Preglednica 9: Rezultati preiskave tal na območju Radelj ob Dravi v letu 2008 .....	38
Preglednica 10: Rezultati preiskave zraka oz. aerosola na območju Radelj ob Dravi v letu 2008 .....	39
Preglednica 11: Rezultati vzorčenja za vsebnost aluminija na merilnem mestu v Šmartnem pri Slovenj Gradcu leta 2019.....	41
Preglednica 12: Rezultati vzorčenja zraka na Al-fosetil na merilnem mestu v Šmartnem pri Slovenj Gradcu leta 2019 .....	41

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Stanje sortnega sestava hmelja v Sloveniji v letu 2016 .....	6
--	---

## 1. UVOD

Hmelj, ki ga pridelujemo danes, izhaja iz divje rastočih hmeljev Evrope in zahodne Azije. Botanično ga uvrščamo med dvokaličnice, v red koprivovcev (Urticales), kamor spada tudi navadna kopriva, in skupaj s konopljo v družino konopljevok (Cannabaceae) (Čeh, B. in drugi 2012).

Rastlino hmelja sestavljajo podzemni vegetativni deli, nadzemni vegetativni deli in razmnoževalni organi (generativni deli). Nadzemni deli po koncu obiranja in vsake rastne sezone propadejo, medtem ko podzemni deli prezimijo. Korenika vsako leto prirašča, njena življenjska doba je od 10 do 25 let in je odvisna od razmer na rastišču, sorte in načina obdelave (Čeh, B. in drugi 2012).

Hmelj v pivu izravnava sladkost slada z grenkobo, pivu daje zelene okuse in arome, deluje pa tudi kot naravni antioksidant. V svetu se uporablja več vrst hmelja, ki jih v pivovarstvu uporabljajo za različne vrste piva. Uporablja pa se tudi za različne namene v drugih pijačah in v zeliščni industriji (Hmezad 2019).

V svetu sta že več desetletij glavni pridelovalki hmelja ZDA in Nemčija. V letu 2019 sta skupaj predstavljali kar 76,60 % celotne pridelave hmelja na svetu. Slovenija je bila leta 2019 s pridelanimi 2500 tonami hmelja na šestem mestu od 22 pridelovalk hmelja po svetu. Pridetek hmelja v Sloveniji je takrat predstavljal 2,06 % celotne pridelave v svetu.

Pridelava hmelja terja veliko obdelave in znanja. V sodelovanju s strokovnjaki se zaradi občutljivosti na škodljivce in bolezni izvaja varstvo s FFS, zaradi hitre rasti pa je velika tudi potreba po hranilih, ki jih je treba dodajati na podlagi analiz zemljin. Prekomerna uporaba obojega lahko negativno vpliva na okolje in tudi na zdravje ljudi. Problem predstavlja predvsem prekomerna vsebnost nitratov v podzemnih vodah, ki so posledica prekomernega gnojenja.

### Opredelitev problema

Za temo diplomskega dela smo si izbrali pridelavo hmelja na Koroškem in morebitne vplive na okolje, predvsem zaradi tega, ker je v zadnjem času vedno več poudarka na varovanju okolja. Kmetijstvo spada med potencialno največje onesnaževalce okolja in zato se vedno bolj porajajo vprašanja, kakšen vpliv ima pridelava hmelja in s tem uporaba FFS ter gnojil na okolje in zdravje ljudi. Hmeljarstvo je panoga, kjer se različni ukrepi, vključno z varstvom rastlin, izvajajo po navodilih opazovalno-napovedovalne službe. Zakonodaja na področju gnojenja in FFS, ki je v veljavi v Sloveniji, izhaja iz evropske zakonodaje. Vsak pridelovalec hmelja je pod rednim nadzorom različnih državnih institucij, poleg tega pa ima tudi vsak odkupovalec svoje specifične zahteve glede uporabe FFS in drugih kakovostnih parametrov. Vsaka kmetija mora imeti izdelan gnojilni načrt, ki predvideva uporabo gnojil na vsaki površini posebej, za spremljanje presežka ali manka snovi v tleh pa se izvajajo analize in kontrole.



Slika 1: Hmeljišče ob obvoznici v Slovenj Gradcu, ki meji na kolesarsko stezo

foto: A. Lah, 2020

## **Cilji in namen dela**

Z raziskavo želimo ugotoviti, kako pridelava hmelja vpliva na okolje in kvaliteto življenja v okolici hmeljišč, hkrati pa želimo ugotoviti, s kakšnimi ukrepi in tehnikami pridelave lahko zmanjšamo negativne vplive na okolje in zdravje ljudi.

Cilj je ugotoviti:

- kako sredstva za varstvo rastlin in gnojenje vplivajo na okolje,
- kateri so tisti ukrepi, s katerimi bi lahko zmanjšali vpliv FFS in gnojil na okolje,
- kakšno je stanje tal v obstoječih hmeljiščih, njihovi okolici in vodah.

## **Delovne hipoteze**

H1: Pridelovalci hmelja fitofarmaceutska sredstva uporabljajo v skladu z navodili in zakonodajo.

H2: Analize odvzetih vzorcev zemljin v hmeljiščih so pokazale zgolj povečano vsebnost bakra.

## 2. PREGLED OBJAV

### 2.1 Pridelava hmelja v svetu

Prva dokazana uporaba suhega hmelja pri varjenju piva je dokumentirana pri staroslovanskih ljudstvih. Med njihovimi selitvami na zahod so hmelj prinesli tudi v naše kraje (Čerenak A. in drugi 2002).

Prva hmeljišča so se začela aktivno pojavljati okoli 8. ali 9. stoletja našega štetja na Bavarskem in v drugih delih Evrope. Prva dokumentirana uporaba hmelja v pivu kot grenčice je omenjena v 11. stoletju (Hmezad 2019).

Hmelj so sprva gojili predvsem tam, kjer so varili pivo, kasneje pa na območjih, kjer je bila ustrezna lega, tla in podnebje za uspevanje hmelja. Razcvet hmeljarstva se je zgodil v 16. stoletju, v Ameriko pa so hmelj prinesli v 17. stoletju. Središče hmeljarstva v Evropi je bilo v tem času na Bavarskem in Češkem (Čerenak, A. in drugi 2002).

Evropski hmeljarji so se zaradi uspešnejšega gospodarjenja povezovali že v času Avstro-Ogrske. Predstavniki hmeljarjev iz pomembnejših držav pridelovalk so že leta 1951 zasnovali Mednarodno hmeljarsko organizacijo (IHGC). Organizacija omogoča povezovanje tako hmeljarjev kot trgovcev in strokovnjakov in predstavlja najširšo stanovsko povezanost na področju hmeljarstva (Čeh, B. in drugi 2012).

Dve tretjini hmelja pivovarnam izvozita Nemčija in ZDA, ki sta že vrsto let največji pridelovalki hmelja na svetu, na tretjem mestu pa po pridelavi hmelja sledi Češka. Kitajska, Poljska, Velika Britanija, Ukrajina, Francija, Španija ter Avstralija, Nova Zelandija in Južno Afriška Republika pa so države, ki so pomembnejše z vidika izvoza hmelja. Med njih spada tudi Slovenija. V zadnjih letih v svetu sicer zaznavamo zmanjševanje površin, zasajenih s hmeljem. To lahko pripišemo predvsem sodobnejšim načinom predelave hmelja za potrebe pivovarstva, po drugi strani pa vedno donosnejšim nemškimi in ameriškimi visoko grenčičnim sortam hmelja (Čeh, B. in drugi 2012).

Preglednica 1: Površine, zasajene s hmeljem v letih 2001 in 2019 po državah

Država	Površine, zasajene s hmeljem v letu 2001 (ha)		Letni pridelek hmelja po državah (t)		Delež pridelka hmelja na svetovnem trgu (%)	
	2001	2019	2001	2019	2001	2019
Argentina	/	160	/	160	/	0,13
Avstralija	782	700	2181	1645	2,25	1,36
Avstrija	220	253	337	455	0,35	0,38
Belgija	250	182	418	318	0,43	0,26
Bolgarija	380	/	306	/	0,32	/
Kanada	/	419	/	629	/	0,52
Kitajska	4813	2.68	13.511	7044	13,95	5,82
Češka	6075	5004	6621	6300	6,84	5,20
Nemčija	19.021	20.42	31.739	43.700	32,77	36,10
Francija	816	506	1212	877	1,25	0,72
Japonska	/	106	/	202	/	0,17
Nova Zelandija	394	743	725	1019	0,75	0,84
Poljska	2250	1682	2200	2900	2,27	2,40
Portugalska	38	/	52	/	0,05	/
Romunija	280	/	255	/	0,21	/
Rusija	1100	254	460	350	0,47	0,29
Srbija	/	8	/	16	/	0,01
Slovaška	350	133	300	105	0,31	0,09
Slovenija	1807	1596	1950	2500	2,01	2,06
Španija	730	532	166	900	0,17	0,74
Anglija	1997	953	2518	1430	2,60	1,18
Ukrajina	1428	369	739	480	0,76	0,40
ZDA	14.536	24.163	30.315	49.030	31,30	40,50
Jugoslavija	480	/	681	/	0,70	/
Severna Afrika	500	427	775	754	0,80	0,62
<b>Skupaj</b>	<b>57.967</b>	<b>61.570</b>	<b>96.868</b>	<b>121.069</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

(Vir: <http://www.hmelj-giz.si/ihgc/doc/2018%20NOV%20IHGC%20EC%20Report.pdf>)

<http://www.hmelj-giz.si/ihgc/doc/2018%20NOV%20IHGC%20EC%20Report.pdf>)

Iz Preglednice 1 je razvidno, da je leta 2001 hmelj pridelovalo 20 držav, ki so hmelj skupno pridelovale na 57.967 hektarih površin. Država z največ površinami, zasajenimi s hmeljem, je bila Nemčija. V letu 2019 sta hmelj pridelovali dve državi več, torej skupno 22 držav, vse države skupaj pa so hmelj pridelovale na 61.570 hektarih zemljišč. Država z največ hmeljišči je bila ZDA. V osemnajstih letih so se torej površine, zasajene s hmeljem, na svetu povečale za 6,22 %.

Leta 2001 je bilo skupno pridelanih 96.868 ton hmelja, največ ga je pridelala Nemčija, katere delež pri celotni pridelavi je bil 32,77 %. Leta 2019 je pridelek hmelja znašal 121.069 ton in se je od leta 2001 povečal za 24,98 %.

Letna proizvodnja hmelja v svetu se giblje med 80.000 in 100.000 tonami, kar ustreza 8000 do 10.000 tonam alfa kislin. Povprečno je treba za hektoliter piva uporabiti 4,1 g alfa kisline. Vsebnost hmelja v zvarcu je odvisna od vrste piva, zlasti od tega, kako grenko je in od sorte uporabljenega hmelja.

Kljub temu da se svetovna proizvodnja hmelja povečuje, pa to ne velja za povpraševanje po alfa kislini. Trenutno je ponudba alfa kisline večja, kot je povpraševanje, zaradi tega so tudi cene na trgu hmelja od leta 2009 nizke (Medmrežje 3).



Slika 2: Storzek hmelja vsebuje lupolin, v katerem so hmeljne smole, ki vsebujejo alfa kisline

foto: A. Lah, 2020

## 2.2 Pridelava hmelja v Sloveniji

Pridelava hmelja ima v Sloveniji več kot 140-letno tradicijo (Majer 2002a). Večina kmetov se je v hmeljarstvo preusmerila iz vinarstva.

V Sloveniji se je pridelava hmelja začela po letu 1160 v Škofji Loki (Majer in sod. 2002a). Prva hmeljišča so postavili v okolici Ptuja, Velenja in Maribora, vendar se nasadi tam niso obdržali. Prvi pravi nasad hmelja je bil zasajen leta 1876 (Majer in sod., 2002a). Nasad se je zelo dobro obnesel in sledili so mu številni drugi v Savinjski dolini. Na prelomu tisočletja so se poleg Savinjske doline hmeljišča raztezala še na ozemlju od Slovenj Gradca do Radelj ob Dravi, v okolici Ptuja, Ormoža, Bistrice ob Sotli in Brežic (Majer in sod. 2002a).

Največ ga pridelajo v Savinjski dolini, kjer je hmeljarstvo ena izmed najbolj prepoznavnih pokrajinskih značilnosti in dejavnosti. Slovenski hmeljarji danes pridelujejo okoli 20 sort hmelja (MKGP 2019).

Slovenski hmeljarji so dosegli zaščito geografske označbe slovenskega hmelja: Štajerski hmelj. Sistem certificiranja, ki je bil v Sloveniji uveden leta 1921, je bil dobra podlaga za takšno

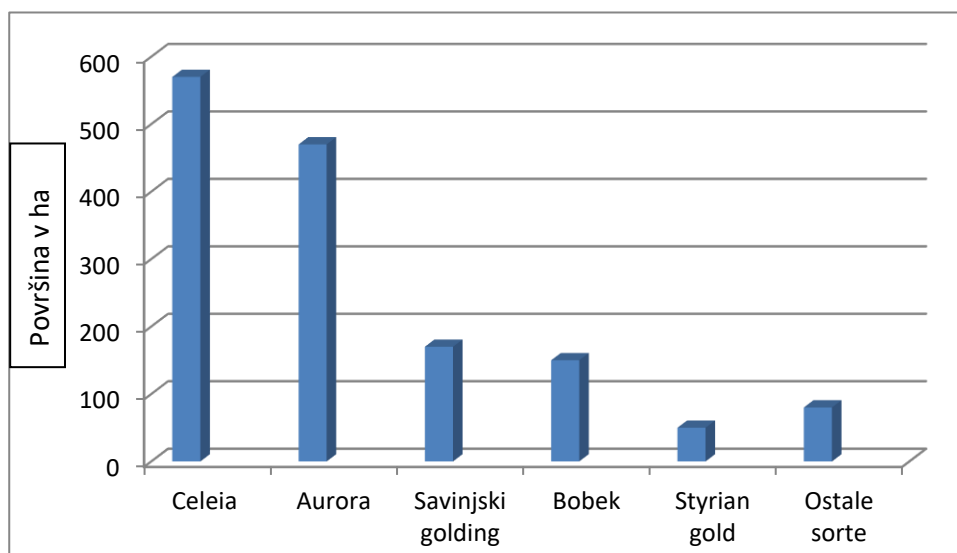
zaščitno označbo. Sistem certificiranja omogoča sledljivost v Sloveniji pridelanega hmelja, vključno s tehniko pridelave, sorto in pridelovalcem (MKGP 2019).



Slika 3: Certifikacijska oznaka hmelja v skladišču

foto: A. Lah, 2020

Slovenija danes spada med večje svetovne pridelovalke hmelja in pridelava približno 2–3 % svetovnega pridelka hmelja. Približno 5–10 % doma pridelanega hmelja porabijo domače pivovarne, vso ostalo količino pa izvozijo. Kar 80 % hmeljnih nasadov leži v Savinjski dolini, ostalo pa še na ptujsko-ormoškem območju, v Slovenj Gradcu in Radljah ob Dravi. Nasadi so pretežno zasajeni s sortami, ki jih vzgojijo na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec. Najbolj razširjene sorte so Celeia, Savinjski Golding, Aurora in Bobek (IHPS 2019).



Graf 1: Stanje sortnega sestava hmelja v Sloveniji v letu 2016

(Vir: IHPS, 2017)



Preglednica 2: Število aktivnih hmeljarjev, površine in pridelek hmelja v Sloveniji od leta 1995 do leta 2018

Podatki o pridelavi	Leto pridelave					
	1995	2000	2005	2010	2015	2018
Št. aktivnih hmeljarjev	454	231	159	134	112	121
Vsi nasadi (ha)	2205	1766	1453	1488	1405	1667
Pridelek – skupaj (ha)	3507	1986	2501	2073	2065	3078

(Vir: SURS, 2019)

V letu 2018 so slovenski hmeljarji pridelali 3078 ton hmelja. Povprečna količina pridelanega hmelja v tem letu je bila 1,8 t/ha. Od leta 1995 do leta 2018 se je število aktivnih hmeljarjev vsako leto zmanjševalo. Leta 1995 je bilo v Sloveniji kar 333 več hmeljarjev kot leta 2018, površine, zasajene s hmeljem pa so se v tem času zmanjšale za 538 hektarov, kar pomeni 132,27-% upad hmeljišč (MKGP 2019).

V Sloveniji najdemo sorazmerno malo čistih hmeljarskih kmetij. Ob hmeljarstvu se največ kmetij ukvarja še z živinorejo, največ jih redi govedo – v povprečju 24 GVŽ na posestvo. Hmelj pa gojijo na 50–60 % zemljišč. Ostala zemljišča na kmetijah so predvsem njive (61 %) in travniki (37 %) ter sadovnjaki in vinogradi (2 %) (MKGP 2019).

### 2.3 Pridelava hmelja na Koroškem

Začetki pridelave hmelja na Koroškem segajo v leto 1956 (Pipuš, S. in drugi 2003), ko so hmelj začeli gojiti v spodnji Mežiški dolini. Takrat so kmetijski zadrugi Prežihovega Voranca odvzeli pravico do trgovanja z lesom, v zameno pa so ji ponudili gojitev hmelja. Hmelj so začeli gojiti na zadružni zemlji v Kotljah, na Šrotneku in na zemlji kmetov kooperantov. S pomočjo analiz prsti so predvideli, s čim bodo njive dognojevali, za obdelavo pa so uporabljali male traktorje, kultivatorje, osipalnike in posebne nože, s katerimi so obrezovali sadike hmelja. Vse orodje in stroje je priskrbelo hmeljarsko podjetje Hmezad iz Žalca, ki deluje še danes. Že takrat so rast pospeševali z uporabo gnojil, med sortami pa je bila po obsegu najpomembnejša še danes razširjena sorta Savinjski Golding. Čez leto so hmelj obdelovali domačini, v mesecu avgustu, ko je sledilo obiranje, pa so na pomoč priskočili iz drugih krajev, med poletnimi počitnicami tudi učenci osnovnih šol in dijaki gimnazije na Ravnah. Hmelj je odkupoval Hmezad. Zaradi velikega padca cen in preusmeritve zadrug v živinorejo so hmelj prenehali gojiti okoli leta 1975. Sušilnice so propadle, stroje pa je odkupil Hmezad (Pipuš, S. in drugi 2003).

Na Koroškem ima največ hmeljišč g. Čas, ki je obenem tudi eden izmed največjih hmeljarjev v Evropi. Družina Čas se je s to dejavnostjo začela ukvarjati že pred nekaj več kot 40 leti. Prva hmeljišča so postavili v Turiški vasi, in sicer leta 1980, svojo proizvodnjo pa so širili iz leta v leto. Pozneje je bilo ustanovljeno tudi podjetje Hmeljarstvo Čas, ki danes zaposluje 10 ljudi. Hmelj pridelujejo na 140 hektarih, in sicer na treh posestvih po Sloveniji. Spomladi in jeseni med obiranjem zaposlijo še dodatne delavce.

Najstarejše je posestvo v Turiški vasi, ki obsega 30 hektarov hmeljišč, na katerih pridelujejo sorte Aurora, Stryan Golding in Bobek. Hmeljarstvo Čas že od leta 1993 upravlja s posestvom v Radljah ob Dravi. V zadnjih letih so posodobili vozni park in obiralnico, kjer zdaj hmelj obirajo z dvema novima, najzmogljivejšima obiralnima strojema v Sloveniji.

Drugo posestvo leži v Polskavi, kjer je 35 hektarov hmeljišč. Trenutno jih je sicer 18 hektarov v premeni, brez hmelja. Hmelj so tam začeli pridelovati leta 2007, trenutno pa na tej lokaciji pridelujejo predvsem sorti Wolf in Celeia (osebna komunikacija).

Radlje ob Dravi so območje, ki ga obdaja veliko hmelja, saj ga tam pridelujejo na več kot 100 hektarih, in sicer Styrian Golding (1,7 ha), Wolf (5 ha), Savinjski Golding (14 ha), Bobek (14 ha), Celeia (30 ha) in Aurora (40 ha) (osebna komunikacija).

Lani so tik ob Hmeljarstvu Čas v Radljah ob Dravi zgradili novo pivovarno in pivnico, katere predhodnica je ljubiteljska pivovarna prvega koroškega mikropivovarja, ki je prideloval pivo Pogis. Tam nameravajo mesečno proizvesti med 8000 in 10.000 litrov piva. Zanimivost te pivovarne bo predvsem ta, da bodo poskušali uporabiti čim več hmelja iz te regije.

Desetletje pozneje so se za hmeljarstvo odločili tudi na kmetiji v Šmartnem pri Slovenj Gradcu. Takrat so se odločili za opustitev živinoreje, danes pa poleg hmeljarstva ljubiteljsko redijo še tri konje. Hmelj gojijo v obsegu 11 hektarov v naselju Šmartno pri Slovenj Gradcu.

V naselju Podgorje pri Slovenj Gradcu je približno 45 hektarov hmeljišč, kjer imajo svoje kmetije štiri hmeljarji. Prvi se je za hmeljarstvo odločil na sredini devetdesetih let, dva hmeljarja sta prva hmeljišča postavila na prelomu tisočletja, četrti pa se jim je pridružil deset let nazaj. Hmeljarji imajo sodobna poslopja za obiranje, sušenje in skladiščenje hmelja. Tri od štirih kmetij so čiste hmeljarske kmetije, kar pomeni, da se ukvarjajo izključno s pridelavo hmelja, ena kmetija se ukvarja še z živinorejo.

Poleg omenjenih hmeljarjev, ki se s hmeljarstvom ukvarjajo že dlje časa, so se v letu 2017 še štiri kmetje odločili, da svoje kmetije iz živinoreje preusmerijo v hmeljarstvo, trenutno pa skupaj pridelujejo okrog 30 hektarov. Le ena izmed teh kmetij je do zdaj postala čista hmeljarska kmetija, saj so se v letu 2019 usmerili izključno v pridelavo hmelja, medtem ko ostale tri pridobivajo še mleko. Med njimi je tudi ena izmed največjih govedorejskih kmetij na območju Slovenj Gradca, katere lastniki so se poleg reje skupno 90 GVŽ, od tega 50 krav molznic, odločili za vzporedno pridelavo hmelja.

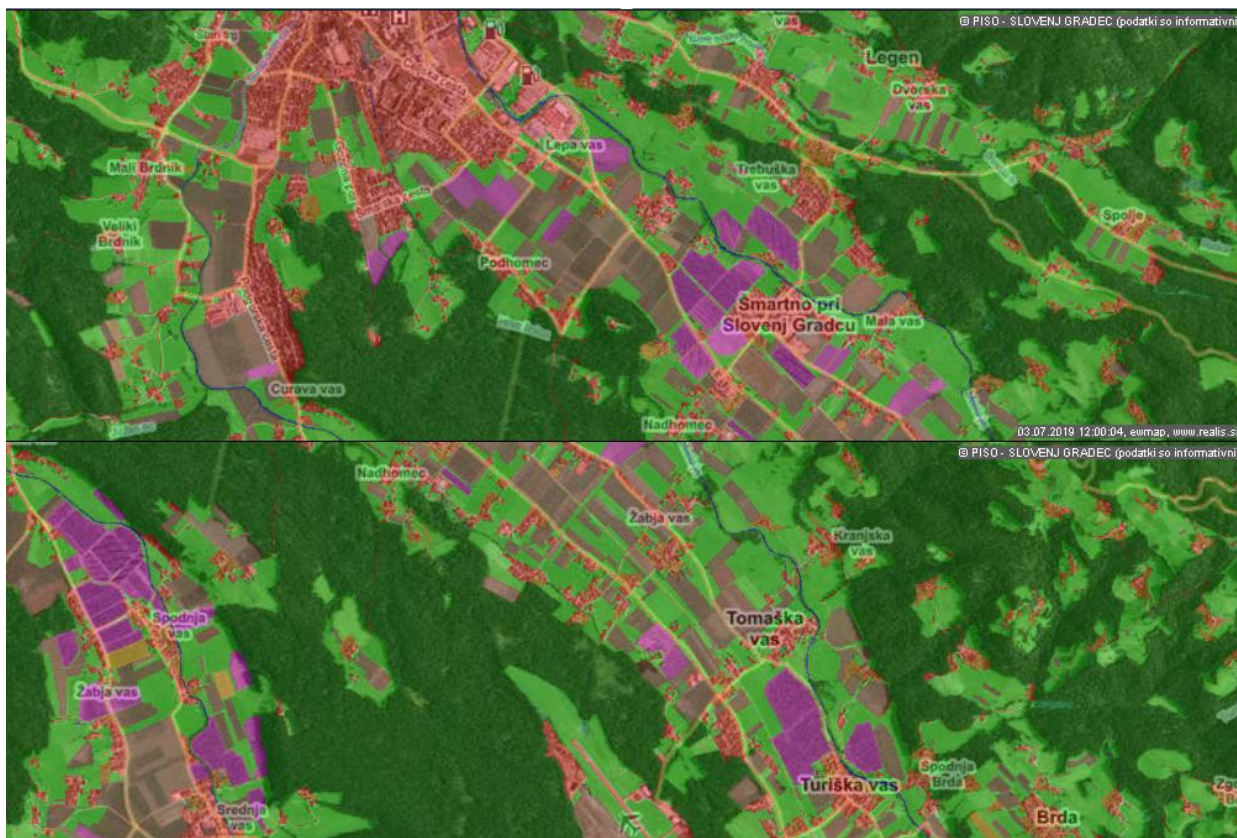
V letu 2018 so koroški hmeljarji povprečno pridelali 2,3 tone hmelja na hektar. To je kar 0,5 tone več, kot je bilo v istem letu povprečje vseh ostalih hmeljarjev po Sloveniji. To priča o dobrih pogojih za rast te industrijske rastline na koroških tleh.


Preglednica 3: Površine hmelja na Koroškem po sortah v letih 2009 in 2019

Sorta hmelja	Leto pridelave	
	Leto 2009	Leto 2019
Aurora	70.841	97.703
Bobek	9086	19.903
Cascade	/	1359
Celeia	24.588	73.736
Cerera	4807	3842
Hallertauer Magnum	12.699	/
Savinjski Golding	22.874	26.053
Sorte v preizkušanju	/	0.409
Hallertauer Taurus	0.321	/
Styrian Gold	/	1834
Styrian Wolf	/	3713
<b>Skupna vsota</b>	<b>145.216</b>	<b>228.552</b>

(Vir: IHPS, 2019)

Površine hmelja na Koroškem so se v desetih letih povečale za dobrih 83 hektarov bruto površine, kar pomeni, da je v letu 2019 kar 43 % več hmeljišč kot v letu 2009, za kar so zaslužni predvsem novi hmeljarji, ki so svoja prva hmeljišča začeli postavljati v letu 2017. Nekaj novih hmeljišč pa so postavili tudi drugi hmeljarji. Savinjski Golding ostaja še danes v približno istem obsegu kot leta 2009, sorti Hallertauer Magnum in Hallertauer Taurus pa se na Koroškem danes ne pridelujeta več. V nasprotju s povprečjem drugje po Sloveniji, na Koroškem z naskokom pridelujejo največ Aurore, medtem ko drugje vodi Celeia.



 Hmeljišča

Slika 4: Karta hmeljišč na območju Slovenj Gradca v letu 2019

(Vir: PISO, 2019)

S Slike 4 je razvidno, da je v Mestni občini Slovenj Gradec veliko hmeljišč (roza označene površine), ki so najbolj skoncentrirana v naseljih Šmartno in Podgorje, kjer se hmelj goji 30 let. Vsa hmeljišča, ki so v neposredni bližini mesta, so bila postavljena od leta 2017 do leta 2019.

## 2.4 Tehnologija pridelave hmelja

Hmelj je rastlina, ki se s pravilno nego in brez boleznih več let ohranja s podzemnimi deli. Za razliko od večine drugih poljščin potrebuje oporo, po kateri se lahko rastlina vzpenja. Preden postavimo oporo, je treba njivo dobro pognojiti (najbolje s hlevskim gnojem) in jo nato preorati. Podlago zravnamo z vrtavkanjem. Nadzemni del se vsako leto začne razvijati z odganjanjem poganjkov, jeseni pa svoj razvoj zaključi z odmiranjem zelenih delov po obiranju, ki jih nato naslednjo pomlad ročno odrežemo pred pomladansko rezjo. Poganjki začnejo rasti v drugi polovici meseca marca, ko se tla dovolj ogrejejo (Simončič, A. 2019).





Slika 5: Prikaz poganjka hmelja na začetku rasti spomladi

foto: A. Lah, 2020

Pomladanska rez hmelja je ena izmed najbolj zahtevnih opravil, saj je od tega odvisna rast poganjkov. Treba je poskrbeti, da se rez ne izvaja prenizko, saj se tako odreže osrednji del korenine in le-ta propade. Z rezjo odrežemo vse že zrasle poganjke, s čimer povzročimo ponoven, manj bujen vznik novih poganjkov, ki so bolj enakomerni. Na vodila nato ročno napeljemo od 3 do 5 poganjkov, odvisno od vrste kultivarja. Hmelj je rastlina, ki lahko v obdobju vegetativne faze, posebej v mesecu juniju, prirašča tudi do 20 cm na dan. Prirast je odvisna od vsebnosti hranilnih snovi v tleh in predvsem od toplote in talne vlage. Končna višina, ki jo doseže hmeljna rastlina konec meseca junija, je odvisna od lastnosti posameznega kultivarja in od višine opore, po navadi pa zraste od 7 do 8 m visoko (Simončič, A. 2019).

Drugi del razvoja hmeljne rastline se imenuje generativna faza in se začne, ko rastlina doseže končno višino. Takrat hmelj sklene rast in začne cveteti, v tem času se razrašča le še v majhni meri, kar je odvisno predvsem od kultivarja. Po cvetenju se pojavijo storžki, ki se od kultivarja do kultivarja razlikujejo po obliki. Vsak kultivar ima svojo specifično kemijsko sestavo. Najzgodnejši kultivar je Savinjski Golding, saj pri njem rastna doba od prvega vznika do optimalne tehnološke zrelosti traja 150 dni, pri ostalih, poznejših kultivarjih pa 170 dni ali več. To pomeni, da prvi kultivarji pri nas tehnološko dozoriijo v drugi polovici meseca avgusta, ko se začne obiranje Savinjskega Goldinga, najpoznejši kultivarji pa se pri nas oberejo do polovice meseca septembra. Pri obiranju se trta ne odreže čisto pri tleh, zato ostanek še nekaj tednov vegetira, kar je predvsem odvisno od vremenskih razmer. V drugi polovici meseca oktobra rozge odmrejo (Simončič, A. 2019).

Človek, z namenom izboljšanja posamezne ali večjega števila lastnosti določene rastline, vzgaja nove sorte kmetijskih rastlin. Cilj vzgoje novih sort kmetijskih rastlin, med drugimi tudi hmelja, je izboljšanje kvalitete, odpornosti na najpomembnejše škodljivce in bolezni ter povečanje pridelka. Z uvajanjem sorte na območja, ker ni bila požlahtnjena, se lahko kvaliteta in količina pridelka ter odpornost rastline proti škodljivcem zmanjša. Ravno zaradi tega ima vsaka dežela, ki prideluje hmelj v malo večjem obsegu, razvit svoj žlahtniteljski program.

V Sloveniji, v skladu s pravilnikom o trženju razmnoževalnega materiala in sadik hmelja (Ur. l. RS, št. 21/07 in št. 19/08) ter sprejeto certifikacijsko shemo, ločimo štiri kategorije sadilnega materiala hmelja:

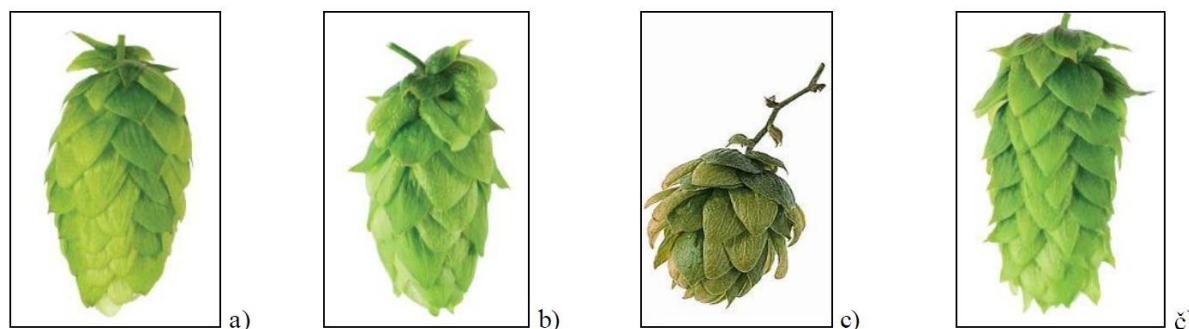
- Certificirane sadike A vzgajajo z vegetativnim razmnoževanjem s potaknjenci iz uradno potrjenih matičnih rastlin. Vzgojene so v lončkih v rastlinjaku ali platenjaku, ki preprečuje okužbe z vektorji. Za zaščito sadik pred virusi in viroidi na IHPS že od leta 1985 vzgajajo brezvirusne sadike hmelja, ki jim v tkivni kulturi odstranijo viruse in vzgajajo izvirne in osnovne rastline, ki so brezvirusne in osnova za razmnoževanje in vzgojo certificiranih sadik. Od leta 2009 pa pridelujejo še kakovostni sadilni material, tako imenovane brezviroidne sadike hmelja (Čeh, B. in drugi 2012);
- Certificirane sadike B se pridobivajo iz potrjenih certificiranih matičnih nasadov (CMH). To so tisti nasadi, kjer so zasajene certificirane sadike A in zadostuje zahtevam certifikacijske sheme;
- Standardne sadike (nabrane v nasadu) se lahko pridobivajo iz potrjenih standardnih matičnih nasadov in so v osnovi posajene s certificiranimi sadikami A. Za razliko od certificiranih sadik B lahko te sadike vsebujejo več kot 1 % okužbe z virusom ApMV;
- Proizvodne sadike (nabrane v nasadu) se nabirajo le iz potrjenih proizvodnih nasadov. Pogoje je, da je nasad zasejan s certificiranimi sadikami A ali B in da je bil nasad skozi rastno sezono pregledan za morebitno prisotnost karantenske bolezni verticilijске uvelosti hmelja in drugih obolenj. Sadike iz te skupine niso tržne in se lahko uporabljajo le za lastne potrebe (Čeh, B. in drugi 2012).

Sorta Aurora je požlahtnjena na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije in je potomka angleške sorte Northern Brewer. Je aromatična sorta in ima prijetno hmeljno aromo in grenčico, zaradi tega pa ima tudi zelo dobro pivovarsko vrednost. Storžki so dolgi povprečno 29 mm in so srednje ovalne oblike. 100 suhih storžkov tehta približno 15 g. Sorto odlikujejo zelo dobre agronomske lastnosti za pridelavo in spravilo hmelja (Medmrežje 1).

Savinjski Golding je sorta, ki je bila v Slovenijo prenesena v 19. stoletju. Je tradicionalna slovenska sorta in je bila požlahtnjena na IHPS. Znana je po dobrih agronomskih lastnostih za pridelavo in spravilo hmelja. Savinjski Golding je znan po fini hmeljni aromi in harmonični ter prijetni grenčici. Pivo, ki ga varijo s to sorto, ima dobro organoleptično oceno za grenčico, aromo in okus. Storžki so povprečno dolgi 30 mm in so srednje ovalne oblike. 100 suhih storžkov tehta povprečno 14 g (Medmrežje 1).

Celeia je aromatična sorta, ki ima fino hmeljno aromo. Pivo, ki je varjeno s to sorto, ima dobre organoleptične ocene za grenčico, aromo in okus. Je triploidna sorta, požlahtnjena na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. Sestavljena je iz Savinjskega Goldinga in slovenskega moškega hmelja, s ciljem izboljšati pridelovalne lastnosti Savinjskega Goldinga in ohraniti njegovo fino hmeljno aromo. Storžki so povprečno dolgi 27 mm in so široko ovalni. 100 suhih storžkov tehta 14 g (Medmrežje 1).

Sorta Bobek izhaja iz iste družine križanja kot Aurora in je bila požlahtnjena na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. Prepoznaven je po prijetni hmeljni aromi, grenčica pa mu daje odlično pivovarsko vrednost. Ima dobre agronomske lastnosti za pridelavo in spravilo. Storžki so povprečno dolgi 20 mm in so široko ovalne oblike. 100 suhih storžkov tehta 12 g (Medmrežje 1).



Slika 6: Oblika storžkov pri različnih sortah hmelja; a) Savinjski Golding, b) Aurora, c) Bobek, č) Celeia

(Vir: <http://www.hmezad.si/hmelj/sorte-hmelja>)

#### 2.4.1 Gnojenje

Gnojila so snovi, ki vsebujejo rastlinska hranila in so nujna za rast ter uspevanje rastlin. Rastline hranila med svojo rastjo porabljajo, kar pomeni, da jih moramo v tla vračati v zadostnih količinah. V primeru, da hranil ne vračamo nazaj v tla, se le-ta osiromašijo in izčrpajo, pridelava rastlin pa posledično tam ne bi bila več ekonomsko opravičena.

Hmelj je rastlina, ki raste zelo visoko in skozi rastno dobo razvije veliko zelene mase. Zaradi tega za rast in razvoj potrebuje velike količine hranil. Uvršča se med poljščine z najintenzivnejšim načinom pridelave, kar negativno vpliva na strukturo, zračnost in zbitost tal, na razvoj bolezni in škodljivcev ter na bilanco organske snovi v tleh, saj je hmelj velik porabnik le-te (Majer, D. 2006).

Z gnojenjem hmelja izboljšamo pridelek in kakovost, saj zagotovimo dovolj hranilnih snovi, da zadovoljimo povpraševanje. Gnojenje sicer temelji na potrebah rastlin, ki mora upoštevati različne dejavnike, kot so proizvodni stroški in vpliv na okolje (Christensen, N. 2000). Hmelj ima globoke korenine, zato je za dober pridelek nujno, da je prst tudi v globljih slojih dobro založena s hranili, kar pa najlažje naredimo pred postavitvijo novega nasada. Če novo zemljišče primerno pripravimo, praviloma do polne rodnosti hmelja, pozneje ni več potrebno gnojenje s fosforjem in kalijem, potrebno pa je gnojenje z dušikom (Mihelič, R. 2009). Zaradi izčrpanosti tal, ki jo povzroči dolgoletna pridelava hmelja na enem mestu, je treba po izkrčenju starega in pred postavitvijo novega nasada zagotoviti presledek oz. premeno, kar pomeni, da dve leti v hmeljišču ne sadimo hmelja, ampak gojimo druge rastline. Namen tega je ustrezno pripraviti tla za nov nasad v smislu izboljšanja fizikalno-kemijskih lastnosti tal. Najboljši kolobar sicer predstavlja setev metuljnic, česar pa hmeljarji ne upoštevajo vedno. (Majer, D. 2006).

Rodovitnost tal in primanjkljaj hranilnih snovi v tleh najlažje preverimo z analizami. Najprej je treba vzeti vzorce prsti iz tal, ki jih enakomerno vzamemo po celi površini parcele, ta pa mora biti homogena oz. enovita glede na: tip tal, vlažnostne razmere parcele, nagib in zgodovino gnojenja. Vzorce je treba vzeti, ko od zadnjega gnojenja mine vsaj en mesec (Mihelič, R. 2009).

Gnojilni načrt je potreben za vsako kmetijsko gospodarstvo, ki uporablja mineralna ali organska gnojila. Gnojilni načrt vključuje analizo tal, popis vrste kmetijske pridelave s pričakovanimi pridelki in odvzemom hranil, v drugem delu pa na podlagi podatkov načrtujemo vnos hranil z živinskimi in/ali rudninskimi gnojili s ciljem doseči optimalno preskrbljenost tal s hranili. Gnojilni načrt, izdelan za kmetijska gospodarstva na vodovarstvenih območjih (VVO), mora dodatno upoštevati tudi prepovedi, omejitve in ukrepe za gnojenje na VVO (Mihelič, R. 2009).

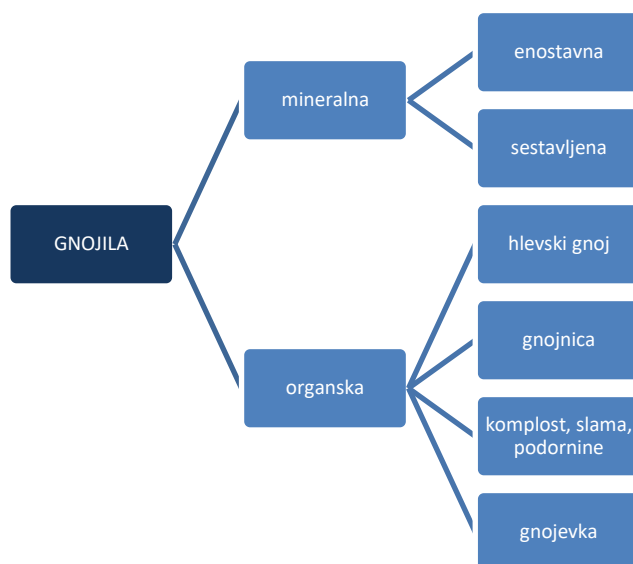
Hranila, ki jih rastline potrebujejo za uspešno rast, delimo na makrohranila in mikrohranila, in sicer glede na količino hranila, ki ga potrebujejo.

*Glavna ali makrohranila* rastline potrebujejo v sorazmerno veliki količini, dodajamo pa jih z gnojenjem. Med makrohranila spadajo dušik, fosfor, kalij, kalcij, žveplo in magnezij.

*Mikrohranila* rastline potrebujejo v majhnih količinah, pa vendar so za njihov razvoj nujno potrebna. Med mikrohranila štejemo železo, bor, mangan, baker, cink in molibden. Teh hranil je v tleh običajno dovolj, vendar jih rastline ne morejo vedno absorbirati v zadostni meri. To se zgodi predvsem takrat, ko je v tleh porušeno ravnovesje med hranili ali pa so tla prekisla oz. premalo kislila. V tem primeru lahko rastlinam hranila dodamo preko listov, torej foliarno, z raztopino gnojila s škropljenjem. Priporočljivo je, da se pripravek nanaša v manjših količinah in večkrat, s tem pa preprečujemo tudi izgube. Poleg tega je treba aplicirati majhne kapljice, ki jih rastlina lažje sprejme in se tako prepreči nastanek fitotoksičnosti (Čeh, B. 2012).

Hmeljne rastline so občutljive zlasti na pomanjkanje bora in cinka v tleh. Pomanjkanje bora se hitro pokaže v nasadih, ki ležijo na plitvih in prodnatih tleh. Rastlina slabo raste in ima grmast videz. Pomanjkanje se pokaže sezonsko in rastline, ki imajo v eni rastni sezoni probleme s pomanjkanjem, lahko v drugi sezoni rastejo popolnoma normalno. Pomanjkanje cinka se pokaže kot listna kodravost, listi so podolgovati, rastlina pa je slabo razraščena. Prekomerne preskrbe s cinkom v slovenskih hmeljiščih še ni bilo zaznane (Mihelič, R. 2009).





Slika 7: Vrste gnojil, ki se uporabljajo v kmetijstvu

#### 2.4.1.1 Apnenje

Apno na njive nanašamo predvsem za nevtraliziranje kislin v tleh, na ta način pa v tla vnašamo tudi rastlinsko hranilo kalcij in vplivamo na nastajanje grudičaste strukture tal, saj kalcij povezuje humusne in glinene delce v tleh. Z uravnavanjem pH v tleh omogočamo tudi zadostno dostopnost hranil za hmelj. Za hmelj so najbolj primerna tla, ki so zmerno kislila, s pH od 6 do 6,7. Zakisanost tal povzročajo dejavniki, kot so kisel dež, izpiranje kalcija in magnezija iz tal, odvzem kalcija s pridelki in uporaba nekaterih gnojil.

Apnimo vedno po spravi pridelka v neposajena tla v jesensko-zimskem času ali zgodaj spomladi. Apnenje izvajamo na podlagi laboratorijskih analiz, saj neustrezno izvajanje apnenja povzroča razjede na listih hmelja, slabšo dostopnost nekaterih hranil v tleh in zaskorjenost tal. Na tleh, ki so lažja in bolj kislila, se za apnenje uporabljata apnenec in dolomit, na težjih tleh, ki nimajo tako nizkega pH, pa žgano ali hidrirano apno (Čeh, B. in drugi 2012).

#### 2.4.1.2 Gnojenje z mineralnimi gnojili

Mineralna gnojila so gnojila, ki vsebujejo izključno mineralne komponente in so pridobljena v industrijskem postopku.

*Sestavljena oz. kombinirana gnojila* (NPK-gnojila) vsebujejo več hranil hkrati. Hranila so prisotna v različnih razmerjih. Prednost teh hranil je, da z enim gnojenjem rastlini zagotovimo več hranil hkrati v potrebnih količinah, so pa tudi cenejša. Slabost kombiniranih hranil pa je, da zaradi vsebnosti več hranil težko odmerjamo ustrezno količino hranil, zato lahko dolgoletna uporaba teh hranil poruši ravnovesje v tleh.

*Enostavna gnojila* so tista gnojila, ki vsebujejo le eno hranilo. Praviloma so dražja in tudi težje dostopna na trgu, vendar je z njimi lažje zadostiti potrebam (Čeh, B. in drugi 2012).

## **Gnojenje z gnojili, ki vsebujejo fosfor, kalij in magnezij**

Pomanjkanje fosforja, kalija in magnezija v tleh lahko močno vpliva na kakovost in količino pridelka. Nezadostna dostopnost fosforja povzroča zmanjšano rast listov in plodov. Pomanjkanje kalija lahko v najslabšem primeru povzroči tudi propad rastline. Magnezija na splošno v slovenskih hmeljiščih ne primanjkuje, pa vendar je potrebno sprotno preverjanje, saj lahko pomanjkanje povzroči slabšo rast hmelja.

S temi hranili lahko gnojimo kadarkoli med rasto sezono, saj se hranila vežejo na talne delce. Fosfatna gnojila je priporočeno zaorati v tla. V Sloveniji je od enostavnih kalijevih gnojil praviloma na razpolago kalijev klorid (kalijeva sol). Gnojimo na podlagi analize tal, je pa dovolj, da tla pognojimo pred sajenjem in to v nadaljevanju sezone zadošča. V Sloveniji so v glavnem tla dobro založena z magnezijem, kljub temu je treba gnojenje načrtovati na podlagi izvedene analize (Čeh, B. in drugi 2012).

## **Gnojenje z gnojili, ki vsebujejo dušik**

Ker je hmelj poljščina, ki v dobrih štirih mesecih oblikuje vso nadzemno maso, potrebuje za uspevanje veliko dušika. Optimalni odmerki so odvisni od pričakovanega pridelka, vrste tal, sorte, tehnologije in rastnih razmer. Priporoča se gnojenje med 120 in 180 kg N/ha v treh obrokih (Majer D. 2006). Če pa je nanos dušika prekomeren, se pojavi slabša odpornost na bolezni in škodljivce, manj cvetov, storžki so temnejše barve in nimajo značilnega leska. Kadar pa dušika primanjkuje, se to odraža na slabši rasti rastlin, listi so majhni in blede rumeni, trte so tanke in slabo obraščene, storžki so drobni (Mihelič R. 2009). Gnojila, ki vsebujejo dušik, so zelo mobilna in pri nestrokovni uporabi lahko pridejo v zrak ali v globlje plasti tal in posledično v podzemno in pitno vodo, s čimer se obremenjuje okolje (Čeh, B. in drugi 2012).

Da bi lahko določili primerne odmerke dušika v tleh, sta se tudi v hmeljarstvu uveljavili N-min metoda, pri kateri se ugotavlja vsebnost mineralnega dušika v tleh pred začetkom raste dobe in foliarna analiza (analiza listov), s katero ugotavljamo vsebnost dušika v listih rastlin med rasto dobo.

Najbolj primeren pripravek za gnojenje hmelja je KAN, ampak le, če gnojimo ob pravem času in z ustrežno količino, saj je nitratni del močno izpostavljen izpiranju. UAN je prav tako primeren za gnojenje hmelja, je pa zahtevnejši za uporabo, saj v primeru, da ga ne nanašamo v oblačnem in vlažnem vremenu, hitro povzroči poškodbe na listih in prihaja do izgub (Mihelič, R. 2009). Dušik je nujno potrebno rastlinsko hranilo. Iz talne raztopine koreninski sistem rastlin vsrka dušik v mineralni obliki. Dušik se s pomočjo energije, ki jo rastline dobijo s fotosintezo, vgradi v rastlinske beljakovine, ki so vir aminokislin za ljudi in živali. Ko v tleh pride do prekomerne vsebnosti mineralnega dušika, se poveča nevarnost izpiranja dušikovih spojin v podtalnico. Izpira se predvsem dušik v nitratni obliki, zato govorimo o onesnaževanju podtalnice z nitratni, lahko pa pride tudi do onesnaženja površinskih voda. Dušikove spojine, pa tudi fosfor, povzročajo eutrofikacijo. To je pojav, kjer ob prekomerni vsebnosti rastlinskih hranil v stoječih in počasi tekočih vodah pride do prekomernega razmnoževanja alg in drugih vodnih rastlin. Razkrajjanje rastlinske biomase povzroči prekomerno razmnoževanje mikroorganizmov, ki porabijo kisik in s tem ogrozijo vodno živalstvo (Verbič, J. 2006).

Pojav nitratov v vodi je predvsem posledica nevestnega ravnanja z živinskimi gnojili, gnojenja in nenadzorovanega spuščanja komunalnih odplak. V kmetijstvu po grobih ocenah približno 50 % prispevajo rudninska gnojila, 50 % pa živinska gnojila (Verbič, J. 2006).

#### **2.4.1.2 Gnojenje z organskimi gnojili**

Hmeljne nasade je treba redno oskrbovati tudi z organskimi gnojili, ki so živalskega izvora. Zaradi bogate vsebnosti organske snovi in hranil so najboljša in najbolj okolju prijazna izbira. Med organska gnojila sodijo kompost, podorine, hlevski gnoj, gnojnica in gnojevka.

V hmeljnih nasadih, ki so pogosto prizadeti zaradi intenzivne obdelave, se priporoča setev podorin, ki preprečujejo zbitost tal, erozijo in izpiranje hranil, tla pa bogatijo z organsko snovjo. V hmeljiščih so se kot najprimernejše podorine pokazale krmna repica, krmna oljna redkev in krmna ogrščica. Podorine sejemo po zadnjem osipanju hmelja, zaorjemo pa v obdobju cvetenja podorin (Mihelič, R. 2009).

Hlevski gnoj vsebuje veliko organske snovi, zato je priporočena količina gnoja na leto 20 t/ha. Gnojenje se izvaja vsako drugo ali tretje leto, upoštevati pa je treba, da je največji dovoljeni vnos dušika z živinskimi gnojili 170 kg/ha letno, kar pomeni 34 t/ha hlevskega gnoja. S hlevskim gnojem v tla vnašamo tudi fosfor in kalij, kar je treba upoštevati, da se s tem v tla doda tako organska snov kot rastlinska gnojila (Čeh, B. in drugi 2012). Kljub temu da je hlevski gnoj naravno in učinkovito gnojilo, se z leti vse manj uporablja. Večina hmeljarjev se je pred hmeljarstvom ukvarjala z živinorejo, s čimer so pridobivali tudi hlevski gnoj, ki so ga kasneje uporabili v hmeljiščih. V primerjavi s preteklim obdobjem, ko se je v hlevih uporabljal predvsem globok nastilj, se danes pri reji živali uporabljajo predvsem rešetke, s čimer se pridobiva več gnojevke in gnojnice, vendar manj hlevskega gnoja.

Gnojnica vsebuje seč živali, ki je pogosto pomešan z vodo. Vsebuje malo fosforja in veliko kalija in dušika, ki se iz nje lahko zelo hitro izgubi. Gnojnico je priporočljivo mešati z vodo, saj se tako hranila lažje vežejo in so manjše izgube. Aplicira se v oblačnem vremenu in jo je treba takoj zadelati v tla (Čeh, B. in drugi 2012).

Gnojevka je mešanica živalskega blata in seča. Z njo je treba gnojiti samo takrat, ko rastlina dušik dejansko potrebuje, saj tako kot gnojnica vsebuje veliko amonijskega dušika. Gnojevka poleg makrohranil vsebuje tudi mikrohranila, vodo in organsko snov. Tako kot gnojnico je tudi gnojevko smiselno razredčiti, saj tako preprečimo zaskorjanje tal in poškodbe rastlin. Problem uporabe gnojevke in gnojnice in redčenja je predvsem v tem, da se zaradi veliko tekočine to gnojilo hitro izpira v globlje sloje tal, kar lahko povzroča izgube in onesnaževanje podtalne vode (Čeh, B. in drugi 2012).

#### **2.4.2 Varstvo hmelja**

Bolezni in škodljivci se na hmelju lahko pojavijo v celotni rastni sezoni. Ob nepravilnem in nepravočasnem zatiranju lahko odločilno vplivajo na količino in kvaliteto pridelka.

##### **Bolezni hmelja**

Bolezni, ki škodujejo hmelju, povzročajo glive in virusi. Med glivičnimi boleznimi se na hmelju

najpogosteje pojavljata hmeljeva peronospora in hmeljeva pepelovka. Pojav bolezní se po letih razlikuje, najbolj se pojavljajo predvsem v toplem in vlažnem vremenu, zatiramo pa jih z uporabo fungicidov. V primerjavi z glivičnimi obolenji se virusna obolenja na hmelju redkeje pojavljajo, predvsem zato, ker se za sajenje v večini uporablja brezvirusni – certificiran sadilni material.

#### Hmeljeva peronospora (*Pseudoperonospora humuli*)

Hmeljeva peronospora je najbolj razširjena in najpomembnejša bolezen hmelja. Bolezen povzroča lokalizirane okužbe listja, cvetov in storžkov in pa sistemske okužbe, ki izvirajo iz korenike. Sistemska okužba, ki povzroča prezimitev plesnivke, je opazna pri prerezu korenike hmelja in podzemnem stebelu. Zaradi omenjenih okužb so prizadeti poganjki (kuštrovci), ki jih je najbolje mehansko odstraniti v času reza in navijanja hmelja. Zatiranje primarne okužbe temelji skoraj izključno na uporabi sistemskih fungicidov, sekundarno okužbo pa zatiramo 2–3-krat na leto z bakrovimi pripravki (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Hmeljeva pepelovka (*Podosphaera macularis*)

Je najstarejša opisana bolezen, ki se je pojavila na hmelju. Pojav hmeljeve pepelovke je odvisen od vremenskih razmer in od odpornosti določene sorte hmelja na to bolezen. Gliva, ki to bolezen povzroča, spada med parazite, ki lahko živijo na površini vseh zelenih delov rastline. Bolezen se kaže v obliki belih prašnih kolonij, ki jih najdemo na listih, v primeru mladih listov pa se tudi združujejo in zajamejo celotno površino lista. Zatiranje pepelovke se izvaja z uporabo žveplovih pripravkov (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Verticilijska uvelost hmelja (*Verticillium albo-atrum*)

Talni glivi, ki povzročata verticilijsko uvelost hmelja, spadata med parazite prevodnega sistema hmelja in mnogih drugih dvokaličnic. Prav ti dve glivi sta krivi za največ povzročene škode na hmelju v Evropi. Ker je hmelj trajnica, lahko glivi v korenikah preživita tudi po več let, prav tako pa se preko obolelih rastlin hitro širita po hmeljiščih. Ob pojavu bolezní začnejo listi rumeneti in veneti, prizadene pa najprej spodnji del rastline in nato po rastlini navzgor (Čeh, B. in drugi 2012).

- a) Blaga oblika verticilijske uvelosti hmelja – Bolezen prizadene le del trte ene rastline, kjer se oboleli listi pojavljajo v spodnjem delu trte in se skozi vegetacijsko dobo počasi širijo do vrha rastline.
- b) Letalna oblika – Bolezenska stanja pri letalni obliki so v nasadu vidna vsaj 2 do 3 tedne prej kot v blagi obliki. Bolezen prizadene vse trte in hitro napreduje, tako da v 2 do 3 tednih prizadene tudi stranske poganjke, kar povzroči sušenje trte in odpadanje listov (Čeh, B. in drugi 2012).

Bolezen se je prvič pojavila leta 1924 v Angliji, in sicer v blažji obliki. V težji obliki se je pojavila leta 1933 in se zaradi neizvajanja fitosanitarnih ukrepov in sajenja okuženega materiala močno razširila. V Sloveniji se je blaga oblika bolezní pojavila leta 1974, vendar ni povzročala večje škode do leta 1997, ko se je razširila v Savinjski dolini (Radišek, S. 2018).

Za zatiranje verticilijske uvelosti hmelja zaenkrat ni učinkovito nobeno FFS. Širjenje bolezní lahko ustavimo le z izkopavanjem okuženih rastlin, ki jih je treba nato sežgati. Za preprečevanje širjenja bolezní je nujno potrebno tudi razkuževanje vseh strojev in orodja, ki se uporablja na okuženem hmeljišču (Radišek, S. 2018).

#### Siva plesen (*Botryotinia fuckeliana*)

Siva plesen je bolezen, ki je poznana po celem svetu in lahko okuži veliko rastlin. V času cvetenja hmelja se povzročitelj bolezni naseli na peclje, največ okužb zato nastane zaradi zadrževanja vlage, zaradi česar konice storžkov postanejo sivo rjave barve (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Cerkosporna pegavost hmelja (*Cercospora cantuariensis*)

Cerkosporno pegavost hmelja opazimo v obliki majhnih ovalnih vijolično rjavih peg, ki se pojavijo na listju, najpogosteje konec meseca julija in na začetku meseca avgusta. Spada med trenutno manj pomembne bolezni hmelja, pa vendar je lahko v določenih vremenskih pogojih, kot je toplo vreme in velika količina padavin, močno razširjena in postopoma uniči pridelek (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Siva pegavost hmelja (*Phoma exigua*)

Bolezen povzroča gliva, ki lahko nastopa kot rastlinski patogen ali pa kot gniloživka in je v naravi zelo razširjena. Okužba rastline lahko povzroči padavico, gnitje korenin, pegavost listja in nekroze rastlinskega tkiva. Na hmelju lahko znake bolezni najprej opazimo na spodnjem delu trte, ki se nato širijo proti vrhu. Na listih se bolezen pojavi v obliki majhnih ovalnih sivo rjavih peg, ki lahko pozneje dosežejo premer tudi od 1 do 3 cm (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Sušenje hmeljevih storžkov (*Cladosporium*)

Sušenje hmeljevih storžkov se pojavlja predvsem v pogojih, ki niso ugodne za uspevanje hmelja. Bolezen se lahko pojavi zaradi neprimernih tal (peščena, plitva), zaradi poškodb, ki jih povzročijo škodljivci, zaradi slabe osvetlitve rastlin in ekstremnih vremenskih razmer, pa tudi zaradi neustreznega gnojenja. Zaradi vseh teh dejavnikov so rastline fiziološko v slabšem stanju, posledično pa se lahko na storžke naseli parazit. Tej bolezni so bolj izpostavljene srednje pozne in pozne sorte hmelja (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Bel trohnoba hmelja (*Gibberella pulicaris*)

Bela trohnoba hmelja je posledica okužbe na mestu, kjer prehaja rastlina iz korenike v trto. Obdelava s stroji ali ožigi, ki nastanejo pri uporabi mineralnih gnojil, povzročajo poškodbe tkiva, tam talna gliva najlažje vstopa v rastlino. Trta se zaradi bolezni zoži in začne trohneti, korenike pa se drži le še s tankim pecljem. Trte začnejo veneti, zlahka jih izpulimo iz tal, listi pa se za razliko od verticilijske uvelosti povesejo navzdol (Čeh, B. in drugi 2012).

### **Virusi in viroidi**

Virusi in viroidi na hmelju povzročajo sistemske okužbe, ki vplivajo na delovanje celičnega metabolizma.

Viroidi so virusom podobni organizmi, le da je njihova struktura še bolj preprosta. Spadajo med nevarne in zelo stabilne patogene, katerih škodljivost se stopnjuje z višanjem temperatur (Čeh, B. in drugi 2012).

### Viroidna zakrnelost hmelja – *Hop stunt viroid (HSVd)*

Prve znake bolezni lahko na trtah opazimo na začetku meseca junija. Rastline, ki so okužene 1–2 leti, spomladi odženejo, ko pa se začnejo temperature skozi vegetacijo višati, se v rastlini začne višati tudi koncentracija viroida, kar povzroči zaostajanje v rasti. Število znamenj se nato stopnjuje, začnejo se izrazito krajšati členi glavnih trt in poganjkov. Listi so mehurjasti in ostajajo manjši, pri nekaterih sortah tudi porumenijo, storžki pa so izrazito manjši in lažji. Širjenje bolezni je najbolj intenzivno v času spomladanske rezi in drugih opravil, kot je navijanje in čiščenje poganjkov, ko na rastlinah nastane tudi največ poškodb. V primeru bolezni v nasadu je nujno treba razkuževati vsa orodja in ostale stvari, ki pridejo v stik z nasadom, da se bolezen ne prenese na ostale površine (Čeh, B. in drugi 2012).

Ker rastlin, ki so okužene z virusi in viroidi, ne moremo ozdraviti, so že v 80. letih prejšnjega stoletja začeli z vzgojo brezvirusnega sadilnega materiala, kar hmeljarjem omogoča sajenje nasadov s kakovostnim in zdravim sadilnim materialom. Tako pridelan sadilni material ima oznako certificiran, saj se v okviru certifikacijske sheme pridelave sadilnega materiala kontrolira prisotnost vseh za hmelj škodljivih povzročiteljev bolezni (Čeh, B. in drugi 2012).

### Škodljivci hmelja

Pršice in žuželke lahko močno vplivajo na kakovost pridelave hmelja. Škodljivci hmelja se ločijo na tiste, ki napadajo in objedajo korenine in na tiste, ki napadajo nadzemne dele rastline. Med škodljivci hmelja sta najbolj pomembni hmeljeva listna uš in hmeljeva pršica.

#### Hmeljeva listna uš (*Phorodon humuli*)

Hmeljeva listna uš je eden izmed najpomembnejših škodljivcev hmelja. Je dvodomni škodljivec, najpogosteje prezimi v obliki jajčec na koščičarjih, najbolj pogosto na domači češplji. Na hmelju se pojavlja vsako leto, na vseh sortah in lahko uniči ves pridelek. Najpogosteje iz okoliških koščičarjev prileti na robove hmeljišč. Prve uši se na hmelju pojavijo konec meseca aprila oz. na začetku meseca maja. Hiter razvoj uši omogoča toplo in vlažno vreme, naseljujejo pa se na vse zelene dele rastlin, najpogosteje jih najdemo na spodnji strani listov. Tudi po tem, ko uši uničimo, se rastlina več ne razvija naprej (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Navadna (hmeljeva) pršica (*Tetranychus urticae*)

Hmeljeva pršica lahko živi na mnogih rastlinah, med katerimi je hmelj znan kot zelo dobra gostiteljska rastlina. S svojim hitrim razmnoževanjem, predvsem v ugodnih pogojih (toplo in sušno obdobje), lahko povzroči katastrofalne posledice. Tudi hmeljeva pršica se pojavlja predvsem na robovih hmeljišč, ker je tam veliko sonca, toplote in suhega listja. Pojavlja se tudi v manj bujnih hmeljiščih in na lažjih, toplih tleh. Posledica delovanja hmeljeve pršice je sušenje listov in storžkov, ki ne dozori in se ne zaprejo. To povzroči izpad lupolina in izgubo alfa kislin, zaradi tega je pridelek manj kakovosten in manjši (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Koruzna (proseni) vešča (*Ostrinia nubilalis*)

Pri nas je vešča prisotna na koruzi in zadnjih 10 let vse pogosteje tudi na hmelju. V zadnjem času se vedno več pojavlja tudi pri pridelavi zelenjave in okrasnih rastlin. Zanimivo je, da ima vešča na koruzi samo eno generacijo, medtem ko ima na hmelju tudi dve generaciji. Pred leti je veljalo, da prva generacija na hmelju ne pusti škode, kar se je do danes izkazalo za zmotno.

Rastlinam škodujejo ličinke, saj se zavrtajo v steblo, listne peclje in storžke. Vešča prezimi kot odrastla gosenica, predvsem v koruzi in hmeljevini (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Hmeljev bolhač (*Psylliodes attenuatus*)

Hmeljev bolhač je občasen škodljivec hmelja. Hrošči so veliki le 1,5–2,5 mm, so črne ali temno kovinske barve in se na soncu svetijo. V Sloveniji se pojavlja ena generacija. Na hmelju poškodujejo listje in tudi stebila, največjo škodo pa povzročajo v toplem in sušnem vremenu. Prisotnost bolhača opazimo na listih, ki imajo majhne okrogle luknjice. Največ škode povzročijo na mladih, komaj odgnanih rastlinah hmelja. Najbolj se razmnožijo spomladi predvsem v hmeljiščih, ki so v bližini gozda (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Hmeljev rilčkar (*Neoplinthus tigratus porcatus* Panz.)

Hmeljev rilčkar je poznan kot manj pomemben in zgolj občasen škodljivec hmelja. To je tipičen hrošč rilčkar s sivopikčastimi krili, ki je velik od 10 do 15 mm in je sive barve. Poznamo tudi lucerninega rilčkarja, vendar v naših hmeljiščih opažamo predvsem hmeljevega. Na hmelju se pojavi v mesecu maju, v poletnem času pa odlaga jajčeca na hmeljeve trte. Je nočni škodljivec, tako da ga čez dan na hmelju ne moremo opaziti. Tudi zaradi tega njegovo prisotnost izredno težko opazimo, saj hmelja opazno ne poškoduje. Ko se iz jajčec rilčkarja razvijejo ličinke, le-te izjedajo notranjost trt oz. podzemne dele rastlin (Čeh, B. in drugi 2012).

#### Drugi škodljivci hmelja (hmeljev stebelni zvrtač, sovke, strune, polži, voluharji)

Voluhar lahko veliko škodo povzroči predvsem v mlajših nasadih, kjer korenike hmelja še niso tako močne. Poškoduje jih do te mere, da se trta hmelja posuši in tako je potrebno dosajevanje. Korenine hmelja poškodujejo tudi ličinke strun, prav tako v mladih nasadih. Hmeljev stebelni zvrtač je metulj, katerega gosenice se prehranjujejo na poganjkih hmelja. V sredini meseca avgusta in meseca septembra se zadnje čase pojavljajo sovke (Čeh, B. in drugi 2012).

## **Pleveli**

V hmeljarstvu zatiranje plevelov temelji izključno na mehanskih postopkih. Ker je uporaba herbicidov prepovedana, so edini možni načini zatiranja plevelov kultiviranje in obsipavanje ter ročno odstranjevanje.

V preteklosti so pridelovalci plevela v nasadih odstranjevali predvsem mehanično. To se je spremenilo konec 50. let, ko so začeli uporabljati herbicide. Uporaba le-teh je bila takrat precej razširjena, vse do konca 80. let, ko so začeli nabor dovoljenih herbicidov precej ožiti. V zadnjih letih je v hmeljiščih prepovedana uporaba herbicidov, kar se kaže predvsem v slabo oskrbovanih hmeljiščih, kjer po mnenju pridelovalcev pleveli hmelju ne škodujejo (Simončič, A. 2019).

Pridelovalci so hmelju od nekdaj namenjali svoje najboljše njive, saj je za hmelj značilno, da potrebuje dobre rastne razmere. Dobro oskrbovana hmeljišča, ki so izdatno gnojena, omogočajo ugodne pogoje tudi za rast in razvoj drugih spremljajočih rastlinskih vrst, to je plevelov, ki jim tehnika pridelovanja hmelja omogoča dobro rast in razvoj. Plevela imenujemo predvsem rastline, ki škodljivo vplivajo na gojeno rastlino. O tem, ali je treba plevela zatirati, se odloča predvsem z vidika vpliva plevelov na gojeno rastlino. Med njih pa spadajo vse tiste

rastline, ki z gojenimi rastlinami tekmujejo za hranila, vodo, prostor in svetlobo (Simončič, A. 2019).

Pleveli negativno vplivajo na pridelavo hmelja predvsem zaradi tega, ker mu odvzemajo prostor, hranljive snovi in vodo, onemogočajo kakovostno oskrbo in obdelavo tal. Hkrati omogočajo razvoj nekaterih hmeljevih škodljivcev in ustvarjajo boljše razmere za razvoj in širjenje bolezni. Hmelj je precej specifična rastlina, saj spada med vzpenjavke in spada v skupino večletnih rastlin, za katere velja, da je pri njih prag škodljivosti precej višji kot pri enoletnih rastlinah (Simončič, A. 2019).

#### **2.4.2.1 Ukrepi za zatiranje škodljivih organizmov**

Pridelava hmelja je danes brez ukrepov varstva rastlin praktično nemogoča. Pri zatiranju povzročiteljev bolezni in škodljivcev si večinoma pomagamo z uporabo FFS, saj je to najbolj učinkovit ukrep zatiranja. Uporaba FFS na hmelju mora biti strokovno upravičena in pravilno izvedena, saj lahko nestrokovnost pri uporabi negativno vpliva na pridelek in povzroči onesnaževanje okolja. Zatiranje plevelov je mogoče le z uporabo mehanskih ukrepov, ki preprečijo preveliko razraščanost plevelov in s tem njihov negativni vpliv na rast hmelja.

#### **Zatiranje bolezni in škodljivcev**

Pri pridelavi hmelja uporabljamo akaricide, baktericide, fungicide in insekticide. Uporaba herbicidov je v hmeljarstvu prepovedana, uporabljajo se lahko le v izrednih primerih, samo na prvoletnih nasadih, ki se tisto leto ne obirajo. Nadzor nad FFS v hmeljarstvu je precej strog. Poleg inšpekcijskih pregledov vsako pošiljko hmelja, ki ga prodajo, kontrolira tudi kupec, in če v pošiljki odkrije sled uporabe nedovoljenih FFS, hmelja ne uporabi.

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS) vsako leto na podlagi razpoložljivih registriranih FFS pripravi seznam dovoljenih FFS, ki so registrirana v Sloveniji in imajo z zakonom določene mejne vrednosti ostankov FFS na hmelju za Evropo, ZDA in Japonsko. Med drugim so upoštevane tudi zahteve večjih slovenskih kupcev hmelja. Pri uporabi posameznega FFS je treba dosledno upoštevati navodila za uporabo, kjer so poleg odmerka in maksimalnega števila škropljenj letno navedeni tudi karenca ter varnostni pasovi od voda 1. in 2. reda (MKGP 2019).

Nanašanje FFS v hmeljiščih je med najzahtevnejšimi opravili v hmeljiščih, prav zaradi specifičnosti hmelja, to je njegove višine in načina pridelovanja. V zadnjem času veliko nezadovoljstva v javnosti povzroča prav nanašanje FFS v trajnih nasadih, kot so hmeljišča in sadovnjaki. Javnost skrbiti zanašanje FFS, vpliv FFS na okolje in zdravje ljudi ter pomori čebel. Zavedamo se, da je pri varstvu trajnih nasadov (vinogradi, sadovnjaki in hmeljišča) zanašanje FFS praviloma večje kot pri škropljenju ostalih rastlin. Pridelava hmelja se že dlje časa izvaja po principu integrirane pridelave, kar pomeni, da je uporaba FFS strokovno upravičena in strokovno pravilno izvedena. Vsak uporabnik oz. hmeljar mora opraviti tečaj pravilne uporabe FFS ter pridobiti potrdilo o znanju iz fitofarmacije. Za nanašanje FFS je ob tem potreben tudi tehnično brezhiben pršilnik (Leskošek, G. 2009).



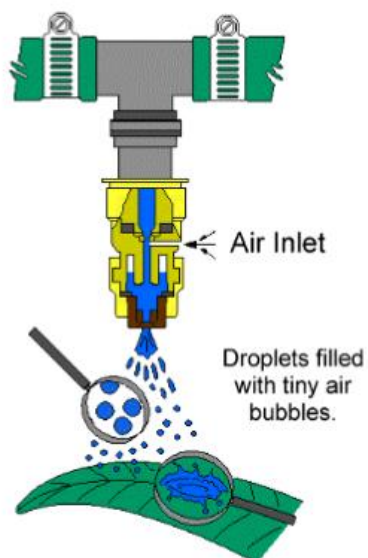


Slika 8: Traktor s pršilnikom v hmeljišču

foto: A. Lah, 2020

Zanašanje škropiv lahko zmanjšamo z izbiro pravih strojev in opreme. Driftu se ne moremo popolnoma izogniti, lahko pa ga bistveno omejimo, tudi z uporabo ustreznih šob. Zanašanju so najbolj podvržene male kapljice, saj so lažje in jih veter lažje raznaša. Male kapljice nastajajo pri delovanju vsake šobe, delež teh kapljic pa je odvisen od kakovosti šobe, obrabe in delovnega tlaka (Leskošek, G. 2009).

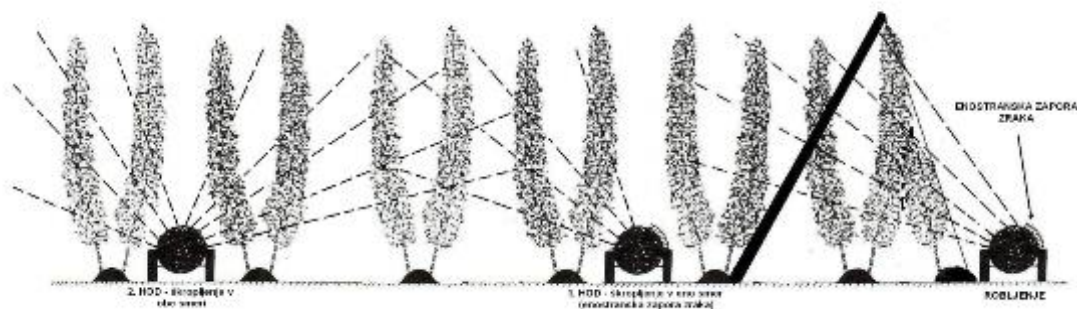
Pri nanašanju FFS je treba upoštevati načela dobre kmetijske prakse varstva rastlin. Škropiti je priporočljivo v zgodnjih jutranjih urah ali poznih večernih, saj je takrat večja relativna zračna vlaga ter so nižje temperature, kar zmanjša izhlapevanje FFS po aplikaciji. Treba je upoštevati tudi, da se aplikacija ne sme izvajati, če je hitrost vetra več kot 3 m/s. Pomembna je tudi smer pihanja vetra, turbulence in seveda možnost pojava padavin po končanem delu (Leskošek, G. 2009).



Slika 9: Prikaz delovanja antidriftnih šob

(Vir: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-MIWK7ZSF>)

Poleg uporabe antidriftnih šob lahko zanašanje zmanjšamo tudi s pravilno tehniko nanašanja FFS. Kadar hmeljišče meji na stanovanjski objekt ali katerokoli drugo funkcionalno zemljišče, se škropljenje opravlja vsako tretjo vrsto, na robovih hmeljišča pa se škropi le enostransko (Leskošek G. 2009).



Slika 10: Pravilna tehnika nanašanja FFS na robovih hmeljišč

(Vir: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-MIWK7ZSF>)

## Zatiranje plevelov

V preteklosti smo za zatiranje plevelov v hmeljiščih uporabljali herbicide, ki danes niso več dovoljeni za uporabo na hmelju, zato za preprečevanje zapleveljenosti izvajamo naslednje ukrepe, ki jih delimo na posredne in neposredne.

Posredni ukrepi za zatiranje plevelov:

- uporaba zrelega in pravilno oskrbovanega komposta,
- uporaba zrelega in pravilno skladiščenega gnoja,
- gnojevka ne sme vsebovati semena plevelov, saj seme v gnojevki ostane kaljivo,
- poleg pasov med vrstami hmelja je potrebno ustrezno odstranjevanje plevelov med sidri in na robovih hmeljišč, s čimer preprečujemo širjenje predvsem koreninskih plevelov v notranjost nasadov,
- dovolj gosta in pravočasna setev podorin preprečuje kalitev plevelnega semena in širjenje koreninskih plevelov (Čeh, B. in drugi 2012).

Neposredni ukrepi za preprečevanje zapleveljenosti:

- predpomladanska obdelava hmeljišč pred začetkom rastne dobe s klinastimi branami,
- pravilna in pravočasna uporaba orodij za obdelavo tal,
- vzdrževanje mrvičaste strukture tal sicer pripomore k bolj enakomerni kalitvi plevelnih semen, vendar po drugi strani omogoča lažjo uporabo kultivatorjev in osipavanje in s tem bolj učinkovito uničevanje plevelov,
- s tem, ko mulčimo pred cvetenjem plevelov, preprečimo možnost zastrupitve čebel v primeru paše na cvetočih plevelih,
- pravočasno osipavanje hmelja,
- z uporabo tekočih gnojil, kot so UAN in amonsulfat dovolj zgodaj, lahko uničimo precej enoletnih plevelov, druge pa oslabimo do te mere, da niso več konkurenčni hmelju in ne otežujejo obdelovanja tal (Čeh, B. in drugi 2012).

### 2.4.3 Obiranje in skladiščenje hmelja

Obiranje hmelja je poleg navijanja poganjkov najbolj obremenjujoče delo pri pridelavi. V 70. in 80. letih prejšnjega stoletja se je hmelj obiral ročno. Hmeljarji so za oporo hmelju uporabljali lesene palice, po katerih so se vzpenjale trte, s katerih so kasneje ročno pobirali storžke, palice pa so čez zimo shranili za naslednjo letino.

Danes se hmelj vzpenja po žičnicah, ki so sestavljene iz ravnih debel dreves, ki so vpeta v tla. Na vrhu debel so napeljane žice, ki povezujejo vsa debla na njivi in na katere se na začetku vsakega rastnega obdobja napelje vrvica, po kateri se kasneje vzpenjajo trte hmelja.

Savinjski Golding je sorta, ki dozori naprej in jo zato uvrščamo med zgodnje sorte. Obiramo ga med 10. in 20. avgustom, tehnološka zrelost pri tej sorti pa je najkrajša, torej ga je treba obrati v čim krajšem možnem času. Sorte Aurora, Bobek in Stryan Gold uvrščamo med srednje pozne, saj jih obiramo med 20. in 30. avgustom. Konec meseca septembra obiramo pozne sorte, kamor uvrščamo Celeio in Dano.

Obiranje hmelja lahko razdelimo na tri procese:

- spravilo pridelka na njivi,
- transport rastlin do obiralnega stroja,
- spravilo pridelka pri obiralnem stroju.

V današnjem času se izvaja predvsem strojno obiranje hmelja. Za to je potreben nameščen trgalnik, ki trto spodaj odreže in jo potegne na prikolico. Le-te so prilagojene tako, da se stranice lahko razširijo za lažje zlaganje hmelja in imajo pomično dno ter kolesa, prav tako pa so daljše. Pri strojnem obiranju hmelja se naenkrat obira samo ena vrsta vodil (Čeh, B. in drugi 2012).



Slika 11: Strojno obiranje hmelja

foto: A. Lah, 2020

Hmeljevina imenujemo zeleno maso, ki ostane po obiranju storžkov. Hmeljevina lahko ob nepravilnem ravnanju z njo predstavlja estetski in okoljski problem. Smrad nastane, ko se hmeljevina zaradi hitrega kopičenja v času obiranja ne more ustrezno razgraditi, drugi problem pa predstavljajo ostanki polipropilenske vrvice, ki se nahaja med zrezano hmeljevino. Ob vračanju na njive za potrebe gnojenja lahko ostanki vrvice predstavljajo problem pri obdelavi tal, skozi leta pa se tudi prekomerno kopičijo v tleh. Hmeljevina predstavlja bogat vir hranil, ki jih je smotno vrniti na hmeljišča, zato je treba polipropilensko vrvico v celoti odstraniti iz hmeljevine, kar se ponekod že izvaja, ali pa jo v celoti nadomestiti z biorazgradljivo vrvico (Čeh, B. in drugi 2012).

Polipropilenska vrvica predstavlja velik okoljski problem, zato so se na IHPS pridružili programu LIFE, v sklopu katerega po celotni Evropi izvajajo ukrepe na področju varstva okolja. Cilj projekta BioTHOP, katerega vodilni partner je IHPS, je zamenjava polipropilenske vrvice z vrvico, ki je izdelana iz polimlečne kisline (PLA). Takšna vrvica se pri kompostiranju razgradi na vodo, CO<sub>2</sub> in biomaso, prav tako pa je narejena iz obnovljivih materialov. Hmeljevino želijo

s tem spremeniti v primarno surovino, iz katere se izdelava kompost, ki predstavlja gnojilo. Uporaba hmeljevine bo zmanjšala tudi potrebo po nakupu mineralnih gnojil (Medmrežje 2).

## 2.5 ZAKONODAJA S PODROČJA PRIDELAVE HMELJA

Zakonodaja s področja pridelave hmelja je praviloma vezana na uporabo gnojil in FFS v hmelju. Obenem zakonodaja zajema tudi VVO, kjer so opredeljene omejitve dejavnosti na teh območjih. Inšpektorji na terenu redno odvzemajo vzorce hmeljevih storžkov, kjer preverjajo prisotnost nedovoljenih FFS in upoštevanje drugih določb iz zakonodaje.

### 2.5.1 Zakonodaja s področja gnojenja

Nitratna direktiva (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:31991L0676&from=SL>), ki govori o varovanju voda pred onesnaženjem z nitrati kmetijskega izvora, je bila sprejeta leta 1991 in od članic EU zahteva zmanjševanje onesnaževanja voda z nitrati iz kmetijstva. Direktiva od držav članic zahteva, da:

- opredelijo tista območja, ki so občutljiva za onesnaženje z nitrati,
- evidentirajo vode, ki so že onesnažene in ki bi lahko postale onesnažene z nitrati,
- vpeljejo operativne programe za zmanjšanje onesnaževanja z nitrati,
- vpeljejo programe, s pomočjo katerih bi spremljali učinkovitost operativnih programov za zmanjševanje onesnaževanja voda z nitrati.

V Sloveniji v skladu s to direktivo to področje ureja Uredba o varstvu voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov. Ta uredba določa mejne vrednosti letnega vnosa hranil v tla, ukrepe za zmanjševanje vnosa in podobno. Opredeljene so mejne vrednosti za vnos mineralnih in živinskih gnojil, časovne omejitve in prepovedi gnojenja z živinskimi gnojili oz. vnosa dušika.

Leta 2001 je bila celotna Slovenija označena za območje, ki je občutljivo za onesnaženje z nitrati, kar pomeni, da smo dolžni na celotnem območju izvajati zahteve nitratne direktive (Uredba o varstvu voda ... 2009).

Zakon o mineralnih gnojilih (Ur. l. RS, št. 29/06 in 90/12 – ZdZPVHVVR) ureja vse v zvezi s pristojnimi organi za kontroliranje mineralnih gnojil, način odvzema vzorca za analizo, ki jo zahteva nadzor, označevanje mineralnih gnojil, označevanje, kazni za prekrške ipd.

Zakon med drugim določa, da:

- Če je naknadno ugotovljeno, da je neko gnojilo nevarno za zdravje ljudi ali živali, lahko pristojni organ odredi prepoved uporabe in trgovanja s tem gnojilom;
- Kemijske analize, ki se opravljajo za potrebe inšpekcijskega nadzora, lahko izvaja samo laboratorij, ki je pooblaščen s strani ministra;
- Vsa mineralna gnojila, ki so v prometu na ozemlju Republike Slovenije, morajo zadostovati vsaj minimalnim standardom kakovosti in pri pravilni uporabi ne smejo ogroziti rodovitnosti tal, zdravja ljudi in živali ter okolja (Zakon o mineralnih gnojilih 2006).

## 2.5.2 Zakonodaja s področja FFS

Vsa zakonodaja, ki je v veljavi na območju Republike Slovenije, izhaja iz Direktive 2009/128/ES Evropskega parlamenta in Sveta (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0128&from=SL>), kjer so določeni okviri za ukrepe Skupnosti za doseganje trajne rabe pesticidov. S to direktivo se uvajajo enotna merila, ki bi pripomogla k zmanjševanju tveganj in vplivov uporabe pesticidov na okolje in zdravje ljudi. Zaradi tega se spodbuja uporaba integriranega varstva rastlin pred škodljivimi organizmi in alternativnih pristopov, torej nekemičnih alternativ FFS.

V Sloveniji je osnovni zakon, ki opredeljuje prodajo, uporabo in nadzor nad uporabo Zakon o FFS (Ur. l. RS, št. 83/12), ki med drugim določa, da:

- FFS je lahko v prometu le, če je registrirano in razvrščeno, pakirano ter označeno v skladu s predpisi;
- FFS se v prometu na drobno delijo na FFS, ki so dovoljena za poklicno rabo (prodaja le v specializiranih prodajalnah, pripravke lahko uporabljajo le usposobljene osebe z izkaznico o opravljenem usposabljanju za ravnanje s FFS) in FFS, ki so dovoljena za nepoklicno rabo (na voljo brez predložene izkaznice, prodaja v prodajalnah z neživilskim blagom);
- Vse nove naprave za nanašanje FFS morajo imeti priloženo ES izjavo o skladnosti naprave in navodila v slovenskem jeziku. V šestih mesecih od nakupa naprave je treba pridobiti potrdilo o ustreznosti naprav za nanašanje FFS in znak o pregledu. Pregled novih naprav se izvede enkrat na pet let, rabljene pa se pregledujejo na vsaka tri leta (Zakon o FFS 2012).

Na podlagi zakona o FFS vsa področja v povezavi s FFS podrobneje določajo in urejajo številni pravilniki, med katerimi so najpomembnejši:

**Pravilnik o pravilni uporabi fitofarmaceutskih sredstev (Ur. l. RS, št. 71/14 in 28/18)** določa, da mora vsak uporabnik pred uporabo FFS natančno prebrati in upoštevati etiketo ter navodilo za uporabo in pri uporabi FFS dosledno upoštevati vsa predpisana opozorila (npr. opozorila o varnostnih pasovih do voda, varstvu čebel in drugih neciljnih organizmov).

FFS se sme uporabljati le na rastlinah, v odmerkih oz. koncentracijah in v časovnih razmikih, kot je določeno na etiketi in v navodilu za uporabo.

Pripravljanje škropilne brozge, tretiranje s FFS in spiranje naprav za nanašanje FFS ni dovoljeno v neposredni bližini površinskih voda ali na površinah, kjer obstaja veliko tveganje za odtekanje FFS v površinske ali podzemne vode. Škropilno brozgo je treba polniti in mešati na mestih, kjer morebitno razlitje ne bi ogrozilo kvalitete podtalnice, površinskih voda, vodnjakov ali odtočnih kanalov. Odpadno embalažo, ki nastane po uporabi FFS, je treba odstranjevati v skladu z navodili proizvajalca.

FFS morajo biti shranjena v originalni embalaži, v pogojih, ki so navedeni v navodilih proizvajalca. Uporabnik lahko skladišči samo FFS, ki so dovoljena za uporabo v Republiki Sloveniji.

Tretiranje s FFS se mora izvajati na način, ki preprečuje zanašanje na sosednje gojene rastline ob upoštevanju vseh dejavnikov, ki vplivajo na zanašanje (npr. vrsta naprav za zanašanje FFS, veter, zračna vlaga). Pri tretiranju mora uporabnik skrbeti, da škropilna brozga ne pride v neposreden stik z vodami, prav tako mora upoštevati varnostne pasove in omejitve, določene s predpisi, ki urejajo vode. Uporabnik mora prav tako skrbeti, da zaradi uporabe FFS oz. zaradi zanašanja, spiranja ali odtekanja FFS ne pride v neposreden stik s človekom, objekti za skladiščenje in predelavo rastlin, objekti za rejo in oskrbo živali, čebelnjaki, stanovanjskimi stavbami, vrtci, šolami, otroškimi in športnimi igrišči, zdravstvenimi ustanovami, domovi upokojencev ali drugimi tovrstnimi objekti. Da se prepreči zanašanje, je treba naprave za nanašanje FFS uporabljati v ustrezni oddaljenosti od teh objektov (Pravilnik o pravilni uporabi FFS 2014).

**Pravilnik o usposabljanju o fitofarmaceutskih sredstvih (Ur. I. RS, št. 85/13)** določa pogoje, ki jih morajo v zvezi s FFS izpolnjevati izvajalci usposabljanja, predavatelji in programe usposabljanja o ravnanju s FFS ter tečajev o pravilni in varni uporabi FFS. Usposabljanje in tečaj morajo opraviti svetovalci o FFS, prodajalci in izvajalci ukrepov varstva rastlin. Po končanem usposabljanju in tečaju morajo opraviti pisni preizkus znanja, po uspešno opravljenem preizkusu pa dobijo izkaznico, s katero dokazujejo usposobljenost za pravilno in varno rabo FFS.

**Pravilnik o integriranem varstvu rastlin pred škodljivimi organizmi (Ur. I. RS, št. 43/14)** se upošteva tudi pri varstvu hmelja, kjer izvajamo integrirano varstvo rastlin, saj se tam uporabljajo vse razpoložljive metode varstva rastlin, ki preprečujejo razvoj škodljivcev. Ta način varstva rastlin zagovarja naravne mehanizme varstva rastlin pred škodljivci. Cilj pristopa je čim manjši vpliv na okolje in ljudi. Uporaba FFS mora biti ekonomsko in ekološko upravičena (Urek, G. in drugi 2013).

Najpomembnejša načela integriranega varstva rastlin:

- a) Preventivni ukrepi: ustrezen kolobar, ustrezno gnojenje, namakanje in izsuševanje, ustrezne tehnike zatiranja plevela, apnenje, uporaba certificiranih sadik, higienski ukrepi, pravilna izbira rastišča, vzgojne oblike, uporaba odpornih sort;
- b) Spremljanje škodljivih organizmov (monitoring): Pridelovalec mora redno spremljati in opazovati svoje poljščine in nasade, da dovolj zgodaj opazi indikacije bolezni ali prisotnosti škodljivcev in jih ob prisotnosti pravilno identificirati. Šele ob pojavu in ob opozorilih ter napovedih opazovalno-napovedovalne službe in ob upoštevanju vremenskih razmer se pridelovalec odloči, če, kdaj in kako bo ukrepal;
- c) Pri odločanju o ukrepih se mora upoštevati prag škodljivosti;
- d) Nekemične metode varstva rastlin imajo prednost pred kemičnimi;
- e) FFS morajo biti čim bolj specifična za ciljnega škodljivca;
- f) Pripravki FFS se uporabljajo samo takrat, ko odpovejo vsi drugi možni načini obvladovanja škodljivcev. Uporaba le v najnujnejšem obsegu;
- g) Ko je treba škodljivce zatirati večkrat v eni rastni dobi, pride do nevarnosti, da postanejo škodljivci odporni na določene FFS. Takrat se uporabi Antirezistentna strategija, ki temelji na uporabi FFS z različnimi načini delovanja;
- h) Opazovanje, spremljanje, evidentiranje in preverjanje učinkovitosti ukrepov varstva: zapisovanje podatkov o pojavi škodljivih organizmov, izvedenih ukrepov, uporabljenih pripravkih, učinkovitosti ukrepov ipd. (Urek, G. in drugi 2013).

Uporabnik mora redno pregledovati svoje nasade in posevke in na podlagi lastne presoje in znanja pravilno ukrepati ob pojavu bolezni ali škodljivcev. Znati mora izbrati pravilno metodo varstva rastlin, ki mora biti sestavljena iz optimalne kombinacije preventivnih ukrepov, metod varstva rastlin z nizkim tveganjem FFS za poklicno rabo in zagotavlja zdravo rast rastlin in obvladovanje škodljivih organizmov. Uporabnik mora upoštevati informacije o pravilnem nanašanju FFS, o najbolj primernem času za nanašanje in o pragu škodljivosti. Uporabljati mora pripravke, ki so najmanj škodljivi za neciljne organizme, okolje in ljudi ter so čim bolj učinkovita. Na kmetijskih površinah se mora redno izvajati kolobar in drugi preventivni ukrepi (Pravilnik o integriranem ... 2014)

Pri integriranem varstvu rastlin se lahko uporabljajo tudi druge metode varstva rastlin z nizkim tveganjem:

- mehansko ali fizikalno zatiranje plevela (strojno ali ročno),
- mehansko ali fizikalno odstranjevanje obolelih rastlin ali škodljivih organizmov,
- uporaba fitofarmaceutskih sredstev, ki so izdelana na podlagi snovi z nizkim tveganjem, mikroorganizmov, rastlinskih izvlečkov ali feromonov; vse te snovi morajo biti registrirane oz. na seznamu dovoljenih v skladu z zakonom, ki ureja to področje,
- uporaba koristnih organizmov za biotično varstvo rastlin, dovoljenih z zakonom, ki ureja zdravstveno varstvo rastlin,
- uporaba osnovnih snovi, za katere v skladu z zakonom, ki ureja fitofarmacevtska sredstva, ni treba pridobiti odločbe o registraciji ali dovoljenja (Pravilnik o integriranem ... 2014).

### **Zakonodaja na področju vodovarstvenih območij**

Zakonodajo, ki zajema vodovarstvena območja v Sloveniji, določa 13 uredb, ki določajo vodovarstvena območja za vodna telesa vodonosnikov v različnih delih države. V vsaki uredbi so določene omejitve in prepovedi na območju zajetih izvirov in črpalnih vrtin in v okolici.

Agencija Republike Slovenije za okolje izvaja imisijski monitoring voda v naravnem okolju na podlagi Zakona o varstvu okolja. Program spremljanja kakovosti voda je pripravljen v skladu z Uredbo o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) in pravilnikom o monitoringu podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 31/09), ki temeljita na Direktivi o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem (2006/118/ES).



### 3. MATERIALI IN METODE DE LA

Diplomsko delo sestavljata teoretični in empirični del. Metode dela so sledeče:

- študij domače in tuje literature,
- analiza opravljenih preiskav vpliva hmeljišč na okolje.

#### Študij domače in tuje literature

Teoretični del diplomske naloge obsega študij domače in tuje literature, pregled in zbiranje ter povzemanje v slovenskem oz. angleškem jeziku. Obravnavana literatura je dostopna v knjižni obliki (članki, knjige), preko spleta na spletnih straneh in lokalnih glasilih. Slikovni material, ki smo ga uporabili, smo pridobili s spleta.

#### Analiza raziskav pridelave hmelja

V empiričnem delu smo se posvetili analiziranju preiskav, ki so bile v preteklosti izvedene z namenom ugotavljanja vpliva pridelave hmelja na okolje. Zanimalo nas je, kako so bile preiskave izvedene, katere snovi so se preiskovale in kakšni so bili rezultati, s tem pa tudi možen vpliv na okolje. Osredotočili smo se na štiri raziskave, v nadaljevanju pa bomo predstavili glavne ugotovitve raziskav.

#### 3.1 Raziskave, ki so bile vključene v analizo stanja

##### **Raziskava št. 1: Preučevanje vpliva varstva hmelja pred boleznimi in škodljivci na ostanke fitofarmaceutskih sredstev v tleh in podzemni vodi v Sloveniji**

V okviru raziskave o vsebnosti hranil v Sloveniji so leta 2006 analizirali 2000 vzorcev po celi Sloveniji, 75 izmed teh vzorcev tal je bilo vzeti iz hmeljišč. Omenjeni vzorci so bili analizirani na vsebnost ostankov FFS. Naslednje leto so analizirali 84 iz nabora 2000 vzorcev, ki so bili odvzeti iz hmeljišč po Sloveniji. V omenjenih vzorcih so ugotavljali vsebnost težkih kovin, bakra in kadmija. V letu 2008 so analizirali 73 vzorcev tal hmeljišč iz nabora 2000 vzorcev, ugotavljali pa so ostanke FFS, težkih kovin, bakra in kadmija. Vzorci zemlje so bili iz hmeljišč odvzeti v treh letih (Simončič, A. in drugi 2009).

V raziskavo so bile vključene vse aktivne snovi, ki so dovoljene za uporabo na hmelju in velika večina aktivnih snovi, ki jih kmetijski pridelovalci uporabljajo za tretiranje ostalih gojenih rastlin oz. so jih uporabljali v preteklosti. Med težkimi kovinami je bil v raziskavo vključen kadmij, ki se v tla vnaša predvsem z mineralnimi gnojili in pa baker, ki se kot FFS uporablja za zatiranje bolezni in hmeljeve peronospore (Simončič, A. in drugi 2009)

##### **Raziskava št. 2: Preiskave vplivov hmeljišč na bivalno okolje na območju Radelj ob Dravi**

Občina Radlje ob Dravi je leta 2008 naročila preiskave vplivov hmeljišč in drugih kmetijskih površin na okolje in prebivalce. Izvajalec je bil Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, ki je

načrtoval izvedbo celovite preiskave v dveh letih. Program za leto 2008 je predvideval odvzem in analizo tal in pa prvo serijo odvzema vzorcev zraka (aerosola) (Preiskave vplivov ... 2008).

Vsa mesta vzorčenj tal so bila določena in razporejena vzdolž stične črte hmeljišč in naselja Radelj ob Dravi. Vzorci T1, T2, T3, T4 in T5 so bili odvzeti na robu kmetijskih zemljišč (ob hmeljiščih), medtem ko sta bila vzorca aerosola T3B in T4B odvzeta na meji poselitvenega območja (sosednja zemljišča).

Za odvzem vzorcev je bila uporabljena linijska shema vzorčenja, na območju vsakega mesta vzorčenja je bil odvzet sestavljen vzorec tal (med 25 in 50 podvzorcev, odvisno od homogenosti tal). Vsi vzorci so bili odvzeti 8–10 ur po tretiranju (Preiskave vplivov ... 2008).

Vzorci zraka oz. aerosola so bili odvzeti na mestih vzorčenja:

- T0, vzorec naravnega ozadja, oddaljen okoli 600 m od hmeljišča, pred stanovanjsko hišo na naslovu Pod perkolco 19, 2360 Radlje ob Dravi;
- T3/B, vzorec pri stanovanjskem objektu neposredno ob hmeljišču, oddaljen okoli 18 m od hmeljišča, pred stanovanjsko hišo na naslovu Hmelina 13a, 2360 Radlje ob Dravi;
- T4/B, vzorec pri stanovanjskem objektu neposredno ob hmeljišču, oddaljen okoli 18 m od hmeljišča, pred stanovanjsko hišo na naslovu Hmelina 28, 2360 Radlje ob Dravi.

Na vsakem mestu vzorčenja sta bila sočasno odvzeta dva vzorca zraka z dvojnimi vzorčevalnim sistemom. Tretiranje in priprava sta bila izvedena po navodilih IHPS. Pri tretiranju sta bila uporabljena dva pripravka, ki sta bila izbrana glede na razmere v hmeljišču, in sicer:

- Delan 700 WG z aktivno snovjo ditianon (pripravek je leta 2015 izgubil registracijo za uporabo na hmelju; po letu 2017 uporaba na hmelju ni več dovoljena),
- Nissorun 10 WP z aktivno snovjo heksitiazoks.

### **Raziskava št. 3: Vzorčenje in analiza tal in kmetijskih pridelkov v okolici hmeljišč v Mestni občini Slovenj Gradec**

V letu 2018 je Mestna občina Slovenj Gradec naročila vzorčenje in analizo tal ter kmetijskih pridelkov, da bi se preveril morebiten negativni vpliv hmeljišč na okolje in prebivalce. Izvajalec je bil Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (v nadaljevanju NLZOH). Izvedli so vzorčenje tal ob hmeljiščih in odvzeli vzorce zelenjave in sadja, v vzorcih pa so iskali ostanke pesticidov. Odvzeli so tudi vzorec tal in list iz hmeljišča, kjer so preverjali ostanke pesticidov, ki v Sloveniji niso dovoljeni za uporabo na hmelju.

Vsi vzorci pridelkov so bili odvzeti v neposredni bližini hmeljišč. Analize so se izvajale na naslednjih pridelkih:

- grozdje,
- vrtna zelenjava in izdelki iz vrtno zelenjave,
- jabolka,
- slive in podobno,
- blitva in podobno,
- paradižnik in podobno,

- sladka paprika in podobno,
- rastline – zeleni deli rastlin (hmelj).

Preiskanih je bilo pet lokacij v okolici različnih hmeljišč, preverjali pa so se morebitni ostanki FFS v tleh. Na vseh površinah, kjer so bili odvzeti vzorci, so bila tla ravna in suha. Odvzet je bil tudi vzorec tal iz hmeljišča, kjer so se preverjali ostanki FFS, ki niso na seznamu dovoljenih za uporabo na hmelju v Sloveniji.

Vzorci so bili odvzeti na naslednjih mestih:

- športno igrišče pri osnovni šoli v Šmartnem pri Slovenj Gradcu,
- zelenjavni vrt (Ronkova 44, Slovenj Gradec),
- igrišče ob vrtcu na Maistrovi (Maistrova ulica 2a, Slovenj Gradec),
- zelenica med sadnim drevjem in vinsko trto (Podgorje 3, Slovenj Gradec),
- hmeljišče (GERK: 882100).

#### **Raziskava št. 4: Vzorčenje in analiza tal, zraka in kmetijskih pridelkov v okolici hmeljišč v Mestni občini Slovenj Gradec**

S strani NLZOH so bili 5. 8. 2019 in 7. 8. 2019 odvzeti vzorci trave in solate z namenom določanja ostankov FFS v pridelkih.

5. 8. 2019 so bili odvzeti naslednji vzorci solate:

- solata (vrt na naslovu Podgorje 64e) – neoprana solata,
- solata (vrt na naslovu Pameče 136) – neoprana solata,
- solata (vrt na naslovu Ozare 20) – oprana in neoprana solata.

7. 8. 2019 sta bila odvzeta vzorca:

- solata (vrt na naslovu Šmartno 21) – oprana in neoprana solata,
- trava (travnik v okolici Šmartna 21) – oprana in neoprana trava.

Vzorčenje je bilo izvedeno v skladu z Uredbo o metodah vzorčenja proizvodov in izvajanju uredbe (ES) o mejnih vrednostih ostankov pesticidov v ali na hrani in krmi rastlinskega in živalskega izvora (Ur. l. RS št. 31/2017).

S strani NLZOH se je 7. 8. 2019 izvajalo vzorčenje in analiza vsebnosti pesticidov v času škropljenja hmelja. Vzorčenje je potekalo 20 m od stanovanjske stavbe na naslovu Šmartno pri Slovenj Gradcu 21. Od hmeljišča je bilo merilno mesto oddaljeno 8 m. 7. 8. 2019 zjutraj sta bila odvzeta dva vzorca, ki sta bila kasneje analizirana. Prvi na aluminij, nato še na foteil-Al.

Vzorci tal, ki so se analizirali, so bili odvzeti na naslednjih površinah:

- vzorec tal (kontrolna točka) – odvzet na vrtu pri stanovanjski hiši na naslovu Ozare 20, Slovenj Gradec,
- vzorec tal (kontrolna točka) – odvzet na vrtu pri stanovanjski hiši na naslovu Pameče 136, Slovenj Gradec,
- vzorec tal – odvzet na vrtu pri stanovanjski hiši na naslovu Podgorje 64e, Slovenj Gradec,
- vzorec tal – odvzet na vrtu pri stanovanjski hiši na naslovu Šmartno 21, Slovenj Gradec,

- vzorec tal – odvzet na travnati površini ob hmeljišču na naslovu Šmartno 21, Slovenj Gradec.

Odvzeta sta bila tudi dva vzorca škropilne brozge iz škropilnic pred tretiranjem. Prvi je bil odvzet 5. 8. 2019 na naslovu hmeljarja (Podgorje 138, Podgorje pri Slovenj Gradcu), drugi pa 7. 8. 2019 na naslovu hmeljarja (Turiška vas 1, Šmartno pri Slovenj Gradcu).

## 4. REZULTATI Z RAZPRAVO

Na začetku 70. let so v javnost prišla prva odmevnejša opozorila o negativnem vplivu FFS na organizme v okolju. Takrat so se začele izvajati raziskave, s katerimi v hmeljarstvu spremljamo ostanke FFS v tleh in hmeljnih storžkih. V preteklosti je bilo opravljenih več raziskav (Maček in sod. 1976, 1981, 1989 in Maček 1992), kjer so se obravnavali ostanki FFS v tleh in storžkih, vključno z bakrom. Raziskave so pokazale predvsem povišane vrednosti bakra, med FFS pa so bili najbolj pogosto najdeni ostanki DDT ter njegovi metaboliti.

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati novejših raziskav na območju Slovenije, s pomočjo katerih je mogoče ugotoviti napredek na področju uporabe FFS v hmeljarstvu.

### Raziskava št. 1: Preučevanje vpliva varstva hmelja pred boleznimi in škodljivci na ostanke fitofarmaceutskih sredstev v tleh in podzemni vodi v Sloveniji

V letu 2006 v nobenem od 15 vzorcev ni bilo ugotovljenih preučevanih aktivnih snovi.

Preglednica 4: Rezultati analize ostankov FFS vzorcev iz hmeljišč v Sloveniji v letu 2007

	Ugotovljene snovi v vzorcih				
	GC-MS				LC-MS/MS
	brompropilat	DDT	pendimetalin	terbutilazin	fenpiroksimat
LoD (mg/kg)	0,01	0,05	0,01	0,01	0,03
Oznaka vzorca	<b>koncentracija (mg/kg)</b>				
07-4689-zemlja	-	0,06	-	-	-
07-5123-zemlja	-	-	-	-	0,07
07-5124-zemlja	0,01	-	-	-	-
07-5158-zemlja	-	-	0,01	-	-
07-5191-zemlja	-	-	-	0,01	-
07-6610-zemlja	-	-	0,02	-	-

(Vir: Simončič, A. in drugi, 2009)

V letu 2007 so bili ugotovljeni ostanki FFS v šestih izmed 84 vzorcev tal, kar znaša 7 % vzorcev (Preglednica 4). Eden izmed teh vzorcev je vseboval ostanke DDT nekoliko nad mejo detekcije, kar je posledica uporabe iz preteklosti. V dveh vzorcih so bili ugotovljeni ostanki akaricidov, ki se uporabljajo za zatiranje hmeljeve pršice, pri treh vzorcih pa so bili ugotovljeni ostanki herbicidov, ki pa v hmeljiščih že vrsto let nimajo dovoljenja za uporabo (Simončič, A. in drugi 2009).

Preglednica 5: Rezultati analize ostankov FFS v 73 vzorcih tal v hmeljiščih v Sloveniji v letu 2008

	Ugotovljene snovi v vzorcih				
	GC-MS			LC-MS/MS	
	DDT	terbutilazin	metolaklor	heksitiazoks	fenpiroksimat
LoD (mg/kg)	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001
Oznaka vzorca	<b>koncentracija (mg/kg)</b>				
08-4865-zemlja	-	-	-	0,002	-
08-4867-zemlja	-	-	-	-	0,002
08-4868-zemlja	0,007	-	-	-	-
08-4869-zemlja	0,131	-	-	-	-
08-4875-zemlja	0,020	0,003	0,008	-	-
08-4901-zemlja	-	0,002	0,001	-	-
08-4902-zemlja	-	-	-	-	0,001
08-4905-zemlja	-	-	-	0,003	-
08-4906-zemlja	0,007	-	-	0,004	-
08-4911-zemlja	0,006	-	-	-	-
08-4923-zemlja	0,006	-	-	-	-
08-4927-zemlja	-	-	-	0,001	-
08-4943-zemlja	0,078	-	-	-	-
08-4944-zemlja	0,044	-	-	-	-
08-4946-zemlja	-	-	-	0,001	-
08-4950-zemlja	-	0,002	-	-	-
08-4967-zemlja	0,007	-	-	-	-
08-4969-zemlja	0,006	-	-	-	-
08-4970-zemlja	0,005	-	-	-	-

08-5036-zemlja	0,014	-	-	-	-
08-5046-zemlja	0,023	-	-	-	-

(Vir: Simončič, A. in drugi, 2009)

V letu 2008 so bili za razliko od leta 2007 v 28,8 % vzorcev ugotovljeni ostanki FFS (Preglednica 5), torej v 21 od 73 talnih vzorcev. V 13 vzorcih (17,8 %) so bili ugotovljeni ostanki DDT in v 10 vzorcih ostanki drugih FFS. Med vzorci, ki so vsebovali DDT, jih je osem vsebovalo DDT blizu meje detekcije, medtem ko je pet vzorcev še vedno vsebovalo visoke vrednosti DDT glede na raziskave v preteklosti (Maček 1992, Maček in sod. 1989, Maček in Krašnja 1981). Mejna vrednost za DDT znaša 0,1 mg/kg suhe snovi (Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisjskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, Ur. l. RS, št. 68/1996), kar pomeni, da je bila zgolj v enem primeru ta vrednost presežena. Ostali FFS, ki so bili ugotovljeni v vzorcih, so bili predvsem akaricidi, s katerimi se zatira hmeljeva pršica. Ker je ta škodljivec v času pred obiranjem hmelja najpomembnejši škodljivi organizem, poleg tega pa imajo akaricidi dolgo karenci (28 dni ali več), se obiranje hmelja pogosto prilagaja prav karenci. V tem letu pa so bili pri treh vzorcih ugotovljeni ostanki herbicidov, ki se v hmeljarstvu ne smejo uporabljati (Simončič, A. in drugi 2009).

Preglednica 6: Rezultati analize ostankov FFS v vzorcih tal v hmeljiščih v Sloveniji v letih med 2006 in 2008

Leto vzorčenja	Skupno število vzorcev	Št. vzorcev pod LOD	% vzorcev pod LOD	Št. vz. nad ali enako LOD	% vz. nad ali enako LOD
2006	15	15	100	0	100
2007	84	78	92,9	6	7,1
2008	73	52	71,2	21	28,8

(Vir: Simončič, A. in drugi, 2009)

V Preglednici 7 in Preglednici 8 so prikazani rezultati analiz bakra in kadmija v vzorcih tal iz hmeljišč v letih 2007 in 2008.

Preglednica 7: Rezultati analize ostankov bakra v vzorcih tal v hmeljiščih v Sloveniji v letih 2007 in 2008 v primerjavi z letom 1975

Leto vzorčenja	Skupno število vzorcev	Povprečna vrednost v mg/kg	Najvišja vrednost v mg/kg	Najmanjša vrednost v mg/kg	Skupno število vzorcev nad mejno in opozorilno vrednostjo
1975 – savinjska	51	30,3	80,0	5,6	4/0
1975 – ostala obm.	28	21,4	108	4,5	1/1
2007	84	77,1	177,0	24,6	62*/14"

2008	73	77,1	139,8	20,6	52/17
------	----	------	-------	------	-------

\* Mejna vrednost za baker po Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/1996) je 60 mg/kg suhe snovi.

" Opozorilna vrednost po Uredbi je 100 mg/kg suhe snovi.

(Vir: Simončič, A. in drugi, 2009)

Iz Preglednice 7 je razvidno, da je bila v vzorcih, ki so bili odvzeti v letih 2007 in 2008, povprečna vrednost bakra 77,1 mg/kg, kar je več kot znaša mejna vrednost, predpisana v Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/1996), ki je 60 mg/kg suhe snovi. V kar 14 vzorcih, odvzetih v letu 2007 in 17 vzorcih iz leta 2008 je bilo ugotovljeno kopičenje bakra, saj so vrednosti višje od opozorilne vrednosti, ki znaša 100 mg/kg tal. Zanimivo je predvsem to, da so bili v raziskavi leta 1975 le štirje vzorci v Savinjski dolini, ki so vsebovali 60 ali več mg bakra/kg tal in samo en vzorec izven Savinjske doline, le en vzorec v tem letu pa je presegal opozorilno vrednost (Simončič, A. in drugi 2009).

Preglednica 8: Rezultati analize ostankov kadmija v vzorcih tal v hmeljiščih v Sloveniji v letih 2007 in 2008

Leto vzorčenja	Skupno število vzorcev	Povprečna vrednost v mg/kg	Najvišja vrednost v mg/kg	Najmanjša vrednost v mg/kg	Skupno število vzorcev nad mejno in opozorilno vrednostjo
2007	84	0,73	2,71	0,20	4*/1"
2008	73	0,86	1,99	0,19	25/0

\* Mejna vrednost za kadmij po Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/1996) je 1 mg/kg suhe snovi.

" Opozorilna vrednost po Uredbi je 2 mg/kg suhe snovi.

(Vir: Simončič, A. in drugi, 2009)

Iz Preglednice 8 je razvidno, da so vrednosti kadmija prav tako visoke glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, vendar je bil v primerjavi z vsebnostjo bakra delež vzorcev, ki presegajo mejno vrednost 1 mg/kg suhe snovi precej manjši (manj kot 5 % v letu 2007 ter 34 % v letu 2008). V zgolj enem primeru v dveletni raziskavi je bila ugotovljena vrednost, ki je presegala opozorilno vrednost, ki znaša 2 mg kadmija/kg suhe snovi (Simončič, A. in drugi 2009).

## Raziskava št. 2: Preiskave vplivov hmeljišč na bivalno okolje na območju Radelj ob Dravi

V Preglednici 9 so za baker in cink navedene imisijske vrednosti iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh. Za mangan so navedene značilne vsebnosti v neobremenjenih tleh, ki so zelo spremenljive in so odvisne od sestave geoloških podlag. Za peščena tla so značilne vsebnosti mangana 1100 mg/kg (Preiskave vplivov ... 2008).

Preglednica 9: Rezultati preiskave tal na območju Radelj ob Dravi v letu 2008

Vzorec	Lab.št.	pH	Skupni organski ogljik - TOC	Baker	Cink	Mangan	Heksitiazoks	Ditianon	Iznad 2,0 mm	2,0 do 0,2 mm	0,2 do 0,05 mm	0,05 do 0,002 mm	Izpod 0,002 mm
				% s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg	mg/kg	%	%	%	%
Mejna imisijska vrednost <sup>1)</sup>				60	200	20-3000							
Opozorilna imisijska vrednost <sup>1)</sup>				100	300								
Kritična imisijska vrednost <sup>1)</sup>				300	720								
TLA T1	08/07715	7,3	2,3	120	100	1100	<0,001	[0,005]	0,00	17,98	37,73	31,99	12,30
TLA T2	08/07716	7,3	3	250	130	1100	[0,0005]	[0,005]	0,00	21,72	38,59	28,81	10,88
TLA T3	08/07717	7,1	2,2	71	370	1100	[0,0005]	[0,005]	0,96	30,62	41,14	19,01	9,23
TLA T3B	08/07718	7,4	2,8	47	120	1200	[0,0005]	[0,005]	1,19	29,11	37,85	22,90	10,14
TLA T4	08/07719	7,5	3,2	96	140	1300	[0,0005]	[0,005]	0,00	27,48	37,42	23,50	11,60
TLA T4B	08/07720	7,5	2,4	50	120	1200	[0,0005]	[0,005]	0,00	28,89	36,83	22,97	11,31
TLA T5	08/07721	7,4	2,8				[0,0005]	[0,005]	0,89	24,40	34,93	26,76	13,91

Vir: (Preiskave vplivov ..., 2008)

Izmerjene vsebnosti mangana so na koncentracijskem nivoju naravnih, peščenih tal. Vsebnosti bakra so povišane na mestih vzorčenja T1 in T2, kjer presegajo opozorilno imisijsko vrednost 100 mg/kg. Tudi mesti vzorčenja T3 in T4 se približujeta tej vsebnosti. Vsebnosti bakra v tleh na mestih vzorčenja T3B in T4B so v povprečju 40–50 % nižje v primerjavi z vrednostmi na mestih vzorčenja T3 in T4. Iz navedenega se ocenjuje, da so tla vzdolž zunanje meje hmeljišč obremenjena z bakrom, na bolj oddaljenih lokacijah mest vzorčenja T3B in T4B pa teh obremenitev ni več moč zaslediti. Za cink ni bilo najdenih obremenitev, izjema je le mesto vzorčenja T3, na katerem so ugotovljene vsebnosti cinka, ki presegajo imisijsko opozorilno vrednost.

V okviru preiskav, ki so bile opravljene v Radljah ob Dravi, so v času škropljenja odvzeli tudi šest vzorcev zraka, v katerih so preverjali prisotnost snovi, ki se uporabljajo pri škropljenju.



Preglednica 10: Rezultati preiskave zraka oz aerosola na območju Radelj ob Dravi v letu 2008

Vzorec	Datum odvzema	Lab.št.	Količina vzorca zraka	Heksitiazoks	Ditianon
			(m <sup>3</sup> n)		
T0/1	17.7.08	08/07805	3,11	[0,03]	[0,03]
T3B/1	17.7.08	08/07806	2,395	[0,03]	[0,03]
T4B/1	17.7.08	08/07807	3,645	[0,03]	[0,03]
T0/2	17.7.08	08/07808	0,641	[0,05]	[0,05]
T3B/2	17.7.08	08/07809	0,588	[0,05]	[0,05]
T4B/2	17.7.08	08/07810	0,555	[0,05]	[0,05]

Vir: (Preiskave vplivov ..., 2008)

Iz Preglednice 10 je razvidno, da v nobenem od preiskovanih vzorcev aerosola ni bila ugotovljena prisotnost pesticidov, ki so bili uporabljeni pri tretiranju.

### Raziskava št. 3: Vzorčenje in analiza tal in kmetijskih pridelkov v okolici hmeljišč v Mestni občini Slovenj Gradec

V vseh vzorcih sadja in zelenjave je bila dokazana vsebnost bakra nad mejo določanja uporabne analize metode. Vsebnosti bakra, ki so bile dokazane na pridelkih, so na koncentracijskih nivojih naravnih vsebnosti bakra v posameznih skupinah živil, manjše odstopanje se je pojavilo le pri jabolkih.

V dveh odvzetih vzorcih je bil dodatno dokazan tudi mandipropamid, ki se v hmeljarstvu uporablja za zatiranje hmeljeve peronospor in je aktivna snov v pripravku Revus (fungicid) ter je na seznamu dovoljenih FFS za uporabo na hmelju. Vsebnosti bakra in mandipropamida v odvzetih vzorcih so bile sicer nižje od mejnih vrednosti, ki so opredeljene v Uredbi o mejnih vrednostih ostankov pesticidov, v ali na hrani in krmi rastlinskega in živalskega izvora (Poročilo izvedenega monitoringa ... 2018).

V vzorcu, ki je bil odvzet v hmeljišču, so bili ugotovljeni ostanki naslednjih FFS: metrafenon (a. s. v fungicidu Vivando, ki se uporablja za zatiranje hmeljeve pepelovke), miklobutalin (a. s. v fungicidu Systhane 20 EW, ki se uporablja za zatiranje hmeljeve pepelovke), mandipropamid (a. s. v fungicidu Revus, ki se uporablja za zatiranje hmeljeve peronospor) ter baker. Vsi najdeni pripravki oz. aktivne snovi so na seznamu dovoljenih FFS za uporabo na hmelju v Sloveniji (Poročilo izvedenega monitoringa ... 2018).

V vzorcih, ki sta bila odvzeta na dveh vrtovih v bližini hmeljišč, ni bilo ugotovljenih ostankov FFS. Zaznan je bil baker, ki pa ne izvira izključno iz uporabe FFS v kmetijstvu, ampak je v tleh prisoten tudi naravno. Izmerjene vsebnosti bakra ne presegajo imisijske mejne vrednosti (60

mg/kg s.s.) iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, in se lahko prepisujejo naravnim vsebnostim bakra v tleh (Poročilo izvedenega monitoringa ... 2018).

V vzorcu, ki je bil odvzet na športnem igrišču ob osnovni šoli v Šmartnem pri Slovenj Gradcu, niso bili zaznani ostanki pesticidov, koncentracija bakra pa je znašala 34 mg/kg s.s. in je najverjetneje posledica naravnih vsebnosti bakra v tleh ter ne presega imisijskih mejnih vrednosti (60 mg/kg s.s.) iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Poročilo izvedenega monitoringa ... 2018).

V vzorcu, ki je bil odvzet na igrišču ob vrtcu (Maistrova 2a) ni bilo ugotovljenih ostankov pesticidov, koncentracija bakra pa je presegla imisijsko mejno vrednost (60 mg/kg s.s.), ki je določena v Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/1996 in 41/2004), saj je bilo v vzorcu najdenih 69 mg/kg s.s. Po mnenju NLZOH je presežena vrednost posledica prisotnosti bakra v zemljini, ki je bila tja navožena v času urejanja igrišča in ni posledica škropljenja. Kljub povečani vrednosti pa le-ta še vedno ne presega imisijske opozorilne vrednosti (100 mg/kg s.s.). V primeru, da bi bila presežena ta vrednost, bi v skladu z Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh to pomenilo verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje (Poročilo izvedenega monitoringa ... 2018).

NLZOH pa v poročilu navaja tudi, da je v primeru bakra na vrednosti odločilno vplivala naravna vsebnost bakra v tleh in da je doprinos škropljenja zato težko določiti.

#### **Raziskava št. 4: Vzorčenje in analiza tal, zraka in kmetijskih pridelkov v okolici hmeljišč v Mestni občini Slovenj Gradec**

V vseh vzorcih solate in trave je bila dokazana vsebnost bakra nad mejo določanja uporabljene analizne metode. Dokazane vsebnosti bakra v vzorcih solate (vsebnosti v vseh vzorcih so < 1 mg/kg) in trave (najvišja vsebnost je 3,1 mg/kg) so bistveno nižje od mejne vrednosti za bakrove spojine za solato (100 mg/kg) iz Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta (ES) št. 396/2005 z dne 23. 5. 2005 o mejnih vrednostih ostankov pesticidov v ali na hrani in krmi rastlinskega in živalskega izvora ter o spremembi Direktive Sveta 91/414/EGS (Ur. l. EU št. L70 s spremembami). V vzorcih odvzete solate in trave so dokazane vsebnosti bakra, ki je v tleh prisoten tudi naravno. Vsebnosti bakra na vzorcih solate so na koncentracijskem nivoju naravnih vsebnosti bakra oz. so zelo majhna odstopanja (Objava ugotovitev monitoringa vplivov ... 2019).

Vsebnosti ostankov FFS (razen bakra) v vzorcih solate in trave (z izjemo vzorca solate, odvzete na njivi na naslovu Podgorje 64e) ni bilo dokazanih nad mejo določanja uporabljenih analiznih metod.

Vzorec solate, ki je bil odvzet na naslovu Podgorje 64e, je vseboval snov permetrin, vsebnost je presegala mejo določanja uporabljene analizne metode. Dokazane vsebnosti permetrina presegajo mejno vrednost za permetrin za solato (0,05 mg/kg) iz Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta (ES) št. 396/2005 z dne 23. 2. 2005 o mejnih vrednostih ostankov pesticidov v ali na hrani in krmi rastlinskega in živalskega izvora ter o spremembi Direktive Sveta 91/414/EGS (Ur. l. EU št. L70 s spremembami). FFS, ki vsebujejo omenjeno aktivno snov, v RS niso registrirana. V pripravku, ki je bil uporabljen za škropljenje hmeljišča isti dan

(in je bil s strani NLZOH vzorčen in analiziran), permetrin prav tako ni bil dokazan. Se pa omenjena aktivna snov uporablja v biocidnih pripravkih (npr. Biokill) in bi v tem primeru lahko bil posledica morebitne nedovoljene uporabe biocidnih pripravkov na solati (Objava ugotovitev monitoringa vplivov ... 2019).

Preglednica 11: Rezultati vzorčenja za vsebnost aluminija na merilnem mestu v Šmartnem pri Slovenj Gradcu leta 2019

Vzorec št.	Čas vzorčenja (min)	Prečrpan volumen (m <sup>3</sup> )	Vsebnost Al (µg/vzorec)	Koncentracija Al (µg/m <sup>3</sup> )
1	92 (05:11-06:43)	44,575	50	0,90
2	108 (6:43-8:31)	52,713	53	1,01

(Vir: Objava ugotovitev monitoringa vplivov ..., 2019)

Rezultati kažejo, da sta bili koncentraciji v obeh vzorcih skoraj enaki, v drugem vzorcu je bila izmerjena celo nekoliko višja koncentracija. Glede na to je mogoče sklepati, da aluminij v zraku sploh ni bil posledica škropljenja in je bilo merjeno ozadje. Dnevno se po več merilnih postajah po Sloveniji (Ljubljana, Maribor, Celje, Iskrba, Žerjav) merijo ravni težkih kovin v delcih PM10. Za leto 2018 (<http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/>) podatki kažejo, da se dnevne koncentracije aluminija v poletnih mesecih v delcih PM10 približajo 1 µg/m<sup>3</sup> in dosega največ 1,19 µg/m<sup>3</sup>. Ti rezultati so primerljivi z zgoraj navedenima koncentracijama, izmerjenima ob hmeljišču, ne glede na dejstvo, da je bila pri vzorčenju uporabljena vzorčevalna glava za skupne lebdeče delce, ki pokaže višje izmerjene vrednosti, kot če bi bila uporabljena glava za delce PM10 (Objava ugotovitev monitoringa vplivov ... 2019).

Preglednica 12: Rezultati vzorčenja zraka na Al-fosetil na merilnem mestu v Šmartnem pri Slovenj Gradcu leta 2019

Vzorec št.	Čas vzorčenja (min)	Prečrpan volumen (m <sup>3</sup> )	Vsebnost Al-fosetil (ng/vzorec)	Koncentracija Al-fosetil (ng/m <sup>3</sup> )
1	92 (5:11-6:43)	44,575	19,9	0,45
2	108 (6:43-8:31)	52,713	1,92	0,036

(Vir: Objava ugotovitev monitoringa vplivov ..., 2019)

Rezultati analize, s katero so se preverjali ostanki Al-fosetila v zraku, kažejo, da je bila koncentracija tega FFS v času škropljenja za več kot 10-krat višja kot v času, ko se škropljenje ni več izvajalo. Obe vrednosti pa sta bili na spodnji meji določanja izbrane analitske metode.

V vzorcih, ki so bili 5. 8. 2019 odvzeti na naslovu Podgorje 64e in na kontrolnih točkah Ozare 20 in Pameče 136, ni bilo ugotovljenih ostankov pesticidov, je pa bil zaznan baker. Višja koncentracija bakra je bila ugotovljena v tleh na kontrolnih točkah in nižja koncentracija bakra v tleh na naslovu Podgorje 64e. Izmerjene koncentracije bakra se pripisujejo naravnim vsebnostim bakra v tleh in ne presegajo imisijske mejne vrednosti (60 mg/kg s.s.) iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/1996 in 41/2004) (Objava ugotovitev monitoringa vplivov ... 2019).

7. 8. 2019 sta bila vzorca odvzeta na naslovu Šmartno 21, in sicer eden na vrtu, drugi pa na travnati površini.

V vzorcu tal, ki je bil odvzet na naslovu Šmartno 21a, ni bilo ugotovljenih ostankov pesticidov in aktivne snovi Al-fosetil. Zaznan je bil baker, ki pa je, kot že večkrat omenjeno, v tleh prisoten

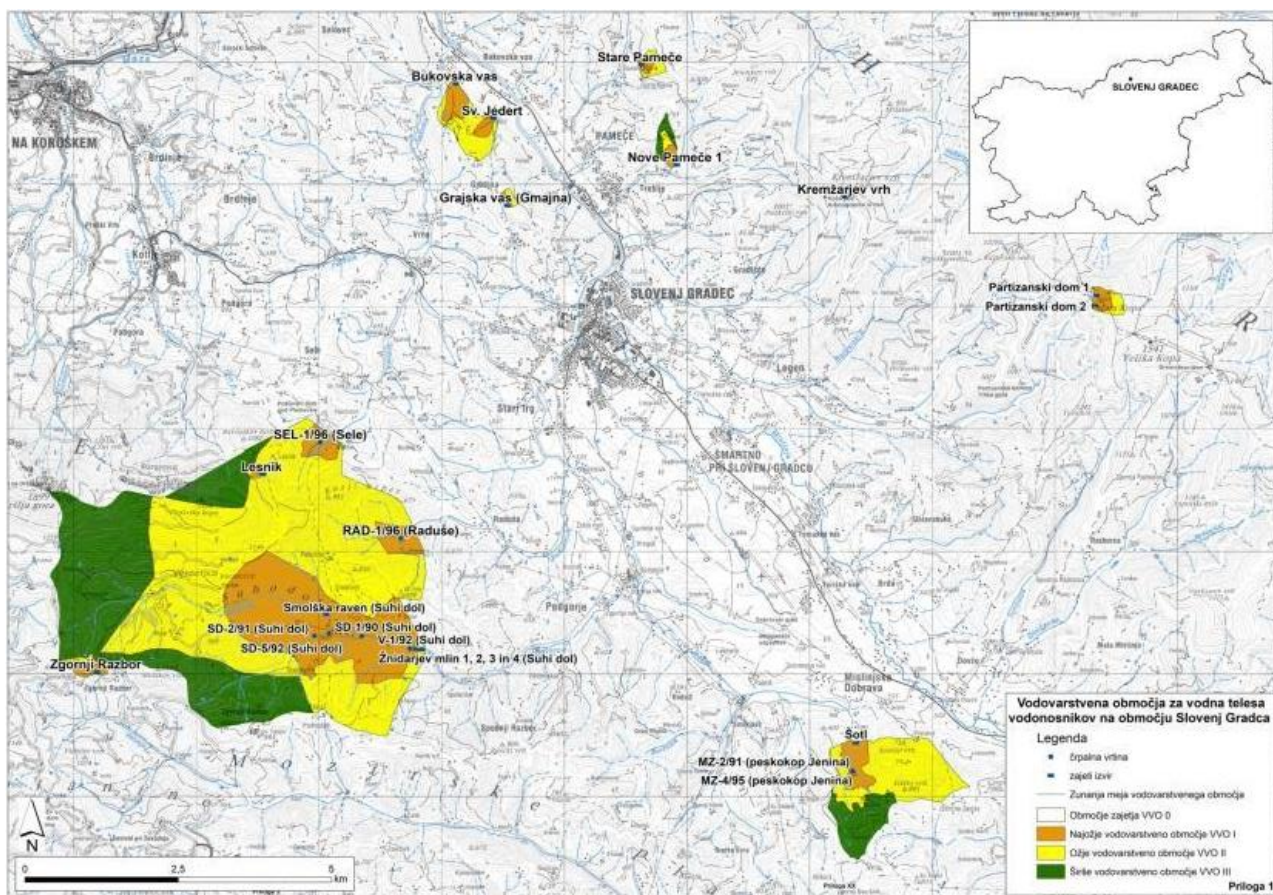
tudi naravno. Izmerjena vrednost bakra ne presega imisijske vrednosti (60 mg/kg s.s.) iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/1996 in 41/2004). V vzorcu tal, ki je bil odvzet na površini ob hmeljišču na naslovu Šmartno 21, ni bilo zaznanih ostankov pesticidov, koncentracija bakra pa je bila 87 mg/kg s.s. Koncentracija presega imisijsko mejno vrednost (60 mg/kg s.s.) iz prej omenjene Uredbe, ne presega pa imisijske opozorilne vrednosti (100 mg/kg s.s.). Če bi bila omenjena vrednost presežena, bi v skladu z zgoraj omenjeno uredbo to pomenilo verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje ljudi ali okolje. Glede na to, da so bile raziskave opravljene le enkrat, ni mogoče z gotovostjo ne potrditi in ne zavreči, da je prisotnost bakra v tleh posledica predhodnih škropljenj, vsekakor pa ni odraz škropljenja z dne 7. 8. 2019, ko je bilo uporabljeno FFS na osnovi aktivne snovi Al-fosetil (Objava ugotovitev monitoringa vplivov ... 2019).

Odvzeta sta bila tudi dva vzorca škropilne brozge iz škropilnic pred tretiranjem. Pri prvem vzorcu je bilo z analizo potrjeno, da je bilo uporabljeno FFS na osnovi bakrovih soli in oksid/hidroksid bakra. Pri drugem vzorcu je bilo z analizo potrjeno, da je bilo uporabljeno FFS na osnovi aktivne snovi Al-fosetil. To potrjuje, da sta bili obe škropilni brozgi ustrezni in sta vsebovali le pripravke, ki so v RS dovoljeni za uporabo na hmelju (Objava ugotovitev monitoringa vplivov ... 2019).

### **Stanje podzemnih voda na območju Slovenj Gradca**

Območje Slovenj Gradca in okolice ureja Uredba o vodovarstvenem območju za vodna telesa vodonosnikov na območju Slovenj Gradca (Ur. l. RS, št. 56/15). Iz Slike 12 je razvidno, da se nobeno od obstoječih hmeljišč ne nahaja na vodovarstvenem območju, kar pomeni, da pridelava hmelja na širšem območju Slovenj Gradca praviloma ne more negativno vplivati na kakovost pitne vode.

Slika 12: Vodovarstvena območja v Slovenj Gradcu in okolici



(Vir: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED7018>)

Največ hmelja najdemo v Savinjski dolini, kjer se prideluje že vrsto let. Tretiranje hmelja se je tam izvajalo že takrat, ko zakonodaja na tem področju še ni bila tako stroga, kot je zdaj. V podzemni vodi so se ugotavljali ostanki nitratov, atrazina in desetil-atrazina. Nitrati se v podzemno vodo spirajo iz površin zaradi prekomernega gnojenja z dušikom. Atrazin je pesticid, ki je že od leta 2002 v Sloveniji prepovedan za uporabo, pred prepovedjo pa se je uporabljal za zatiranje širokolistnih plevelov. Še danes se pojavlja v podzemnih vodah, ker se v naravi zelo dolgo razgrajuje. Desetil-atrazin je razgradni produkt atrazina (ARSO 2019).

## 5. SKLEPI

Na Koroškem hmelj prideluje 10 kmetij, ki so v skupnem obsegu leta 2019 pridelovale nekaj več kot 228 hektarov hmelja, od tega največ sorte Aurora.

Zadosten vnos hranil v tla je nujno potreben za uspevanje hmelja. Za gnojenje uporabljamo različna gnojila, odvisno od potreb hmelja, ki jih delimo na mineralna in organska gnojila. Najpogostejši bolezni, ki se pojavljata na hmelju in sta posledica glivičnih obolenj, sta hmeljeva peronospora in hmeljeva pepelovka, med virusnimi obolenji je izredno nevarna viroidna zakrnелost hmelja. Med škodljivci sta najbolj razširjena hmeljeva listna uš in hmeljeva

(navadna) pršica. Pleveli se v hmeljiščih odstranjujejo izključno na mehanski način, s kultiviranjem med vrstami in osipavanjem v vrsti med trtami hmelja.

Za varstvo hmelja pred boleznimi in škodljivci uporabljamo FFS, in sicer akaricide, baktericide, fungicide in insekticide. Uporaba herbicidov je prepovedana. Negativen vpliv FFS na okolje lahko zmanjšamo z uporabo antidriftnih šob, ki preprečujejo zanašanje škropilne brozge v okolico, in upoštevanjem drugih ukrepov dobre kmetijske prakse.

Odpadna hmeljevina, ki nastane po obiranju, predstavlja problem, ker je pomešana s polipropilensko vrvico. V projektu BioTHOP IHPS kot vodilni partner razvija biorazgradljivo vrvico, ki ne bi imela negativnega vpliva na okolje.

Zakonodajo na področju gnojenja v Sloveniji urejata Nitratna direktiva in Zakon o mineralnih gnojilih. Uporabo FFS na hmeljiščih ureja zakon o FFS in štirje drugi pravilniki.

Raziskave, ki so bile opravljene pred več kot desetletjem, kažejo večje vsebnosti ostankov FFS in DDT v tleh, kar se v analizah, opravljenih v zadnjih letih, ne ponavlja več. V novejših raziskavah so ostanki FFS v okolici hmeljišč dokazani le v posameznih primerih, kjer pa je bilo ugotovljeno, da le-ti niso presegali opozorilne mejne vrednosti.

V večini vzorcev, ki so bili odvzeti na hmeljiščih in v okolici hmeljišč, ni bilo dokazanih ostankov FFS, ki ne bi bili dovoljeni za uporabo na hmelju. Izjema so trije vzorci, ki so bili odvzeti leta 2007, kjer so bili najdeni ostanki herbicidov. Ker uporaba herbicidov v hmeljarstvu ni dovoljena in je uporaba kontrolirana s strani inšpekcije in odkupovalcev in je tudi sankcionirana, je sicer možno, da je prišlo do kršitev. Prav tako pa obstaja možnost, da je prišlo do zanašanja herbicidov iz sosednjih zemljišč. Četrty vzorec, ki ni bil v skladu z veljavno zakonodajo RS, je bil analiziran leta 2019, v njem je bil dokazan permetrin, ki v RS ni registriran, se pa uporablja v biocidnih pripravkih (npr. Biokill) in bi v tem primeru lahko bil posledica morebitne nedovoljene uporabe biocidnih pripravkov na solati. Na podlagi teh rezultatov je mogoče sklepati, da se glede na število odvzetih vzorcev, ki niso vsebovali nedovoljenih snovi, v primerjavi z vzorci, kjer so analize pokazale prisotnost nedovoljenih snovi, hmeljarji v Sloveniji dosledno držijo smernic IHPS in upoštevajo veljavno zakonodajo RS in zahteve kupcev.

**Hipotezo št. 1 tako potrjujemo.**

Baker se v obliki mikrohranil in FFS uporablja za zatiranje hmeljeve peronospore. Je snov, ki je bila v raziskavah največkrat omenjena in je dosegla tudi najvišje vrednosti. Baker je v tleh prisoten tudi naravno v različnih količinah in je zato težko natančno dokazati dejanski doprinos mikrohranil in uporabe FFS na vsebnost v tleh. Je pa v določenih vzorcih vsebnost bakra presegla tudi opozorilno imisijsko vrednost, kar lahko predstavlja možen vpliv na okolje. Glede na to, da se pripravki, ki vsebujejo bakrove spojine, še vedno aktivno uporabljajo, bi bilo smotno, da se zamenjajo z drugimi pripravki, ki zmanjšujejo vpliv na okolje. Tako se bo kopičenje bakra v tleh zmanjšalo na naravno vsebnost bakra v tleh z manjšimi odstopanji. Najvišje vsebnosti bakra v tleh so bile ugotovljene v vzorcih, ki so bili odvzeti v hmeljiščih, manjše koncentracije pa v okolici hmeljišč. Na podlagi tega lahko **Hipotezo št. 2 potrdimo.**

Raziskave, ki so bile opravljene na zraku oz. aerosolu, niso dokazale možnih negativnih vplivov na okolje in zdravje ljudi.

Nobeno hmeljišče na Koroškem ne leži na VVO, kar pomeni, da vpliv hmeljarstva na podzemne vode na Koroškem, po pričakovanju, ni prisoten.



## 6. POVZETEK

V diplomskem delu smo se naprej osredotočili na hmeljarstvo v svetu, Sloveniji in na Koroškem. Ugotovili smo, da je bila v letu 2019 vodilna pridelovalka hmelja Amerika, medtem ko je bila Slovenija na šestem mestu po količini pridelanega hmelja v enem letu. Na Koroškem hmelj na nekaj več kot 228 hektarih površin prideluje 10 kmetij.

Bolezni, ki so posledica gliv, se na hmelju zatirajo z uporabo FFS, in sicer s fungicidi. Med boleznimi sta najpomembnejši hmeljeva peronospora in hmeljeva pepelovka, najpomembnejša škodljivca hmelja pa sta hmeljeva pršica in hmeljeva listna uš. Pravočasno in učinkovito odstranjevanje plevelov iz hmeljišč prispeva k boljšemu pridelku, odstranjujemo pa jih lahko le mehanično, saj uporaba herbicidov v hmeljiščih ni dovoljena. Med FFS, ki jih uporabljamo na hmelju, najdemo tudi akaricide, baktericide in insekticide. Med nanašanjem FFS v hmeljiščih je potrebna velika previdnost in strokovnost, da se čim bolj zmanjša zanos škropilne brozge v okolico, zato je priporočljiva uporaba antidriftnih šob.

Problem odpadne hmeljevine, ki je pomešana s polipropilensko vrvico, se zadnja leta rešuje s pomočjo projekta BioTHOP, katerega vodilni partner je IHPS. Cilj projekta je nadomestitev polipropilenske vrvice z okolju prijazno biorazgradljivo vrvico.

Na področju uporabe FFS se izvaja veliko raziskav, ki vsako leto iz seznama dovoljenih FFS za uporabo na hmelju izključuje določene pripravke, ki predstavljajo možno tveganje za okolje in ljudi in jih nadomeščajo z ekološkimi in okolju bolj prijaznimi pripravki. V večini raziskav tal, ki smo jih zbrali v diplomskem delu, je bil najden baker, ki se v tla vnaša z uporabo mikrohranil in FFS. Uporablja se predvsem za zatiranje hmeljeve peronospore, ki je ena izmed najpogostejših bolezni hmelja. V analizah je bilo ugotovljeno, da je vsebnost bakra sicer pogosto nad mejno vrednostjo, ki znaša 60 mg/kg suhe snovi, to pa je posledica že naravne vsebnosti bakra v tleh, nekaj pa se ga nalaga tudi z uporabo gnojil in FFS, ki vsebujejo baker. Prav zaradi tega je težko določiti, kakšen je dejanski doprinos hmeljarstva k vsebnostim bakra v tleh. Vzorci, ki so vsebovali vrednost bakra, ki presega opozorilno mejno vrednost (100 mg/kg), so bili glede na število odvzetih vzorcev v majhnem deležu. Baker, ki je bil ugotovljen na pridelkih in travi v bližini hmeljišč, je bil v koncentracijskih nivojih naravnih vsebnosti bakra v različnih pridelkih.

V analizah, ki so bile opravljene v letih 2006, 2007 in 2008 po vsej Sloveniji, je bil v nekaj vzorcih ugotovljen DDT, ki kasneje v ostalih analizah ni bil dokazan in je bil verjetno posledica dejanj v preteklosti. V vzorcih niso bili ugotovljeni pripravki, ki ne bi bili dovoljeni za uporabo na hmelju, razen na treh vzorcih v letu 2007. Glede na to, da je uporaba herbicidov v hmeljarstvu strogo prepovedana, in je kontroliran s strani inšpekcije in s strani odkupovalcev, obstaja možnost, da so bili ostanki herbicidov posledica tretiranja drugih kultur v bližini.

FFS, ki so bila ugotovljena v vzorcih tal, so bila iz skupin akaricidov in fungicidov. Ostanki FFS so bili ugotovljeni večinoma le v vzorcih, ki so bili odvzeti v hmeljiščih. Vzorci tal, ki so bili odvzeti v okolici hmeljišč, po večini niso vsebovali ostankov FFS, kjer pa so bili zaznani, le-ti niso presegali opozorilne mejne vrednosti. Na kmetijskih pridelkih v okolici hmeljišč, razen na treh vzorcih, niso bili ugotovljeni ostanki FFS. Na dveh od treh vzorcev, kjer so bili ugotovljeni ostanki FFS, je bil zaznan mandipropamid, ki se uporablja za zatiranje hmeljeve peronospore in je v RS dovoljen za uporabo. Vsebnost tega pripravka ni presegala mejne vrednosti in tako

ni predstavljal tveganja za zdravje. V tretjem vzorcu je bil dokazan permetrin, ki v RS ni registriran, se pa uporablja v biocidnih pripravkih (npr. Biokill) in bi v tem primeru lahko bil posledica morebitne nedovoljene uporabe biocidnih pripravkov na solati.

V raziskavah so bile opravljene tudi meritve zraka oz. aerosola. V raziskavah, ki so bile opravljene v Radljah ob Dravi, ni bilo ugotovljenih ostankov FFS zraku. V Slovenj Gradcu so kasneje izvajali meritve zraka, kjer so ugotavljali ostanke aluminija in Al-foseil v zraku. Koncentracije aluminija v zraku so bile primerljive z izmerjenimi vrednostmi na drugih lokacijah, kjer se ni izvajalo škropljenje. Koncentracije Al-foseila v zraku med škropljenjem so bile sicer precej višje kot takrat, ko se škropljenje ne izvaja, pa vendar so bile pod mejno koncentracijo.

## 7. SUMMARY

In the diploma thesis we continued to focus on hop farming in the Worldwide, Slovenia and "Koroška" area. In 2019 the largest producer of Hop crops was USA, Slovenia was in sixth place, after a number of hops produced in one year. In "Koroška" area hops it is 10 farms, on just over 228 hectares of land.

Diseases caused by fungi are treated in hops using plant production products by fungicides. Among them are hop peronospora and hop ash, and the most important pests of hops are hop mite and hop leaf hu. Timely and efficient removal of weeds from hops contributes to a better crop and can only be removed mechanically, as the use of herbicides in hop yards is not permitted. Among the plant production products used in hops we also find acaricide, bactericides and insecticides. When applying plant production products in hop yards, great care and professionalism should be taken to minimise the insufficiency of the spraying slur in the surrounding area, so it is recommended to use anti-drift nozzles.

The problem of waste hops mixed with polypropylene string has been solved in recent years through the BioTHOP project, of which IHPS is the leading partner. The aim of the project is to replace polypropylene string with an environmentally friendly biodegradable string.

In the field of application of the plant production products, a great deal of research is carried out which excludes from the list of authorised plant production products for use on hops each year certain preparations which pose a potential risk to the environment and humans and replace them with organic and more environmentally friendly preparations. In most soil surveys collected in the thesis, copper was found to be introduced into the soil using micronutrients and FFS. It is mainly used to suppress hop peronospora, which is one of the most common diseases of hops. The analyses conclude that although the copper content is often above the limit value of 60 mg/kg of dry matter, this is due to the already natural copper content of the soil, some of which is also imposed by the use of fertilisers and plant production products containing copper. This is why it is difficult to determine what is the actual contribution of hops to the copper content in the soil. samples containing a copper value exceeding the alert limit value (100 mg/kg) were in a small part relative to the number of samples taken. Copper found on crops and grass near hops was found in concentration levels of natural copper content in different crops.



Analyses carried out in 2006, 2007 and 2008 across Slovenia found DDT in some samples, which was not later demonstrated in other analyses and was probably the result of past actions. No preparations which would not have been authorised for use on hops have been found in the samples, except on three samples in 2007. Given that the use of herbicides in hop production is strictly prohibited and is controlled by inspection and by purchasers, it is possible that the residues of herbicides were the result of treatment of other cultures in the vicinity.

Plant production products found in soil samples were from groups of acaricides and fungicides. Residues of FFS were found mainly only in samples taken in hops. Soil samples taken around hops did not contain plant production products residues, but where they were detected, they did not exceed the alert limit. Except on the three samples, no residues of plant production products were found on agricultural products in the vicinity of hops. On two of the three samples where ffs residues were detected, mandipropamid, used to suppress hop penospore, was detected and is allowed for use in the Republic of Slovenia. The content of this preparation did not exceed the maximum level and thus did not present a health risk. In the third sample, permethrin has been demonstrated, which is not reused in the Republic of Slovenia. However, it is used in biocidal products (e.g. Biokill) and could in this case result from the possible unauthorised use of biocidal products on a salad.

Air or aerosol measurements were also carried out in the studies. No residues of plant production products air have been detected in the studies carried out in Radljah ob Dravi. In Slovenj Gradec, air measurements were carried out, where the remains of aluminium and AL-Foseil were found in the air. The concentrations of aluminium in the air were comparable to measured values in other locations where no spraying was carried out. Although al-foseil concentrations in the air during spraying were much higher than when spraying was not carried out, they were below the concentration limit.

## 8. VIRI IN LITERATURA

Agencija Republike Slovenije za okolje. Dostopno na:

<https://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/> (15. 7. 2020)

Čeh B., Čerenak A., Čremožnik B., Ferant N., Friškovec I., Knapič M., Košir I., Leskošek G., Livk J., Majer D., Naglič B., Luskar Oset M., Pavlovič M., Radišek S., Rak Cizej M., Rovan A., Zmrzlak M., Žolnir M., Žveplan S. (2012). Hmelj od sadike do storžkov: zbirka vsebin za izobraževanje za Nacionalno poklicno kvalifikacijo Hmeljar/hmeljarka. Žalec: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije.

Christensen N., Gingrich C., Hart J. (2000). Hops. Fertilizer Guide. Dostopno na:

<https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/fg79.pdf>. (6. 6. 2019)

Hmelj. Hmezad exim d.d. Dostopno na: <http://www.hmezad.si/hmelj> (4. 6. 2019)

IHPS (2019). Dostopno na: <https://www.ihps.si> (5. 9. 2020)

Leskošek, G. (2009). Problematika nanašanja fitofarmaceutskih sredstev. Revija Hmeljar.

Žalec: Hmeljarsko združenje Slovenije. Dostopno na:

<https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-MIWK7ZSF/74ed0565-e0ac-4c4d-a4ca-0514372012b1/PDF> (12. 6. 2019)

Medmrežje 1: Sorte hmelja. Inbarco d.o.o. Dostopno na: <http://inbarco.si/sorte-hmelja/> (12. 7. 2019)

Medmrežje 2: Vpeljava biorazgradljive vrvice v hmeljišča in uporaba hmeljevine v novih industrijskih produktih. Dostopno na: <https://www.life-biothop.eu/sl/> (12. 10. 2020)

Medmrežje 3: Hops. European Comission. Dostopno na:

[https://ec.europa.eu/agriculture/hops\\_en](https://ec.europa.eu/agriculture/hops_en) (30. 6. 2019)

Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. (2009). Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

[http://www.mkgp.gov.si/delovna\\_podrocja/kmetijstvo/kmetijski\\_trgi/hmelj/](http://www.mkgp.gov.si/delovna_podrocja/kmetijstvo/kmetijski_trgi/hmelj/) (8. 4. 2019)

Objava ugotovitev monitoringa vplivov trajnih nasadov hmelja na okolje. Mestna občina Slovenj Gradec, 2019. Dostopno na:

<http://www.slovenjgradec.si/Aktualno/Novice/ArtMID/564/ArticleID/4427/PORO%C4%8CILO-IZVEDENEGA-MONITORINGA-HMELJI%C5%A0%C4%8C> (5. 4. 2020)

Pipuš S., Lipovnik L., Pristavnik A., Verdinek B. (2003). Hmeljišča v Spodnji Mežiški dolini: Raziskovalna naloga s področja sociologije. OŠ Prežihovega Voranca, Ravne na Koroškem

Poročilo izvedenega monitoringa hmeljišč. Mestna občina Slovenj Gradec, 2018. Dostopno na:

<http://www.slovenjgradec.si/Aktualno/Novice/ArtMID/564/ArticleID/4427/PORO%C4%8CILO-IZVEDENEGA-MONITORINGA-HMELJI%C5%A0%C4%8C> (5. 4. 2020)

Pravilnik o pravilni uporabi fitofarmaceutskih sredstev. (Ur. l. RS, št. 71/14). Pravni informacijski sistem. Dostopno na: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV11541> (4. 6. 2019)

Pravilnik o integriranem varstvu rastlin pred škodljivimi organizmi. (Ur. l. RS, št. 43/14). Pravni informacijski sistem. Dostopno na: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV11530> (4. 6. 2019)

Preiskave vplivov hmeljišč na bivalno okolje na območju Radelj. Zavod za zdravstveno varstvo Maribor – Inštitut za varstvo okolja. Maribor 2008. (5. 4. 2020)

Radišek, S. (2018). Integrirano varstvo rastlin. Kmetijski inštitut Slovenije. Dostopno na: <https://www.ivr.si/skodiljivec/verticilijaska-avelost-hmelja/> (22. 9. 2020)

Simončič, A. (2019). Vpliv plevelov na rast, razvoj in kakovost hmelja. 1. Izd. – Maribor: Univerzitetna založba Univerze. (6. 3. 2020)

Simončič, A. in drugi (2009). Preučevanje vpliva varstva hmelja pred boleznimi in škodljivci na ostanke fitofarmaceutskih sredstev v tleh in podzemni vodi v Sloveniji. Zbornik. Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana. (4. 5. 2020)

Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (Ur. l. RS, št. 113/09, 5/13, 22/15 in 12/17) Dostopno na: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5124> (22. 7. 2019).

Urek, G. in sod. (2013). Temeljna načela dobre kmetijske prakse varstva rastlin in varne uporabe fitofarmaceutskih sredstev. Ljubljana : Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Sektor za fitofarmaceutska sredstva, Kmetijski inštitut Slovenije.

Verbič J., Sušin J., Simončič A., Čegran Z., Babnik D., Jejčič V., Poje T., Knapič M., Verbič J., Dolničar P., Majer D., Ugrinovič K., Janža R., Maljevič J., Stopar M., Zemljič A. (2006). Svetovalni kodeks dobre kmetijske prakse. Kmetijski inštitut Slovenije. Dostopno na: [https://www.kis.si/f/docs/Druge\\_publicacije/Kodeks\\_dobre\\_kmetijske\\_prakse\\_1.pdf](https://www.kis.si/f/docs/Druge_publicacije/Kodeks_dobre_kmetijske_prakse_1.pdf) (22. 7. 2020)

Zakon o FFS. (Ur. l. RS, št. 83/12) Dostopno na: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO6355> (5. 4. 2020)

Zakon o mineralnih gnojilih (Ur. l. RS, št. 29/06 in 90/12 – ZdZPVHVVR) Dostopno na: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO4368> (22. 7. 2019)