

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**RAZŠIRJENOST KONOPLJE (*Cannabis sativa* L.) V SLOVENIJI IN
NJENE FITOREMEDIACIJSKE SPOSOBNOSTI**

SAŠO VESELINOVIČ

VELENJE, 2019

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**RAZŠIRJENOST KONOPLJE (*Cannabis sativa* L.) V SLOVENIJI IN
NJENE FITOREMEDIACIJSKE SPOSOBNOSTI**

SAŠO VESELINOVIČ

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentorica: doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek

Somentorica: mag. Klara Orešnik

VELENJE, 2019

Številka: 726-34/2014-4

Datum: 23. 12. 2016

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študent Visoke šole za varstvo okolja **Sašo Veselinovič** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa L.*) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Prevalence of hemp (*Cannabis sativa L.*) in Slovenia and its phytoremediation capacity.

Mentorica: **doc. dr. Samar Al Savegh Petkovšek.**

Somentorica: **Klara Orešnik.**

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



IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani/a Sašo Vesclinović, vpisna številka 34110055,
študent/ka visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in
ekotehnologije, sem avtor/ica diplomskega dela z naslovom
Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa L.*) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti

ki sem ga izdelal/a pod:

- mentorstvom doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek
- somentorstvom mag. Klare Orešnik.

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 lektoriral/a Jasmina Vajda Vrhunec, s.p., Lektoriranje in jezikovno svetovanje;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: ____ . ____ . ____

Podpis avtorja/ice: _____

IZVLEČEK

Konopljo človek pozna že zelo dolgo. Z napredkom tehnologije je rastlo tudi število proizvodov, ki se lahko uporabijo iz delov konoplje. Uporablja se lahko v gradbeništvu, tekstilni industriji, avtomobilski industriji, prehranski industriji itd. Obstaja več sort konoplje, ki so različno vzgojene za namen pridelave in rastne razmere.

Največ konoplje se v Sloveniji pridelava v Pomurju (leto 2017 67,29 ha, leto 2018 122,84 ha) in najmanj v Zasavski regiji (skupno v letih 2017 in 2018 okoli 4 ha). Regiji v katerih se pridelava veliko konoplje sta Osrednjeslovenska in Podravska regija. Rastni pogoji za konopljo v Sloveniji so dobri, saj ima Slovenija rodovitno prst in ugodno klimo.

Ekoremediacija je uporaba naravnih procesov za trajnostno varovanje okolja. Fitoremediacija je proces, v katerem rastline akumulirajo težke kovine iz tal. Konoplja ni primerna kot fitoremediacijska rastlina, saj črpa premalo količino težkih kovin v zadostnem času. Lahko jo uporabimo za fitoremediacijske namene, če bomo pridelek vlaken predelali v uporabne materiale, vendar ne za prehrano in tekstil.

Ključne besede: konoplja, sorta, hektar, regija, fitoremediacija, težke kovine, akumulacija.

ABSTRACT

Humans know hemp for a very long time. As the technology progressed, so did the number of products, that could be made from parts of hemp. It can be used in construction, textile industry, the automotive industry, the food industry, etc. There are many varieties of hemp bred differently for the purpose of cultivation and growing conditions.

Most hemp in Slovenia is produced in Pomurje (year 2017 67,29 ha, year 2018 122,84 ha) and the least in Zasavska region (combined in years 2017 and 2018 around 4 ha). Regions that also produce a lot of hemp are Osrednjeslovenska and Podravska region. Growing conditions for hemp in Slovenia are good, because Slovenia has fertile soil and good climate.

Ecoremediation is the use of natural processes for sustainable environmental protection. Phytoremediation is a process in which plants accumulate heavy metals from the soil. Hemp is not suitable to be a phytoremediation plant, because it doesn't accumulate enough heavy metals in sufficient time. Hemp can be used for phytoremediation purposes, if the fibre crop is processed in usable materials, but not for food and textile.

Key words: hemp, variety, hectare, region, phytoremediation, heavy metals, accumulation

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	NAMENI IN CILJI	1
1.2	HIPOTEZE	1
1.3	METODE DELA	1
2	ZAKONODAJA.....	2
2.1	ZAKONODAJA V EVROPI IN SVETU	2
2.2	ZAKONODAJA V SLOVENIJI	3
3	LASTNOSTI KONOPLJE IN NJENA RAZŠIRJENOST V SLOVENIJI	5
3.1	LASTNOSTI IN UPORABNOST KONOPLJE	5
3.1.1	Opis, vrste in sorte konoplje	5
3.1.2	Kanabinoidi in psihoaktivni učinek konoplje.....	10
3.1.3	Uporaba konoplje	11
3.2	RAZŠIRJENOST KONOPLJE V SLOVENIJI.....	18
3.3	RASTNI POGOJI ZA KONOPLJO IN NJENA PRIDELAVA V SLOVENIJI.....	29
4	FITOREMEDIACIJSKE LASTNOSTI KONOPLJE	32
4.1	FITOREMEDIACIJA.....	32
4.1.1	Opis fitoremediacije.....	32
4.1.2	Nevarne snovi v tleh.....	37
4.2	FITOREMEDIACIJSKE SPOSOBNOSTI KONOPLJE	41
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	44
6	POVZETEK.....	45
7	VIRI.....	49

KAZALO SLIK

Slika 1: Listi vrst <i>Cannabis sativa</i> , <i>Cannabis indica</i> in <i>Cannabis ruderalis</i> (Vir: Weed news, 2017).....	5
Slika 2: Nasad industrijskih konoplje (Vir: Šibenik... 2015).	7
Slika 3: Prehranski izdelki iz konoplje (Vir: Konopko, 17. 6. 2019).	14
Slika 4: Konopljin beton (Vir: Konopko, 17.6.2019).....	16
Slika 5: Delež konoplje po regijah v letu 2017 (vir: MKGP, 2019)	19
Slika 6: Deleže konoplje po regijah v letu 2018 (vir: MKGP, 2019).	20
Slika 7: Primerjava površin konoplje med leti 2017 in 2018.	20
Slika 8: Simboličen prikaz poteka fitoremediacij v rastlinah (Vir: Slideshare, 2015).	35

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Površina zasajene konoplje po regijah v letu 2017 (vir: MKGP, 2019).....	18
Preglednica 2: Površina zasajene konoplje v regijah v letu 2018 (vir: MKGP, 2019).....	19
Preglednica 3: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Goriški regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).	21
Preglednica 4: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Podravski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).	21
Preglednica 5: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Posavski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).	22
Preglednica 6: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Jugovzhodni regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).....	23
Preglednica 7: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Koroški regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).	23
Preglednica 8: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Zasavski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).	24
Preglednica 9: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Primorsko - notranjski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).....	24
Preglednica 10: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Pomurski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).....	25
Preglednica 11: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Obalno - kraški regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).....	26

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

Preglednica 12: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Savinski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).	27
Preglednica 13: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Gorenjski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).....	28
Preglednica 14: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Osrednjeslovenski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).....	29

1 UVOD

Konoplja je rastlina s številnimi potenciali oziroma načini uporabe, ki so jo začeli uporabljati že pred tisočletji. Dandanes je sicer mnogokje označena kot problematična rastlina in celo prepovedana, vendar pa vse več posameznikov in gospodarskih družb ponovno odkriva njene pozitivne lastnosti in jo uporablja v medicini, prehranski, tekstilni in gradbeni industriji. Ena izmed pozitivnih lastnosti je tudi njeno fitoremediacijsko delovanje, ki ga tudi obravnavamo v nalogi in lahko prispeva k bolj zdravemu okolju.

1.1 NAMENI IN CILJI

Cilj 1: Ugotoviti, v kateri regiji se pridelava največ konoplje.

Cilj 2: Ugotoviti, ali so v Sloveniji dobri rastni pogoji za konopljo.

Cilj 3: Ugotoviti ali je konoplja primerna kot fitoremediacijska rastlina?

1.2 HIPOTEZE

1. V Sloveniji se največ konoplje pridelava v Pomurju.

2. V Sloveniji so dobri rastni pogoji za konopljo.

3. Konoplja je primerna kot fitoremediacijska rastlina.

1.3 METODE DELA

Diplomska naloga je v celoti narejena na teoretičen način; uporabil sem deskriptivno metodo in metodo analize in sinteze. Zbiral sem podatke iz domače in tuje literature ter podatke nato analiziral in ovrednotil. Podatke o površini posejane industrijske konoplje in posajenih sortah sem dobil od gospoda Matjaža Grkmana, ki je zaposlen na *Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano*. Podatke, ki so se nanašali na posamezna zemljišča (skupaj 1360), sem združil po regijah in sortah.

2 ZAKONODAJA

2.1 ZAKONODAJA V EVROPI IN SVETU

V Uredbi (ES) št. 1307/2013 člen 32(6) in v Uradnem listu RS, št. 40/2011 je določeno, da v Sloveniji vsebnost THC v konoplji, ne sme presegati 0,2 %. V nekaterih državah je meja postavljena na 1 %. Preverjanje odstotka THC je zapisano v Prilogi: Uradni list Evropske unije: Izvedbena uredba Komisije (EU) št. 809/2014. Metoda temelji na določitvi Δ 9-THC s plinsko kromatografijo (PK) po ekstrakciji z ustreznim topilom. Postopka sta dva, postopek A in postopek B.

V Evropski uniji je gojenje industrijske konoplje urejeno v povezavi s skupnimi pravili za kmete v okviru skupne kmetijske politike, ki določa neposredne subvencije. Uredba (EU) št. 1307/20131 opredeljuje v 32. členu (aktiviranje plačilnih pravic), da so do neposredne podpore upravičene površine, ki se uporabljajo za pridelavo konoplje, samo če vsebnost tetrahidrokanabinola (THC) pri uporabljenih sortah ne presega 0,2 %.

V avstrijskih zakonih ni izrecno zapisana meja vsebnosti THC pri gojenju konoplje. Pridelovanje je legalno, če se konoplja goji za semena in vlakna. Pridelava je spet zakonsko dovoljena od leta 1995.

V Belgiji se konoplja prideluje za namene tekstila, izdelavo izolacijskega materiala, kozmetike in živila. V Belgiji je dovoljena prodaja in uporaba industrijske konoplje tudi za prehrano ljudi. Preden se živilo na bazi konoplje lahko prodaja, mora pridobiti posebno dovoljenje. Živila ne smejo preseči mejne vrednosti THC (olje iz semen: 10 mg/kg; semenke in moko iz semen: 5 mg/kg; drugo hrano in pijače: 0,2 mg / kg). Te mejne vrednosti se uporabljajo tudi za uvožena živila, ki vsebujejo THC. Pridelava konoplje mora biti v skladu s predpisi EU o sorti uporabljenega semena.

Hrvaška ima v svojih predpisih pravilnik, ki določa pogoje za gojenje, uporabo, THC je določen (do 0,2% v rastlinski suhi snovi). Uporaba je dovoljena za prehrano, proizvodnjo humusa, prodajo izdelka. Na Hrvaškem je industrijsko konopljo ponovno dovoljeno gojiti od leta 2012.

Romunija ima dolgo tradicijo pridelovanja konoplje. Leta 1989 je bila glede pridelave in predelave na prvem mestu v Evropi in četrtem na svetu. Danes je teh kmetijskih površin malo (75 ha). Mejna vrednost je določena na 0,2 %, uporabljajo jo predvsem za tekstil.

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

Češka ponovno prideluje industrijsko konopljo od leta 1999. Mejna vrednost je 0,3%, razen za gojenje konoplje v raziskovalne namene, za vzrejo novih sort oziroma za ohranjanje genetske raznolikosti. Uporablja se za izdelavo različnih izdelkov: kozmetični izdelki, briketi, tkanine, živila in celo konopljna plastika. V 5. členu Zakona št. 362/2004 piše, da dovoljenje ni potrebno za pridobivanje, skladiščenje in predelavo konoplje (vlaknin in seme), za industrijske, raziskovalne in podjetniške potrebe. Vsak, ki goji konopljo na območju večjem od 100 m², mora poročati lokalnemu carinskemu organu trikrat letno:

- (a) do konca meseca maja - velikost zasejane površine, ali oceno površine načrtovanega gojenja (in informacijo o uporabi registrirane sorte, številki parcele, imenu in številki katastrske občine);
- (b) med gojenjem v petih dneh od žetve - velikost žetvene površine in način žetve (in informacijo o uporabi registrirane sorte, številki parcele, imenu in številki katastrske občine);
- (c) do konca decembra - podatke o velikost posejane površine, velikosti žetvene površine in informacijo o uporabi registrirane sorte, številki parcele, imenu in številki katastrske občine, podatke o količini pridelka konoplje in semena ter podatke o količini prodane pridelane konoplje in identifikacijske podatke o kupcu.

Pridelava med leti 2000 in 2010 je zelo nihala, največ 1538 ha in najmanj 29 ha (Error, 2015).

V Kanadi je mejna vrednost THC 0,3 %. Potrebna je licenca za pridelavo, prodajo semen in žita (S.C., 2018).

V ZDA je dovoljeno pridelovanje industrijske konoplje v 38 zveznih državah. V večini teh držav je mejna vrednost THC 0,3 %, Zahodna Virginija ima celo 1%. Nekatere države zahtevajo licenco za pridelovalce, brez nje pa se industrijska konoplja obravnava kot indijska, ki je prepovedana (NCSL, 2019).

2.2 ZAKONODAJA V SLOVENIJI

Za dovoljenje za gojenje konoplje v Sloveniji je treba posevek konoplje prijaviti na *Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano* v mesecu maju, ne glede na čas setve (datum oddaje vloge se spreminja letno glede na določbo Ministrstva). V prijavi se morajo navesti vsi podatki pridelovalca, njegova MID številka, GERK, namen pridelave, površina njive (ne sme biti manjša od 1.000 m² oz. 0,1 ha), sorta posejane konoplje, količina semena ter predviden datum žetve. Dovoljeno je sejati samo sorte, ki so našteje v Skupnem katalogu sort poljščin (evropska

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

sortna lista), objavljenem vsako leto v Uradnem listu Evropske unije in na spletni strani Fitosanitarne uprave Republike Slovenije. Teh sort je 47 (Sorte industrijske...2019; Uradni list Evropske Unije 2019/C 13/01).

Od 18. 5. 2018 pa velja Pravilnik o spremembi in dopolnitvi Pravilnika o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplja in maka. V tem pravilniku se je spremenila najmanjša dovoljena površina zemljišča za kmete, ki so vključeni v ekološko pridelavo. Zdaj bo najmanjša dovoljena površina pridelave konoplje znašala 0,01 hektarja. Dodaja se tudi pogoj, da mora biti površina posejana z eno sorto konoplje, saj v nasprotnem primeru lahko pride do prevelike razdrobljenosti posevkov konoplje, kar bi zelo otežilo kontrole in nadzor vsebnosti THC v posevkih konoplje.

Ostali pravilniki in uredbe, ki so povezane s pridelavo in predelavo so: Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka (25. 5. 2015) in Pravilnik o pogojih za pridobitev dovoljenja pridelovanja konoplje in maka (2011).

Za prodajo izdelkov velja naslednja zakonodaja:

- Zakon o proizvodnji in prometu s prepovedanimi drogami (ZPPPD) (Ur. l. RS, št. 108/99)
- Zakon o spremembi zakona o proizvodnji in prometu s prepovedanimi drogami (ZPPPD-A), maj 2000
- Predlog Zakona o spremembah in dopolnitvah zakona o proizvodnji in prometu s prepovedanimi drogami (EVA 2008-2711-0135) - skrajšani postopek - predlog za obravnavo
- Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o zdravstveni inšpekciji (ZZdrl-A), december 2003
- Zakon o spremembah in dopolnitvah določenih zakonov na področju zdravja (ZdZPZ), april 2004

3 LASTNOSTI KONOPLJE IN NJENA RAZŠIRJENOST V SLOVENIJI

3.1 LASTNOSTI IN UPORABNOST KONOPLJE

3.1.1 Opis, vrste in sorte konoplje

Konoplja je rastlina, ki izvira iz srednje Azije. Uvrščamo jo v družino konopljevok (*Cannabaceae*). Ta družina spada v deblo koprivovci (*Urticales*). V rod *Cannabis* se uvršča vrsta *Cannabis sativa* L. Botanično delimo *Cannabis sativo* na tri podvrste: *Cannabis sativa indica* (indijska konoplja), *Cannabis sativa ruderalis* (avtohtona v Rusiji) in *Cannabis sativa sativa* (industrijska konoplja). *Cannabis sativa indica* ima dve variaciji: *indica* (indijska konoplja ali kanabis) in *kafiristanica* (avtohtona v Afganistanu). *Cannabis sativa sativa* ima dve variaciji: *sativa* (navadna konoplja) in *spontanea* (samorasla navadna konoplja) (Robinson, 2000).



Slika 1: Listi vrst *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* in *Cannabis ruderalis* (Vir: Weed news, 2017).

Konopljo delimo tudi glede na geografsko lego, iz katere so se razvili različni tipi konoplje (**ekotipi**):

- *Borealis* (severna konoplja): rastejo severneje od 60 stopinj severne širine, večinoma v Rusiji in na Finskem. Imajo krajša stebila in redko presežejo 1,5 m.
- *Medioruthenica* (konoplja centralne Rusije): te konoplje gojijo med 50 in 60 stopinjami severne širine, predvsem v Rusiji, Ukrajini, na Poljskem, Skandinaviji in severni Nemčiji. Imajo kratko vegetacijsko dobo, rade imajo vlago. Rabijo 90-110 dni, da semena dosežejo zrelost, zrastejo med 1,2 do 2,7 m v višino, imajo košato steblo in so bolj primerne za pridelavo semen.

- *Australis* (južna ali mediteranska konoplja): te vrste konoplje najdemo predvsem v centralni, jugovzhodni in južni Evropi pod 50 stopinjami severne širine. Gojijo jih predvsem v Romuniji, na Madžarskem, Bolgariji, Španiji, Turčiji, južnem delu Rusije in Ukrajine in rabijo 130-150 dni, da seme postane zrelo. Te vrste so med najvišjimi, saj zraste med 2,4 do 4,5 m, zaradi tega so zelo primerne za proizvodnjo vlaken in manj za seme. Enodomne rastline, kot so predvsem francoske sorte, so prehodna stopnja med južno in centralno rusko konopljo.
- *Asiatica* (azijska konoplja): so nižja (med 2,4 in 3 m) imajo pa daljši čas zorenja semena: 150-170 dni. Večina teh vrst v Evropi zaradi drugačnih klimatskih pogojev sploh ne dozori (Sorte industrijske... 2019; Robinson, 2000).

Konoplja je visoka, pokončna enoletna rastlina z zelenim dlakavim stebлом, ki zraste od 0,5 metrov do 5 metrov višine. Raste od 80 do 250 dni, povprečno od 100 do 150 dni, odvisno od sorte (z žlahtenjem nastala oblika konoplje z določenimi zelenimi lastnostmi). Pridela se lahko povsod po svetu z blago klimo. Je večinoma dvodomna rastlina, kar pomeni, da se moški in ženski cvetovi razvijajo na ločenih rastlinah. Ženske in moške rastline ločimo tudi po tem, da so v času rasti, ženske rastline nižje od moških rastlin in imajo tudi več vej kot moške rastline. Listi so v obliki dlani in so podobno kot listi divjega kostanja, dolgi, tanki in nazobčani. Skupaj v enem »šopku« jih je od 3 do 11. Listi so dolgi do 20 cm in široki do 3 cm. Velikost korenin je odvisna od metode gojenja in kvalitete prsti. Povprečno korenine predstavljajo 8-9 % celotne biomase rastline. Moške rastline imajo krajšo vegetativno fazo, kot ženske, zato imajo tudi slabše razviti koreninski sistem. Glavna korenina je lahko dolga do 2 m, krajše korenine, ki zrastejo iz glavnega korena pa od 10 do 60 cm (Robinson, 2000).

Po uporabnosti ločimo konopljo na dve vrsti: industrijsko ali navadno (*Cannabis sativa sativa*) in indijsko (*Cannabis sativa indica*). Industrijska je visoka od 1,5 do 4 metre, slabo razvejana, list je sestavljen iz manj širokih lističev. Vršički so polni semen, gladki, svetleči, mrežasto sivo-črne barve. Seme dozorele konoplje zlahka izpade. Steblo je v prerezu polno, včasih z majhno luknjo v sredini, z debelo skorjo, ki vsebuje močna vlakna. Ženski cvetovi izločajo malo smole, ki je slabo lepljiva in ima kratkotrajen nežen blag vonj. Raste od 80 do 150 dni. Vsebuje manj kanabinoidov THC (manj kot 0,5 %) in več kanabinoidov CBD (več kot 0,5 %) (Sorte industrijske..., 2019).



Slika 2: Nasad industrijskih konoplje (Vir: Šibenik... 2015).

Indica je nižja, zraste do 1,5 m. Lističi so ožji in jih je več kot pri industrijski. Je dobro razvejana z močnimi vršički, ki dajejo malo semen, neenakomerno dozorevajo in težko izpadajo. Mreža na površini semena je močno izražena. Steblo je v prerezu votlo s tanko skorjo in slabimi vlakni. Ženski cvetovi izločajo veliko smole, ki je močno in dolgo lepljiva s specifičnim ostrim in dolgotrajnim vonjem. Rastna doba je od 150 do 250 dni. Vsebnost THC je od 0,5 do 4%, vsebnost CBD je manjša od pol odstotka (Sorte industrijske..., 2019).

V Evropski uniji (EU) so dovoljene naslednje sorte: Armanco, Asso, Benico, Bialobrzeskie, CS (Carmagnola Selezionata), Cannakomp, Carma, Carmagnola, Chamaeleon, Codimono, Dacia Secuieni, Delta Ilosa, Delta 405, Denise, Diana, Dioica 88, Epsilon 68, Fedora 17, Felina 32, Ferimon, Fibranova, Fibrol, Finola, Futura 75, Ivory, KC Dora, Kompolti hibrid tc, Monoica, Tiborszallasi, Tisza, KC Virtus, KC Zuzana, Kompolti, Lipko, LOVRIN 110, Marcello, Markant, Santhica 23, 27, 70, Secuieni Jubileu, Silvana, Szarvasi, Tygra, Uniko B, USO-31, Welkopolskie, Wojko, Zenit.

Med zgoraj navedenimi sortami so za Slovenijo primerne naslednje:

- Fedora 17: francoska sorta, primerna za seme in vlakna, cveti v začetku avgusta, vegetacijska doba 130-140 dni.
- Santhica 27: francoska sorta, primernejša za vlakna, žanje se v septembru.
- KC Dora: madžarska sorta, primerna za seme in vlakna, semena dozoriijo v 140 dneh od vzklitja – srednje pozna sorta.

- Kompolti Hibrid TC: madžarska sorta, primerna za seme in vlakna, vsebnost vlaken je nižja kot pri Kompolti ali Uniko-B, vendar je kakovost in moč večja; po 115 dneh doseže zrelost
- Monoica: madžarska sorta, primerna za seme in vlakna, semena so zrela po 125 dneh.
- Tisza: madžarska sorta, primerna za seme in vlakna, semena so zrela po 150 dneh, visok izplen vlaken – po 110 dneh.
- USO – 31 je ukrajinska sorta industrijske konoplje, ki spada med zgodnje sorte, ker cveti že okoli 25. julija, žanje pa se konec avgusta, raste od 110 do 115 dni. Primerna je za pridelavo semen in biomase/vlakna. Na hektar se lahko pridelava do 1 tone semen in do 8 ton biomase. Zraste malo čez 2 metra in jo je možno žeti tudi s klasičnim kombajnom.
- FINOLA je finska sorta in je namenjena za pridelavo semen za olje. Je nizka, dvodomna, oprašuje se sama. Najbolje uspeva v celinskem pasu ter v zmernih temperaturnih pogojih. Ima velik hektarski pridelek semen (do 2000 semen), pridelava tudi do 5-7 ton slame. Povprečna teža semen za Finolo znaša med 12-15 g/ 1000 semen. Semena, gojena v severnejših predelih (nad 50° severne zemljepisne širine), so manjša in tista, gojena v južnejših predelih (pod 50° zemljepisne širine) so večja. Hektarski donos je odvisen tudi od zemljepisne širine. Žanje se jo lahko tudi z navadnim kombajnom. Priporoča se gojenje v kontinentalnem podnebju. Pesticidov in herbicidov se pri tej sorti ne sme uporabljati. Znotraj EU ni nobenih prijavljenih pesticidov ali herbicidov, ki bi bili dovoljeni za uporabo pri pridelavi konoplje za seme in olje (povzeto po Sorte industrijske...2019).

V Sloveniji so glede na površino pridelave od leta 2015 do leta 2017 so na prvih mestih sorte Fedora 17, USO 31 in KC Dora. Na četrtem mestu je bila v letih 2015 in 2016 sorta Finola, v letu 2017 pa Futura 75, na petem mestu sorta Tiborszallasi, v letu 2017 je bila sorta Finola na šestem mestu. Omenjenih šest sort je v letu 2017 pokrivalo 260 ha njiv, to je 88 % vseh njiv s konopljo (Čeh, 2017).

Najbolj popularna je sorta Fedora 17, ki je bilo posejane 140 ha v letu 2015, 98 ha v letu 2016 in 56 ha v letu 2017. Povprečna njiva s konopljo je v letu 2017 merila manj kot pol hektarja. Največji posevek je bil 1 ha, najmanjši na 0,1 ha (prav tam).

Slovenija svoje sorte nima, kar je problem, ker nimamo konoplje posebej prilagojene našim pridelovalnim razmeram. V letu 2015 je bilo v Sloveniji v pridelavi 18 sort konoplje iz različnih evropskih držav, ki pa takrat še niso bile uradno preizkušene, kako uspevajo na slovenskih tleh. Zato so leta 2017 na poskusnem zemljišču *Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo*

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

Slovenije (IHPS) v Žalcu, preizkusili 12 različnih sort konoplje. Sorte so se razlikovale glede namena pridelave (seme, vlakna...). Namen raziskave je ugotoviti odziv teh sort v naših rastnih razmerah in oceniti, koliko so primerne za slovenske rastne razmere. Za vse sorte so uporabili enaki način agrotehnike (količina gnojila, količina semen itd.) na enakem prostoru (3 x 3 m). Vremenske razmere so malo izstopale kot je dolgoletno povprečje v tem kraju (višja povprečna temperatura, manj padavin). Sorte, ki so jih preizkusili so bile: Fedora 17, KC Dora, USO 31, Finola, Santhica 27, Monica, Tiborszallasi, Tisza, Kompolti hibrid TC, Férimon, Carmagnola in Antal (Čeh, 2017).

Rezultati v laboratoriju so pokazali, da sta najvišji sorti sta Carmagnola in Antal (do 3,4 m), najmanjša pa Finola z 0,9 m. Finola je bila tako edina sorta, ki jo je prerastel plevel. Ostale visoke sorte so bile višje od 2 m, nižje sorte pa od 1 m do 1,4 m. Zelo neenakomerne so bile razlike znotraj istih sort, glede najvišjih in najnižjih socvetij, kar predstavlja problem pri strojni žetvi za semena, ker je težko določiti višino reza, ki bi zajel čim več semen in čim manj primesi. Najmanjšo razdaljo med spodnjimi in zgornjimi socvetji je imela nizka sorta Finola, sledili pa sta sorti USO 31 in Fedora 17. Pri pridelku stebel so se odrezale najbolj Carmagnola 18t/ha suhe snovi, Antal 17 t/ha in KC Dora 14 t/ha. V pridelku socvetja (vršički) so izstopale Ferimon 6,5 t/ha, Fedora 17 z 4,8 t/ha, USO-31 z 3,9 t/ha. Najmanj pa sorta Finola z 0,9 t/ha. Pri vsebnosti eteričnega olja so tudi zadnje tri sorte bile najbolj bogate. Rezultati raziskave so bili drugačni od rezultatov raziskav iz leta 2016 v Ljubljani, ki so jo izvedli Flajšman in sodelavci (2019). Poskusi v Žalcu so pokazali večinoma višje rastline in več suhe snovi (Čeh, 2017).

Zgoraj predstavljeni raziskave (Flajšman in sod., 2019; Čeh, 2017) so enoletne in jih je potrebno ponoviti za dolgoročno oceno sort. Kljub temu lahko zaključimo, da je najbolj primerna sorta za naše razmere glede prehranske vrednosti semen in količine olja sorta Ferimon (Čeh, 2017).

3.1.2 Kanabinoidi in psihoaktivni učinek konoplje

Vsa rastlina konoplje je pokrita z žlezami, ki izločajo smolo. Največ smole izloča cvetno odevalo ženskih rastlin. Smola vsebuje snovi imenovane kanabinoidi (skupaj 140 znanih), od katerih so najbolj pomembni: kanabigerol (CBG), kanabidiol (CBD), kanabikromen (CBC) in delta-9-tetrahidrokanabinol znan kot THC. Naloga kanabinoidov je, da rastlino ščitijo pred škodljivo UV svetlobo, sušo, škodljivci in boleznimi. THC je najbolj znana sestavina konoplje in je psihoaktivna; nastane pa iz CBD, katerega predhodnik je CBG (Icanna, 2018). Na vsebnost in vrsto kanabinoidov vpliva več dejavnikov. Največji vpliv ima dednost, v manjši meri pa vpliv okolja. Suša, pomanjkanje kalija, preveč dušika in kalcija, napad škodljivcev in svetloba so lahko dejavniki, ki vplivajo na povečano izločanje THC v cvetnih listih (Robinson, 2000). Drugi najbolj pogost kanabinoid je CBD, ki pa nima psihoaktivnih učinkov. CBD tudi nevtralizira psihoaktivni učinek THC.

Industrijska konoplja se razlikuje od indijske konoplje (*indica*) tudi po nižji vsebnosti THC-ja in višji vsebnosti CBD-ja. Iz posušenih listov in cvetov indijske konoplje lahko dobimo psihoaktivno snov imenovano marihuana (trava, gandža, džoint), ki vsebuje več kot 1 % THC. Z stiskanjem in ekstrakcijo pa hašiševo olje, ki lahko vsebuje do 80 % THC. Marihuana se največ uporablja kot kadilo, v cigaretah, pipah ali v »travi«. Redkeje jo dodajajo v kekse ali kolačke. Lahko se uživa tudi kot tekočina. Kajenje marihuane in vdihovanje dima povzroči psihoaktivne učinke v nekaj minutah. Po zaužitju kanabisa preide v sistemski krvni obtok le 20 % zaužitega THC in psihoaktivni učinki se pojavijo od 1 do 3 ure po zaužitju. Znaki zastrupitve s kanabisom oziroma THC so pomiritev, motnje koncentracije, nerazumljiva govorica, slabša prostorska orientacija, upočasnen reakcijski čas, omotičnost, motena usklajenost mišičnih gibov in mišična oslabelelost. Zaradi takšnih posledic, je uživanje marihuane zelo nevarno med vožnjo avtomobila, vlaka, kolesa in letala. Akutna zastrupitev s THC običajno povzroči tudi hiter srčni utrip in občutek tiščanja v prsnem košu. Uživalci marihuane (kanabisa) imajo pogosto tudi pordele oči. Občasno uživalci kanabisa občutijo nezaupljivost, strah in panične reakcije. Lahko pride do znižanja krvnega tlaka in izgube zavesti. Ti in ostali srčno-žilni zapleti lahko povečajo tveganje pri posameznikih, predvsem pa pri tistih, ki že imajo znano srčno obolenje. Znanih je veliko primerov akutnega srčnega dogodka, ki so vodili v smrt predvsem mladih kadilcev kanabisa. Ni pa dokazljivih primerov za neposredno smrt zaradi uživanja kanabisa (Kanabis, 2016, Ashton, 2001).

3.1.3 Uporaba konoplje

3.1.3.1 Uporaba konoplje po državah

Uporaba konoplje sega nazaj že v prazgodovino. Na Tajvanu v kraju Yuan-Shan so odkrili dvanajst tisoč let staro najdišče, v katerem so bili ostanki peščenih loncev z vzorci konopljinih trakov, zraven pa še kamnite tolkače, s katerimi so trli konopljo. V pokrajini Zheijang na Kitajskem so našli 6000 let stare tkanine iz konoplje in svile. V starih knjigah kitajskih arheologov je bila omenjena konoplja kot pogosto sejana rastlina. Tudi v nekaterih lekarniških knjigah in pesmih je omenjena konoplja kot razširjena poljščina. Uporabljali so jo za oklepe, tetive za lok, papir, par čevljev iz konopljinega papirja so našli. Kasneje so izdelovali tudi knjige iz konopljinega papirja, semena za prehrano, zdravila kot anestetik med operacijami. V Indiji so jo uporabljali kot pomirjajoče sredstvo pred bitkami, kot zdravilo za več bolezni, tudi v indijski mitologiji je omenjena. V Turčiji so našli ostanke konopljinega blaga starega 2800 let. Zelo stare ostanke konoplje so našli tudi na področju današnjega Bližnjega Vzhoda. Vrvi iz njenih vlaken so pletli že v Egiptu, 3 tisoč let pr. n. š. Uporabljali so jo tudi kot zdravila in pri gradnji piramid (vleka blokov), kasneje pa kot hašiš, da bi tedanji Sufiji dosegli zamaknjeno stanje, ki je bil del njihove religije. Že takrat (14. stoletje) so kanabis kadili z pipami. V Evropo so prinesli konopljo čez Grčijo, Rusijo in Španijo. Grki so jo uporabljali za vrvi in zdravila, Rimljani za vrvi in semena za prehrano. Preden so jo začeli sami saditi, so jo uvažali iz Turčije. Do srednjega veka so jo uporabljali še Germani, Angleži, Francozi, Vikingi, in Mavri, ki so prvi ustanovili tovarno papirja v Evropi. Iz konopljinih vlaken se je dalo izdelovati platnena jadra in debele vrvi, ki so bile ključne za daljše vožnje na nemirnih morjih. Zaradi tega je pridelek konoplje vplival na trgovske poti in neposredno tudi na gospodarstvo posamezne države (Robinson, 2000).

V Severni Ameriki je bilo gojenje konoplje v nekaterih državah obvezno. V času državljanske vojne je bilo še več obveznega gojenja. Še pred začetkom 20. stoletja gojenje konoplje upade. Bombaž začne prevladovati na jugu, iz tujine pride cenena juta, papir iz lesne kaše postane bolj dostopen, povečana je raba kovinskih vrvi, kovinskega ladijskega trupa, uvedejo se prvi parniki. V 20. stoletju tehnologija napreduje in ugotovi se nov potencial konoplje, v medicini nova zdravila in pripomočki, Henry Ford s svojim obratom Ford Motor Company iz konoplje naredi že oglje, kreozot, etil acetat, metanol, da bi izdeloval plastiko iz konopljinih polimerov in gorivo iz konopljine biomase. Zaradi nevarnega potenciala, lobiji s pomočjo časopisov in ostalih medijev začno povezovati konopljo, kot največji razlog za kriminal in nasilje. Potopoma se uvedejo zakoni, ki omejijo gojenje, v 50ih letih pa jo kriminalizirajo. Svet podobno kot na drugih področjih, kmalu uvede iste zakone.

Najstarejši zapis o gojenju konoplje na slovenskem ozemlju najdemo v popisu premožnin jurkloštarske kartuzije iz leta 1589. V letih 1764 – 1767 so uradne kmetijske družbe spodbujale pridobivanje konoplje po naprednejšem postopku. Konopljo so sejali na manjših površinah, le v okolici Iga pri Ljubljani so bile malo večje površine. V 19. stoletju je konoplja na Kranjskem rasla na 1% njiv. Po opuščanju jadrnic za dolge plovbe in nekaterih drugih dejavnikov je konopljarstvo v Sloveniji upadlo (prav tam).

Že pred 1. svetovno vojno so na področju Jugoslavije, bili že prvi obrati za predelavo konoplje, v Vojvodini in Slavoniji. Tovarne vrvi iz konoplje so bile postavljene v Stojkovcu, Osijeku in Odžacih. Posebej intenzivno je bilo pridelovanje konoplje v letih pred 2. svetovno vojno, delno zaradi sankcij proti Italiji, ki je bila ena največjih izvoznic tistega časa. V obdobju 1932 in 1935 je delež kmetijskih površin posejanih z konopljo zrasel za 60 %. Samo v Vojvodini je takrat delovalo 220 obratov za predelavo konoplje. Jugoslavija je v tem obdobju bila ena od pomembnih svetovnih pridelovalcev in izvoznikov konoplje. Leta 1948 je Jugoslavija imela 60000 hektarjev konoplje, kar je takrat predstavljalo 25 % evropske in 6 % svetovne pridelave. V 60. letih je pridelovanje konoplje upadlo, še največji upad je bil po letu 1968, ko je pridelava upadla iz 20000 hektarjev na manj kot 4000 hektarjev. Leta 1988 je pridelava obsegala samo še 1000 hektarjev (prav tam).

3.1.3.2 *Uporaba v medicini, prehrani in industriji*

V medicini se uporablja **smola** oziroma **kanabinoidi**, med njimi je najbolj koristen CBD. Več ga najdemo v industrijski sorti. CBD se veže na kanabinoidne receptorje v našem kanabinoidnem sistemu, ki ga imamo v telesu. Kanabinoidni sistem je zelo pomemben fiziološki sistem, ker uravnava in vzdržuje naše zdravje in počutje. Uravnava pomembne telesne funkcije kot so spanje, apetit, reprodukcija, plodnost, pozabljanje, preventiva pred stresom. Pomembno funkcijo ima tudi pri vnosu telesne energije, pri hranjenju in procesiranju, pomaga pri zdravljenju nezdravih celic (npr. uničuje rakave celice) (Novak, 2017). Če pride do preveč vzdraženih živcev (poškodbe, bolezen, stres), celice izločajo kanabinoide, da umirijo živčevje. To ima vpliv na razpoloženje, stopnjo bolečine, spomin, apetit. CBD za razliko od THC ne povzroča omamljenosti, ker ne vsebuje psihoaktivnih sestavin. THC deluje na receptorje CB1, CBD pa na receptorje CB2. Ker nima vsak posameznik enako število teh dveh receptorjev, se njegov odziv na THC in CBD razlikuje, zato mora imeti vsak posameznik razmerje teh dveh kanabinoidov posebej odmerjene. Sintetični kanabinoidi, ki jih je razvila farmacija, se že prodajajo, vendar niso tako učinkoviti kot naravne oblike kanabinoidov. Najbolje je uporabiti naravne vire kanabinoidov, domače kontrolirane proizvodnje brez herbicidov in pesticidov. Na kvaliteto vpliva tudi način kako so bile te rastline vzgojene, kje so rasle in na kakšen način so bile pobrane, ročno ali strojno (Novak, 2017).

Semena se uporabljajo za prehrano, ker vsebujejo veliko beljakovin, vseh osem življenjsko pomembnih aminokislin, njihovo razmerje pa je idealno za človeško telo in mu pomaga pri tvorbi protiteles in okrepitvi imunskega sistema. V konopljinemu semenu, kar 65 % vseh beljakovin predstavlja globulin. Tega telo porablja pri proizvodnji protiteles, ko je imunski sistem napaden. Iz semen se dela tudi proteinski prašek, ki služi kot dodatek k prehrani.

Iz celih, zdrobljenih, zmletih, stisnjenih, suhih ali kuhanih semen lahko pripravimo različne jedi: moko, iz katere lahko izdelamo kruh in pecivo, kalčke uporabljamo za solate in juhe; olje, ki je bogato z nenasičenimi maščobnimi kislinami in vitaminom E, uporabljamo za solatne prelive in kuho; s hidrogeniranjem olja izdelujemo margarino; razkosmičena semena dodajamo žitnim in sadnim müslijem; tudi pogače in tropine, ki ostanejo pri stiskanju semena so dodatek k prehrani, saj lahko beljakovine izložene iz pogač uporabljamo za sladolede in sire. Konopljino olje je zelo bogato, ker vsebuje osem esencialnih aminokislin, veliko vitaminov B in vitamin E. Ima veliko enkrat in večkrat nenasičenih maščobnih kislin (skoraj 90%). Vsebuje tudi odlično razmerje Omega 3 (15-25 %) in Omega 6 (50-70 %) maščob, ob tem pa vsebuje tudi izredno koristno (imunski sistem) gamalinolensko maščobno kislino, ki jo sicer najdemo tudi v materinem mleku (Habjanič, 2019).

Konopljino olje ima tudi naslednje pozitivne učinke na zdravje: pozitivno vpliva na preprečevanje bolezni srca in ožilja, na omejevanje neprijetnih učinkov predmenstrualnega sindroma, na odpravljanje težav, ki se pojavljajo zaradi multiple skleroze, raka in shizofrenije, revmatičnem artritisu in diabetični nevropatiji, preprečuje tudi strjevanje krvi, saj ovira lepljenje trombocitov, kroničnem vnetju mehurja, luskavici, pri ulceroznem kolitisu ter drugih kroničnih vnetjih črevesja, pa tudi pri okvarah sklepov in motnjah gibanja. Pomaga pri lajšanju bolečin bolnikom z AIDS-om, glavkomom, astmo, epilepsijo (Tasič, 2009).



Slika 3: Prehranski izdelki iz konoplje (Vir: Konopko, 17. 6. 2019).

Hladno stiskano konopljino olje iz semen, se uporablja za nego kože. Nenasičene maščobne kisline, proteini, vitamini, minerali in ogljikovi hidrati zmanjšujejo staranje kože, vzdržujejo njeno vlažnost in povečujejo njeno naravno zaščito.

Iz **listov in vršičkov** lahko naredimo zeliščni čaj. Kanabinoidi niso topni v vodi, zato čaj nima stranskih učinkov. Pitje čaja iz industrijske konoplje ima tudi pozitivne učinke: izboljšanje imunskega sistema, lajša bolečine, ki se pojavljajo ob vnetjih (revmatizem...), odpravlja prebavne motnje, dvigne nivo energije, vsebuje antioksidante in deluje proti vnetno in protistresno (Habjanič, 2019).

Kozmetični izdelki se izdelujejo tudi iz listov konoplje, in sicer eterično olje, ki ga pridobivamo s parno destilacijo cvetov in zgornjih listov ženskih rastlin in hidrolat, ki se ga pridobi na isti način, vendar v vodni fazi. Eterično olje se uporablja pri dalj časa trajajočih oz. kroničnih bolezenskih stanjih, ker ima veliko pozitivnih učinkov, kot lajšanje draženja kož, alergijskih reakcij, lajša stres, astmo in vročinska stanja, pomaga pri problemih respiratornega trakta. Hidrolat ima podobne lastnosti. Eterično olje in hidrolat se uporabljata v parfumih, milih, kremah in ostalih kozmetičnih izdelkih.

Steblo je najbolj uporaben del konoplje. Iz stebela se izločijo vlakna, ki se lahko uporabljajo v tekstilni industriji, papirni industriji, avtomobilski industriji, gradbeništvu. Konoplja je predvsem dvodomna rastlina, vendar se za namen pridelovanja stebel uporabljajo sorte, ki so enodomne.

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

Zato je izražanje spola ena pomembnejših lastnosti rastlin pri pridelavi ali med samim procesom žlahtnjenja.

Steblo je sestavljeno iz treh delov:

- dolga, primarna vlakna, ki potekajo čez celo dolžino rastline. Ta vlakna so najdragocenejši del stebela. Uporabljajo jih v tekstilni industriji, za izdelavo oblačil, spodnjega perila, vrvi, mrež, jader, posteljnin, pregrinj, preprog, šotorskih platin, obutev, prtov.
- Kratka, sekundarna vlakna. So manj vredna in so pogostejša pri manj gosti nasaditvi konoplje, kjer zrastejo krajša in debelejša stebela. Uporabljajo se v papirni industriji, gradbeništvu (izolacija, zidaki, cevi, beton);
- Celulozni del (pezdir). Uporabno za beton, papir.

Vlakno sestavljajo celuloza, hemiceluloza in lignin in je dolgo od 20 do 200 cm. Vlakna iz moških rastlin so mehka in prožna in vsebujejo približno 18% kakovostnih vlaken, vlakna iz ženskih rastlin pa so groba, trša in manj prožna in vsebujejo približno 12% kakovostnih vlaken.

Vlakna iz konoplje pridobivajo s pomočjo mehčanja (maceracije) ali z lupljenjem (dekortikacijo). Vlakna se očistijo, spredejo in nato stkejo ali pletejo v udobne in trdne materiale za jakne, hlače, majice, spodnje perilo... in tehnični tekstil kot so šotorska platna, jadra, geotekstilije... Konopljin tekstil je obstojen, ima dobre toplotne lastnosti, visoko paroprepustnost, odporen je na plesen, molje, bakterije in je antialergen (Hasič, 2019).

Že v 90-ih letih 20-ga stoletja so v industriji uporabljali kompozite iz naravnih vlaken kot alternativo okrepljenim steklenim kompozitom. Še posebej so v **avtomobilski** industriji bila zanimiva naravna vlakna zaradi nižjih stroškov in manjše gostote: konopljina vlakna z epoksijem, lanena vlakna z polipropilenom (PP), in kitajska trst z polipropilenom. Oddelek za agrikulturno ekonomijo v zvezni državi Michigan v ZDA je opravil raziskavo primerjave LCA-Life Cycle Assessment (vpliv na okolje določenega izdelka od njegovega pridobivanja do izteka roka uporabnosti izdelka ali recikliranja) med naravnimi vlakni in steklenimi vlakni za v uporabo v avtomobilski industriji. Ugotovili so, da za naravna vlakna se porabi za proizvodnjo manj energije, manj toplogrednih emisij, naravna vlakna so bolj gosta, kar pomeni, da ni potrebno dodati toliko baznih polimerov, ki onesnažujejo, manjša teža naravnih vlaken zmanjša porabo goriva vozil in po izteku uporabnosti lahko vlakna sežgejo, umetna vlakna pa ne, ker to povzroči več onesnaženja.

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

Med primerjavo ABS kopolimerom in konopljinim vlaknom (66 %) z epoksijem je skupno gledano eko indikator pokazal 8 % manj točk za konopljin izdelek, in to samo, ker je konopljo treba gnojiti, kar sprošča fosfate in nitrate v vodo, kar prispeva k eutrofikaciji vodnih teles. V vseh ostali kazalnikih konopljinna vlakna z epoksijem prekašajo umetni ABS (Joshi, 2003).

V **gradbeništvu** se lahko konopljinna vlakna uporabljajo kot zmes za izdelovanje betona. Namesto peska se primešajo apnu in vodi, konopljinna vlakna. Raziskave so pokazale, da takšen način izdelovanja betona ni primeren za nosilnost večjih tež. Potreben je tudi drugačen proces gradnje in ulivanja, ker konoplja potrebuje več vode, in se zato beton dlje suši (Elfordy, 2007). Ta problem dolgega sušenja lahko rešijo že posušeni in dokončani betonski paneli iz konopljinnega betona. Uporabljajo se lahko za tla, nenosilne zidove, in kot dopolnilo navadnemu betonu v zidu (Heuvels, 2013).

Pezdir (sredica jedra stebela) iz konoplje in posebno vezivo iz apna skupaj z vodo tvorijo tudi dobre termoizolacijske lastnosti zidu. 30 cm debel zid iz konopljinnega betona ima približno enake toplotnoizolacijske lastnosti kot 29 cm debel zid iz porotherma obložen s 16 cm debelimi stiropornimi ploščami. Oba zidova imata namreč toplotno prehodnost $U= 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Gradient (padec temperature) v zimskem času iz središča prostora proti zunanjim stenam je manjši kot pri klasičnih zidovih in ometih (beton, cementni ometi), kar nudi boljše ugodje bivanja. Če konopljinemu betonu dodamo še cement, lahko izdelamo še zidake ali bloke. Takšni zidaki bodo bolj trdni, nekoliko pa bodo izgubili izolacijske lastnosti. Celuloza lahko služi kot vezivo za izdelavo takšnih zidakov. Zid iz zidakov je 100 % ekološki, odporen proti insektom in vodi, deluje antibakterijsko in se v naravi hitro razgradi (Part, 2016).



Slika 4: Konopljin beton (Vir: Konopko, 17.6.2019)

Za hišo veliko 48 m² s 300 mm debelimi zidovi – zadostuje 33 kubičnih metrov konopljenega betona, to je 165 bal konoplje, za hišo, ki meri 100 m² in ima 500 mm debele zidove, pa 120

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

kubičnih metrov konopljenega betona ali 600 bal. Tona pezdirdja je 50 bal. Bala ima 200 litrov nestisnjene prostornine. Na 1 hektarju lahko pridelamo 300 bal (Verovnik, 2018).

Konopljin beton je tudi zelo ognjevaren. Konoplja v kombinaciji z apnom zgolj tli in pri požaru ne povzroča ognjenih plamenov, ki bi širili požar. 30 cm debel zid iz konopljinega betona zdrži ob požaru svojo funkcijo približno 73 minut. V primeru povišane vlage konopljin beton prevzame vlago in jo vrača v prostor, ko je ta zmanjšana. Zato ne prihaja do plesnenja sten. Tudi lažje je graditi z njim, ker je lahek material (330 kg/m³). Zid iz konoplje je tudi zrakotesen (Part, 2016).

Gradnja hiše iz konopljinega betona prispeva tudi k manjšemu onesnaževanju, in s tem tudi k zmanjševanju globalnega segrevanja. Gradbena industrija porabi okoli polovico vseh surovin pridobljenih iz ne-obnovljivih virov, kar človeštvo proizvede. S tem spada gradbena industrija med najmanj trajnostne industrije na svetu (Huevels, 2013). Pridelava konoplje in apna je okolju bolj prijazna (proizvodnja cementa prispeva okoli 10 % svetovnega izpusta CO₂). Med gradnjo hiše se porabi manj energije, istočasno konoplja črpa CO₂ iz zraka. V enem kubičnem metru konopljinega betona je uskladiščenega 130 kg CO₂, ta številka z leti celo raste, saj apno po vgradnji še več let veže CO₂ iz ozračja in se spreminja nazaj v apnenec, s čimer raste tudi tlačna trdnost. Dodatno pripomore naravna fosilizacija konoplje, tako lahko trdnost z leti naraste na štirikratnik začetne vrednosti. Pričakovana življenjska doba objektov je zelo dolga (Okretič, 2016).

Konopljina vlakna in nekatera naravna vlakna (juta, kenaf, zunanja kokosova stran) bi lahko nadomestila steklena vlakna iz polipropilenskih kompozitov, razen v nosilnih zmogljivosti visoke obremenitve. Mehanske lastnosti teh kompozitov iz naravnih vlaken so primerljive z steklenimi vlakni, v nekaterih zmogljivosti so celo naravna vlakna boljša. Najbolje od naravnih vlaken so se izkazala konopljina vlakna. Z natezno močjo 52 MPa in upogibno trdnost 54 MPa prekaša ostala naravna vlakna (Wambua Paul, 2003).

Iz konoplje se lahko izdelajo tudi izolacijske plošče. Glede toplotne in zvočne izolativnosti se lahko primerjajo z izolacijami iz steklene volne (obe imata toplotno prevodnost okoli 0,040 W/mK). Konopljina vlakna tudi niso nevarna za zdravje, kot so steklena vlakna, ki dražijo kožo in dihala. Še ena prednost je, da se izolacijski materiali iz konoplje ne posedajo zaradi teže (Part, 2016).

Iz vlaken se izdelujejo tudi vlaknene plošče, ki so posebej primerne v pohištveni industriji za barvanje, lakiranje, lepljenje. V gradbeništvu se uporabljajo za različne pregrade, kot zaščitne plošče, za talne in stenske obloge (Part, 2016).

3.2 RAZŠIRJENOST KONOPLJE V SLOVENIJI

V preglednicah so prikazani podatki o zasajenih površinah konoplje po regijah in za leti 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Preglednica 1: Površina zasajene konoplje po regijah v letu 2017 (vir: MKGP, 2019).

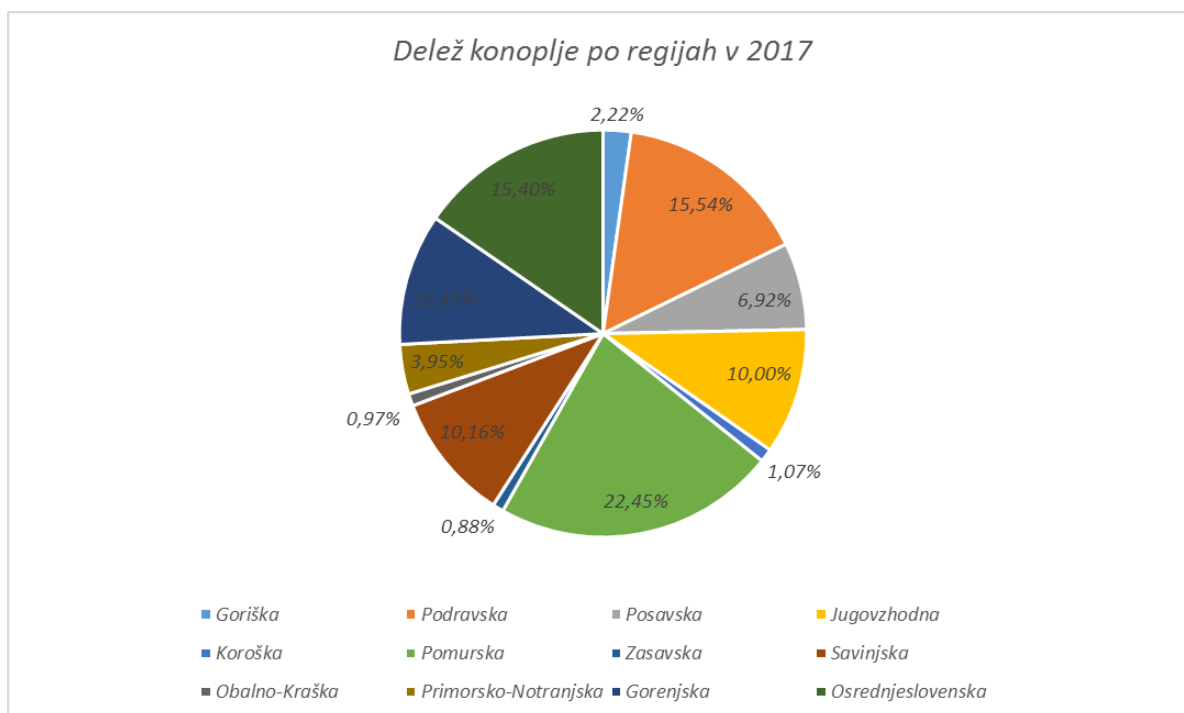
Statistična regija	Površina (hektar)
Savinjska	30,47
Jugovzhodna	29,99
Osrednjeslovenska	46,16
Koroška	3,2
Pomurska	76,5
Posavska	20,74
Gorenjska	31,33
Podravska	46,58
Zasavska	2,63
Obalno - kraška	2,9
Primorsko - notranjska	11,83
Goriška	6,67
SKUPAJ	299,79

Največ konoplje so posadili v Pomurski regiji, sledita Podravska in Osrednjeslovenska regija. Najmanj konoplje so posadili v Zasavski regiji.

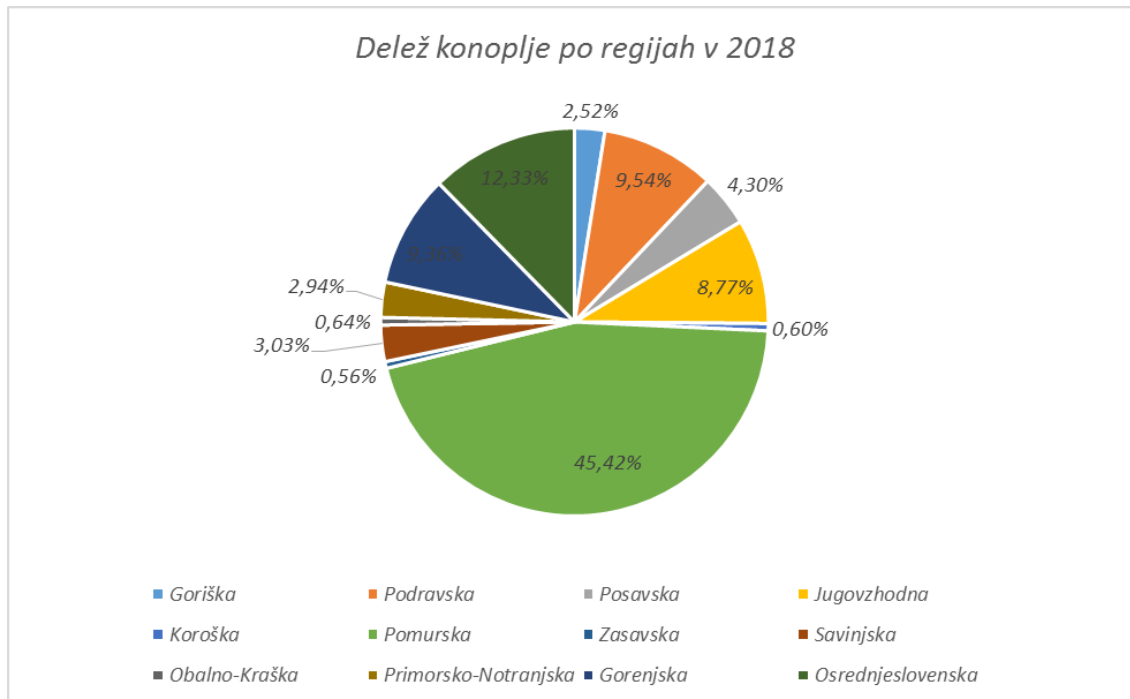
Preglednica 2: Površina zasajene konoplje v regijah v letu 2018 (vir: MKGP, 2019).

Statistična regija	Površina (hektar)
Savinjska	8,19
Jugovzhodna	23,73
Osrednjeslovenska	33,34
Koroška	1,63
Pomurska	122,84
Posavska	11,63
Gorenjska	25,32
Podravska	25,80
Zasavska	1,52
Obalno – kraška	1,72
Primorsko – notranjska	7,94
Goriška	6,82
SKUPAJ	270,48

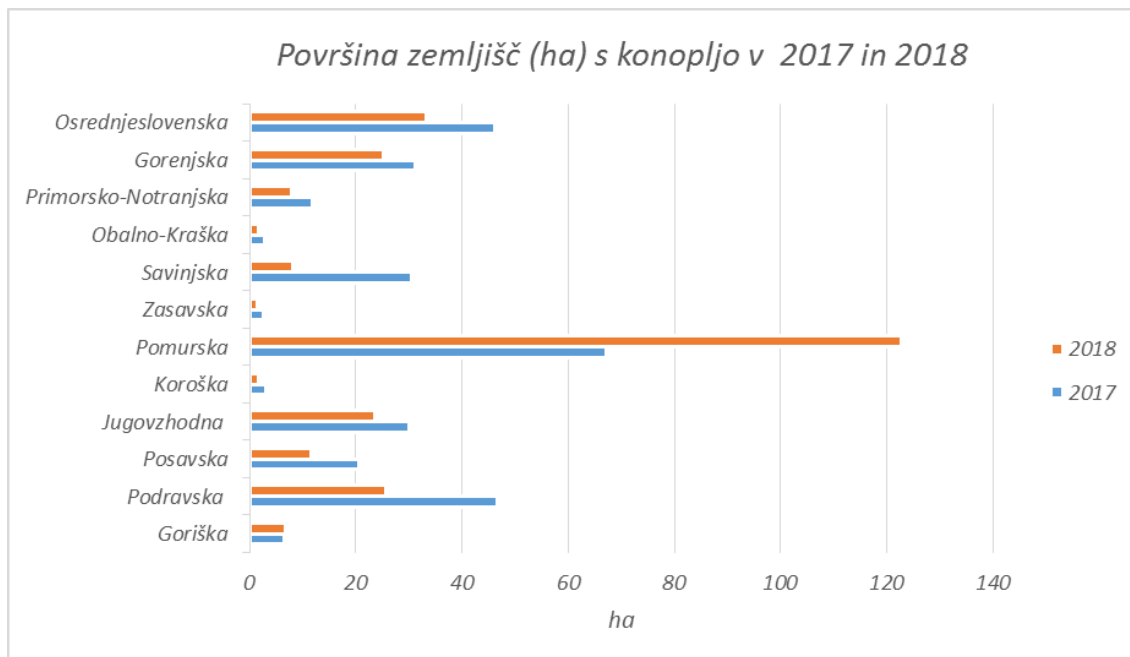
Največ konoplje je bilo zasajeno v Pomurski regiji, sledita Osrednjeslovenska in Podravska regija. Najmanj je bilo konoplje v Zasavski regiji.



Slika 5: Delež konoplje po regijah v letu 2017 (vir: MKGP, 2019)



Slika 6: Delež konoplje po regijah v letu 2018 (vir: MKGP, 2019).



Slika 7: Primerjava površin konoplje med leti 2017 in 2018.

Skupno je bilo v letu 2017 zasajenih 299,79 hektarjev konoplje, v letu 2018 pa 270,48 hektarjev površin.

Preglednica 3: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Goriški regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
Fedora 17	1,90	28,49	1,61	23,61
Uso-31	0,29	4,35	2,31	33,87
Futura 75	1,15	17,24	0,99	14,52
Santhica 70	0,27	4,05	0	0
Monoica	0,31	4,65	0,45	6,60
KC Dora	1,11	16,64	0	0
Tiborszallasi	1,64	24,59	1,46	21,41

Največ je bilo v letu 2017 zasajene sorte Fedora 17, najmanj pa sorte Santhica 70. Največ v letu 2018 je bilo zasajene sorte Uso-31, najmanj pa sorte Monoica.

Preglednica 4: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Podravski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	14,88	31,95	8,11	31,43
Fedora 17	4,09	8,78	3,65	14,15
Futura 75	9,99	21,45	2,13	8,26
Monoica	0,25	0,54	2,57	9,96
Ferimon	1,09	2,34	0	0
Uso-31	8,45	18,14	4,67	18,10
Finola	4,43	9,51	0,97	3,76
Tiborszallasi	2,98	6,40	2,51	9,73
Kompolti	0,11	0,24	0	0
Zenit 31	0,31	0,67	0	0
Felina 32	0	0	0,50	1,94
Carmagnola	0	0	0,59	2,29
Lipko	0	0	0,10	0,39

Največ je bilo v letu 2017 in 2018 zasajene sorte KC Dora, najmanj pa sorte Kompolti in sorte Lipko.

Preglednica 5: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Posavski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	0,98	4,73	0,65	5,59
Fedora 17	0,58	2,80	1,16	9,97
Futura 75	1,33	6,41	4,79	41,19
Monoica	0,65	3,13	0	0
Uso-31	2,10	10,13	0,88	7,57
Finola	1,01	4,87	0	0
Tiborszallasi	14,09	67,94	0,11	0,95
Santhica 27	0	0	2,44	20,98
Felina 32	0	0	1,49	12,81
Santhica 70	0	0	0,11	0,95

Največ v letu 2017 je bilo posejane sorte Tiborszallasi, najmanj pa sorte Fedora 17. Največ v letu 2018 je bilo posejane sorte Futura 75, najmanj pa sorti Tiborszallasi in Santhica 70 (vir: MKGP, 2019).

Preglednica 6: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Jugovzhodni regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	3,41	11,37	6,08	25,62
Fedora 17	6,95	23,17	3,52	14,83
Futura 75	0	0	6,47	27,27
Monoica	1,12	3,73	0	0
Ferimon	0,99	3,30	0,17	0,72
Uso-31	7,63	25,44	1,46	6,15
Finola	6,83	22,77	3,48	14,66
Epsilon 68	0,22	0,73	0,28	1,18
Tiborszallasi	1,23	4,10	1,95	8,22
Felina 32	0,59	1,97	0	0
Santhica 70	1,02	3,40	0	0
Carmagnola	0	0	0,12	0,51
Santhica 27	0	0	0,20	0,84

Največ v letu 2017 je bilo sorte Uso-31, najmanj pa Epsilon 68. Največ v letu 2018 je bilo sorte Futura 75, najmanj pa sorte Carmagnola.

Preglednica 7: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Koroški regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	0	0	0,69	42,33
Fedora 17	0	0	0,78	47,85
Futura 75	2,23	69,69	0,16	9,82
Ferimon	0,55	17,19	0	0
Uso-31	0,30	9,38	0	0
Finola	0,12	3,75	0	0

Največ v letu 2017 je bilo sorte Futura 75, najmanj pa sorte Finola. Največ v letu 2018 je bilo sorte Fedora 17, najmanj pa sorte Futura 75.

Preglednica 8: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Zasavski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	0,60	22,81	0,63	45,39
Fedora 17	0,42	15,97	0,78	47,85
Futura 75	0	0	0,10	6,58
Uso-31	1,21	46,01	0,69	45,39
Tiborszallasi	0,40	15,21	0	0

Največ v letu 2017 je bilo posejane sorte Uso-31, najmanj pa sorte Tiborszallasi. Največ posejan sorte v letu 2018 je bilo Fedora 17, najmanj pa sorte Futura 75.

Preglednica 9: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Primorsko - notranjski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	0,07	0,59	1,81	22,80
Fedora 17	6,92	58,50	3,44	43,32
Futura 75	0	0	0,22	2,77
Monoica	1,67	14,12	0,31	3,90
Uso-31	0,16	1,35	0,63	7,93
Finola	2,32	19,61	0,98	12,34
Tiborszallasi	0	0	0,55	6,93
Santhica 27	0,16	1,35	0	0

Največ posajene konoplje v letu 2017 je bilo sorte Fedora, 17, najmanj pa sorte KC Dora. Največ posajene sorte v letu 2018 je bilo sorte Fedora 17, najmanj pa sorte Futura 75.

Preglednica 10: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Pomurski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	11,48	15,01	27,30	22,22
Fedora 17	8,06	10,54	4,84	3,94
Futura 75	16,10	21,05	13,78	11,22
Monoica	5,36	7,01	2,92	2,38
Uso-31	0	0	1,94	1,58
Finola	6,89	9,01	7,88	6,41
Tiborszallasi	8,47	11,07	44,86	36,52
Lipko hibrid	1,13	1,48	0	0
Carmagnola	4,49	5,87	9,08	7,39
CS	3,91	5,11	0	0
Santhica 70	1,40	1,83	0	0
Santhica 27	0	0	5,67	4,62
Antal	0	0	1,33	1,08

Največ posajene sorte konoplje v letu 2017 je bilo sorte Futura 75, najmanj pa sorte Lipko hibrid. Najbolj posajena sorta v letu 2018 je bila Tiborszallasi, najmanj pa sorta Anthal.

Preglednica 11: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Obalno - kraški regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	0	0	0,55	31,98
Fedora 17	0,18	6,21	0,10	5,81
Futura 75	0,25	8,62	0	0
Antal	0,13	4,48	0	0
Szarvasi	0,10	3,45	0	0
Finola	0,25	8,62	0,	15,70
Santhica 27	1,99	68,62	0	0
Tiborszallasi	0	0	0,56	32,56
Ferora	0	0	0,24	13,95

Največ posajene sorte v letu 2017 je bilo sorte Santhica 27, najmanj pa sorte Szarvasi. Najbolj posajena sorta v letu 2018 je bila Tiborszallasi, najmanj pa Fedora 17.

Preglednica 12: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Savinjski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	1,35	4,43	0	0
Fedora 17	7,12	23,37	2,42	29,55
Futura 75	1,23	4,04	2,50	30,53
Monoica	1,29	4,23	0,14	1,71
Tisza	0,21	0,69	0	0
Finola	2,29	7,52	0,80	9,77
Tiborszallasi	0	0	0,15	1,83
Uso-31	2,11	6,92	1,08	13,19
Santhica 70	1,01	3,31	0,45	5,49
Santhica 27	0,31	1,02	0,10	1,22
Kompolti hibrid TC	0,82	2,69	0	0
Felina 32	0	0	0,55	6,72

Najbolj posajena sorta v letu 2017 je bila Fedora 17, najmanj pa sorte Tisza. Najbolj posajena sorta v letu 2018 je bila Futura 75, najmanj pa Santhica 27.

Preglednica 13: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Gorenjski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	3,46	11,04	5,26	20,77
Fedora 17	5,10	16,28	2,42	29,55
Futura 75	1,25	3,99	1,81	7,15
Monoica	0,55	1,76	0	0
Uso-31	14,66	46,79	11,64	45,97
Finola	2,15	6,86	0,14	0,55
Tiborszallasi	3,62	11,55	0,32	1,26
Ferimon	0,39	1,24	0,34	1,34
Santhica 27	0,15	0,48	0	0
Santhica 70	0	0	1,99	7,86
Carmagnola	0	0	0,16	0,63

Najbolj posajena sorta v letu 2017 je bila Uso-31, najmanj pa Santhica 27. Najbolj zasajena sorta v letu 2018 pa je spet bila sorta Uso-31, najmanj pa Finola.

Preglednica 14: Zasajene površine izbranih sort konoplje in njihov delež v Osrednjeslovenski regiji v letih 2017 in 2018 (vir: MKGP, 2019).

Leto	2017	2017	2018	2018
Sorta	Površina (ha)	Delež (%)	Površina (ha)	Delež (%)
KC Dora	2,48	5,73	3,06	9,18
Fedora 17	10,17	22,03	8,03	24,09
Futura 75	10,59	22,94	3,51	10,53
Monoica	3,34	7,24	0,10	0,30
Uso-31	14,01	30,35	6,70	20,10
Finola	3,61	7,82	5,72	17,16
Tiborszallasi	1,44	3,12	5,76	17,28
CS	0,29	0,63	0,46	1,38

Najbolj posajena sorta v letu 2017 je bila Uso-31, najmanj pa sorta CS. Najbolj posajena sorta v letu 2018 je pa bila Fedora 17, najmanj pa Monoica.

3.3 RASTNI POGOJI ZA KONOPLJO IN NJENA PRIDELAVA V SLOVENIJI

Konoplji najbolj ustrezajo rodovitna, globoka, odcedna in s humusom bogata tla s pH vrednostjo od 6 do 6,7. Najbolj ji ustreza blaga klima. Ker konoplja raste hitro, potrebuje veliko hranil. Največ hranil potrebuje v prvi polovici rastne dobe, torej prvih 5 - 6 tednov. Za 100 kg nadzemne mase konoplje je potrebno od 1,0 do 2,9 kg dušika, 0,22 do 0,75 kg P₂O₅, in 0,83 do 2,74 kg K₂O. Priporočena količina hranil je: od 45 do 150 kg N/ha, 45 – 110 kg P₂O₅/ha in 45 – 110 kg K₂O /ha. Količina je odvisna od založenosti tal, rastnih razmer in namena uporabe (pridobivanje olja, vlakna). Na težjih in slabo založenih tleh se gnoji z večjim delom fosforjevih in kalijevih gnojil v jeseni po temeljni obdelavi, preostanek pa se doda najkasneje 10 dni pred setvijo. Tudi z dušikom se gnoji pred setvijo ali pa najkasneje v stadiju treh parov listov. Kasnejše dognojevanje z večjimi količinami dušika negativno vpliva na kakovost vlaken. Prevelika količina povzroča peganje rastlin. Hlevski gnoj ali kompost se zaorje v tla že v jeseni, gnojevko in gnojnico pa se raztrosi po zemlji pred setvijo. (Mihelič in sod., 2010) Konoplji ne ustrezajo intenzivno obdelana zemljišča, na katerih je bilo uporabljenih veliko kemikalij, še posebej herbicidi, tudi, če je od zadnje uporabe herbicidov na zemljišču minilo že nekaj let (Gojenje konoplje, 2019).

Konoplja v kolobarju je odličen naravni način varstva pred pleveli, boleznimi in škodljivci. Lahko uspeva za vsemi poljščinami in sama je tudi odličen predposevek vsem ostalim poljščinam.

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

Kolobarjenje v kombinaciji s konopljo poteka tako: 1. leto koruza; 2. ali 3. leto pravo žito + strniščni dosevek ali zrnata stročnica, 3. ali 4. leto konoplja. Če želimo ekološko pridelati konopljo je potrebno za prejšnjo poljščino imeti stročnico (Gojenje konoplje, 2019).

Naravni sovražniki konoplje so pleveli, bolezni in škodljivci. Pleveli zaradi hitre in goste rasti konoplje ne morejo zrasti. Le redko se uporablja mehansko zatiranje plevel s pletjem, dva do trikratnim ročnim ali strojnim okopavanjem, pri namenu pridelovati seme za npr. olje ali naslednjo setev. Najnevarnejši pleveli so: predenica (*Cuscuta epilinum* Weihe), škodljiva ovijalka konoplje in lana in vejnati ali razrasli pojalnik (*Orobancha ramosa* Dum.). Stebla pojalnika se zajedajo v konopljeno steblo, uničujejo kakovost vlaken in ovirajo spravilo. Pri kupljenem semenu pleveli ni, ker ga prej na poseben način očistijo (prav tam).

Od bolezni poznamo konopljino pegavost (*Septoria cannabis* (Lasch.) Sacc.). Pojavlja se na listih kot okrogle, temno obrobljene sivorjave pege z drobnimi črnimi pikami. Zaradi gostote setve in višine stebel, kemično zatiranje ni možno. Poznamo tudi virusno progavost, ki se kaže kot razbarvanje listov. Zobci listnega roba se obračajo navznoter, lističi pa se zvišajo. Virus se prenaša z okuženim listnim sokom, prenašalke pa so uši iz rodu *Diphorodon cannabis* Pass. Zaradi prenašanja okužb tudi s semenom, je edini način zatiranja setev zdravega, neokuženega semena (prav tam).

Med škodljivce štejemo bolhače (*Psyllioides attenuata* Koch), sovke (*Agrotis* sp.), koruzno veščo (*Ostrinia /Pyrausta/ nubilalis* Hbn.) in stebelno ogorčico (*Ditylenchus dipsaci* (Kulm.) Filip.). Konopljin zavijač (*Grapholita delineaana* Walk.) lahko povzroči precejšnjo škodo. Zavrta se v stebela in izjeda luknje, na mestu vdora pa pusti značilne zadebelitve. Zmanjša se kakovost vlaken in pridelek semen. Zavijač ima več oblik in lahko oblikuje več rodov v enem letu. Konopljina uš sesa listni sok in povzroča zvišanje in kodranje listov, rdečo obarvanost in sušenje (*Phorodon cannabis* Pass.). Uši te vrste živijo samo na konoplji, in se kot druge uši zbirajo v skupine na spodnji strani listov. Močnejši napadi uši se navadno začne v avgustu. Tudi ptice lahko naredijo veliko škodo z kljuvanjem semen, zato se uporabljajo mehanska ali kemična odvrčala. Zaradi podobnih bolezni in škodljivcev, ki jih ima hmelj, konoplje ni priporočljivo sejati v bližini hmeljišč. V Sloveniji je povprečna kmetija velika 6,5 ha, kar ni veliko. Pa tudi vedno manj je kmetij. Zato za obstoj kmetije lahko finančno prispeva dopolnilna dejavnost. Ena od teh dopolnilnih dejavnosti je pridelava in predelava konoplje. (prav tam)

Pavlovič (2016) je opravil stroškovno analizo investicije v predelavo konoplje. Skupni stroški bi znašali približno 30.000 evrov. Za oljarno (prostor, oprema) 8.000 evrov, za pakirnico (oprema, prostor) 5.000 evrov, 10.000 za priključek za žetev, sušilnica 3.000 in za ostale

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

stroške 4.000 evrov. Prikluček za žetev je kardanska grebenska kosilnica, predelana za potrebe košnje zgornjega dela konoplje, bogatega z listi in socvetji. Takšnega priklučka v Sloveniji ni, se pa lahko dobi v tujini. Med ostale stroške spada nakup stroja za razpihovanje semen, ki je tudi potreben pri ločevanju semen od plev in zelo olajša delo, ni pa nujen za samo investicijo.

Na osnovi ocenjenega hektarskega pridelka 1.000 kg semen/ha in 200 kg socvetja (vršički) in listov je izračunan prihodek. Izkušnje slovenskih oljarjev s konopljinimi semeni kažejo, da je za 1 liter olja potrebnih nekaj manj kot 7 kg semena. Iz hektarskega pridelka dobimo 150 litrov hladno stiskanega konopljinega jedilnega olja in dobrih 700 kg pogače za proteine in konopljino moko. Cene so povzete po odkupnih cenah zadrug in trgovcev v letu 2015, ki so na trgu do 3-krat višje. Pridelava konoplje ima količnik ekonomičnosti večji od 1 že pri hektarskem pridelku 700 kg semena.

Skupni dohodek za hektarski pridelek znaša 6.420 evrov. **Že v sedmem letu poslovanja se nam investicija povrne.** Pri 2 hektarjih obdelovalne površine je dohodek 12.840 evrov, kar bi stroške investicije povrnilo še hitreje, v treh letih. Ta dohodek tudi dosega povprečno letno neto plačo v Sloveniji, ki je leta 2015 znašala 12.156 evrov (SURS, 2018). Pri 3 hektarjih površin bi ob spravilu in sušenju že potrebovali pomoč, ki pa v izračunih ni povzeta. **Najprimernejša velikost obdelovalnih površin je 2,5 ha**, ki že zagotavlja paritetni dohodek in s tem primerljiv socialni status. Za obdelavo 2,5 ha površin kmetije tudi ne potrebujejo najemanja dodatnih delavcev, saj lahko celotno delo opravijo na kmetiji.

Za specializirano kmetijo so investicijski stroški v opremo in prostore za primarno predelavo konoplje še nižji za 10.000 evrov, ker ne potrebujejo priklučka za košnjo socvetja in listov. Investicijski stroški bi v tem primeru bili 20.000 evrov, kar ob hektarskem donosu predelanih izdelkov v vrednosti 6.420 evrov in ob 8 % obrestni meri, pomeni že pozitivno finančno bilanco že v četrtem letu predelave. Če upoštevamo 10-letno življenjsko dobo opreme, pomeni, da je investicija donosna (Pavlovič, 2016).

Na podlagi primernih rastnih pogojev za konopljo v Sloveniji in zgornje študije o stroškovni upravičenosti vlaganja v oljarne, lahko ugotovimo, da je pridelava oz. predelava konoplje perspektivna kmetijska panoga.

4 FITOREMEDIACIJSKE LASTNOSTI KONOPLJE

4.1 FITOREMEDIACIJA

Ekoremediacija je uporaba naravnih procesov za trajnostno varovanje okolja. Lahko preprečuje nadaljnje škodovanje ali pa zmanjšuje oziroma preprečuje škodovanje okolju. Možnosti uporabe ekoremediacij je veliko: za zmanjševanje onesnaževanja podtalnic in drugih vodnih teles z npr. fosfati, nitrati, pesticidi in ostalimi onesnaževali, zmanjševanje posledic vetrnih erozij, hrupa, smradu, sprožanja zemeljskih plazov, poplav, suš, onesnaževanja zraka, težkih kovin in drugih onesnaževal v tleh, zmanjševanje zaslanjevanja tal, prispeva k raznolikosti naravne raznolikosti itd. Tri izmed najbolj prevladujočih ekoremediacijskih metod čiščenja tal so rastlinske čistilne naprave, bioremediacija in fitoremediacija. Izbira katera remediacija je najbolj primerna, je odvisna od vrste strupenih snovi, finančnih sredstev, namembnosti zemljišča, tipa tal (homogenost, prepustnost, vlago, pH, oksidacijsko-redukcijski potencial (Eh) tal, vsebnost humusa in organsko vezanega ogljika, prisotnost olj in masti.

Fitoremediacija je proces, ki z uporabo rastlin odstranjuje onesnaževala iz tal (Korže in Vrhovšek, 2007; Vovk Korže 2012).

4.1.1 Opis fitoremediacije

Fitoremediacija je učinkovita, poceni in okolju prijazna metoda. S to metodo lahko iz tal odstranimo ali preprečimo, da se še naprej širijo težke kovine, gnojila, pesticide, nafto, eksplozive, topila, olja... Rastline razgradijo te snovi ali pa jih zadržujejo in preprečijo njihovo širjenje. Rastline črpajo te snovi v svoje korenine in tudi nadzemne dele. Rastline po fitoremediaciji lahko uporabimo za reciklažo kovin ali za energetske namene, lahko jo tudi kompostiramo (Korže, 2012; Korže in Vrhovšek, 2007).

Fitoremediacijo glede na način odstranjevanja onesnaževalcev delimo na:

- fitoekstrakcija;
- fitostabilizacija;
- rizofiltracija;
- fitovolatilizacija;
- rizodegradacija ali rizosferična degradacija;
- fitodegradacija ali fitotransformacija.

Fitoekstrakcija je proces, pri katerem rastline preko svojih korenin črpajo težke kovine v svoje nadzemne dele. Nadzemne dele rastlin ali pa celotne dele rastlin, ki vsebujejo težke kovine odstranijo in sežgejo ali kompostirajo. Pepel teh rastlin se mora ustrezno deponirati. Na ta način so onesnaževalci z nekega območja trajno odstranjeni. Proces se lahko izvaja globoko od nekaj cm do nekaj metrov. Rastline polne težkih kovin lahko po tem procesu tudi uporabijo za reciklažo kovin, veliko zanimanja za reciklažo kovin za reciklažo niklja in cinka. Pri tem procesu se lahko tudi uporablja konoplja (Vovk Korže in Janškovec, 2009; Vovk Korže, 2016).

Rizofiltracija je podobna metoda absorbiranja onesnaževalcev kot fitoekstrakcija, z to razliko, da je rizofiltracija namenjena predvsem za čiščenje podtalnic in ne samo absorpciji onesnaževalcev iz onesnažene zemlje. Rastline, ki uporabljajo za ta proces so vzgojene hidroponično in so aklimatizirane na specifične zahteve posameznih onesnaženih voda. Rastline nakopičene z strupenimi snovmi po procesu požanjejo in jih odpeljejo na odlagališče posebnih odpadkov. Rizofiltracija je manj uporabljen proces odstranjevanja, ima pa veliko potencialnih možnosti za uporabo. Rastlina, ki se uporablja za rizofiltracijo je npr. sončnica, ki je uspešno prestala preizkus odstranjevanja radioaktivnega urana iz vode, ki je bila radioaktivna zaradi nesreče v nuklearni elektrarni v Černobilu v Ukrajini.

Fitostabilizacija je metoda zelo podobna fitoekstrakciji in rizofiltraciji. Rastline preko svojih korenin črpajo onesnaževalce, glavna razlika pa pride na koncu. Rastline, ki so akumulirane z onesnažili ne požanjejo, ampak jih pustijo, da rastline onesnaževala imobilizirajo in ohranijo v okviru samega rastlinskega sistema, kjer ostanejo celo 'življenje' rastline. Bistvo tega procesa je zmanjšanje možnosti migracij strupov na druga območja. Kovine se v tem procesu ne razkrajajo, zato se lahko postavi vprašanje, če je tak način čiščenja res najprimernejši. Proces se uporablja predvsem na območjih, kjer je stopnja onesnaženosti razmeroma nizka oz. na velikih območjih, kjer drug način zaradi različnih dejavnikov preprosto ni mogoč. Prednost tega procesa je v tem, da lahko na območjih, kjer višja stopnja kovin v zemlji celo pospešuje rast rastlin, ki so sposobne akumulirati velike koncentracije kovin, z njihovim nasajanjem zmanjšamo učinek vetrovne erozije ali izpiranja zemlje, s tem pa zmanjšamo možnost, da bi se količina onesnaževalcev razširila po večji površini območja.

Pri **fitovolatilizaciji** rastline črpajo onesnaževala iz prsti in vode in jih nato v steblih transformirajo v nenevarne ali manj nevarne snovi, ki potem preko listov izhlapijo v zrak. Čeprav so te plinaste molekule, ki se sproščajo v atmosfero, praviloma manj strupene, je fitovolatilizacija sporen fitoremediacijski proces. Onesnaževalci, ki se sprostijo v zrak zato morajo biti transformirani tako, da ne bodo nevarni za okolje oz. zdravje ljudi.

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

Eden izmed primerov fitovolatilizacije je poizkus, kjer so uporabili genetsko spremenjeni rumeni topol. Temu topolu so dodali gen za redukcijo živega srebra, ki mu bo omogočilo prenesti višjo vsebnost živega srebra. Topol bo nato lahko spremenil obliko kovinskih ionov živega srebra v elementarne snovi, ki jih bo skozi liste izločil v atmosfero. Topoli so tudi posebej učinkoviti pri odstranjevanju spojine TCE (trikloroetilen), ki se uporablja za razmaščevanje v inženirstvu in ostalih industrijskih panogah. Težava spojine TCE je v tem, da se zelo hitro širi pod površino tal. Topoli so sposobni volatilizirati skoraj 90 % izčrpanega TCE. Topoli delujejo kot ogromne črpalke, ki iz tal črpajo vodo, vključno z onesnaževalci, ki potem potujejo skozi rastlino in iz nje v atmosfero.

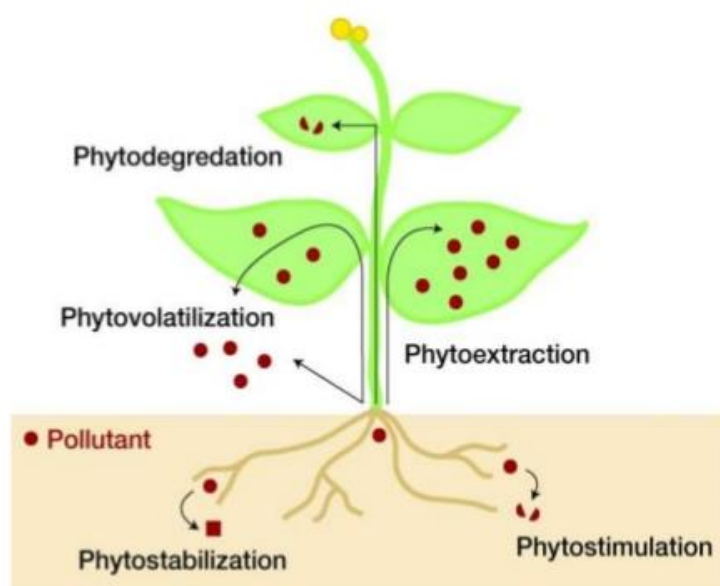
Uporabe drevesnih vrst za odstranjevanje onesnažil je vedno več, vendar na območjih, kjer so ti strupi v sorazmerno plitvejših delih tal (Vovk Korže, 2016; Vovk Korže in Janškovec 2009).

Rizodegradacija imenujemo tudi fitostimulacija ali poudarjena rizosferična degradacija. To je biodegradacija onesnaževalcev (goriva, topila, pesticidi) s pomočjo posebnih mikrobov in samih sposobnosti rizosfere (rizosfera je volumen tal, ki je pod vplivom aktivnosti korenin)

V procesu rizodegradacije sodelujejo območja z visoko stopnjo mikrobiološke biomase in posledično visoke stopnje mikrobiološke aktivnosti, ki pospešuje učinkovitost biodegradacije organskih substanc v rizosferi v primerjavi z ostalimi območji. Delno zato, ker rastlinske korenine povečujejo oksidacijo zemlje v njihovi bližini in izločajo metabolite v rizosfero. Kot dodatek temu rastlinskemu procesu so tudi glive, ki prav tako pripomorejo k učinkovitejšemu degradiranju organskih spojin. V bistvu je rizodegradacija notranja remediacija, izboljšana samo z naravnimi lastnostmi encimov, ki so aktivni v rastlinski korenini. Na ta način lahko pride do transformacije organskih spojin, ki ne bi bila mogoča brez rastlinske pomoči. Proces ima tudi eno negativno lastnost in sicer, da je precej počasnejši kot prej opisani proces rizodegradacije.

Rastline, ki se uporabljajo v tem procesu so vodni makrofiti (trsje, ločje) in trave (ljudjka, bilnica) (Vovk Korže in Janškovec, 2009; Justin Zupančič, 2010).

Fitodegradacija ali **fitotransformacija** vključuje biološko razbitje onesnaževalcev lahko interno – razgradnja snovi v metabolnih procesih do nestrupene ali manj strupene snovi ali pa eksterno s pomočjo encimov v rastlinah. Kompleksne organske molekule se s pomočjo biodegradacije razgradijo v enostavnejše, ki jih potem rastline vključijo v svoje tkivo. Zaradi prisotnosti izven celičnih encimov se lahko ta proces uporablja za razgradnjo različnih vrst kemikalij, na primer kloriranih topil, fenolov, eksplozivov in herbicidov. Uporabne rastline so topol, vrba, detelja in lucerna (prav tam).



Slika 8: Simboličen prikaz poteka fitoremediacij v rastlinah (Vir: Slideshare, 2015).

Za fitoremediacijski proces potrebujemo rastline, ki imajo naravno sposobnost črpanja teh strupenih snovi. Imenujemo jih hiperakumulatorji, zaradi njihovih velikih sposobnosti za črpanje teh strupenih snovi. Nekatere od teh rastlin lahko črpajo od 50 do 100-krat višjo količino kot ostale rastline. To so rastline kot so gozdni mošnjak (*Thaspi caerulescens*) in hallerjev penušnjak (*Cardaminopsis halleri*), ki lahko akumulirata cink in kadmij ter *Alyssum lesbiacum*, ki lahko akumulira nikelj. Največ takšnih rastlin raste v tleh, ki že naravno vsebujejo velike količine kovin. Njihove sposobnosti so posledica evlucijskih prilagoditev. Najpogosteje hiperakumulatorje uporabljajo za odstranjevanje bakra, niklja in cinka. Najbolj iskane rastline so pa tiste, ki bi odstranjevale kadmij in arzen (Vovk Korže in Janškovec, 2009). Izbira primernih rastlin je na podlagi zahtev procesa, lastnosti rastlin, klimatskih razmer, tipa tal, vrsto onesnaževalca in drugih okoljskih dejavnikov.

Zaradi hitre rasti se med fitoremediacijskimi rastlinami najpogosteje izbirajo vrbe in topoli, zaradi dobre akumulacije pa rastline iz rodu družine križnic (sončnica, ogrščica). Nekaj najbolj pogostih rastlin, ki se uporabljajo za fitoremediacijo:

- Rjava gorjušica (*Brassica Juncea*) je vsestranska rastlina, saj akumulira veliko težkih kovin: krom, baker, cink, selen, kadmij, svinec, cezij, nikelj.
- Navadna sončnica (*Helianthus annuus*) je zelo uspešna v tehniki rizofiltracije onesnažene prsti in vode. Uspešno so jo uporabili za odstranjevanje radioaktivnega urana v Černobilu v Ukrajini, kjer je bila jedrska nesreča .Hallerjev penušnjek

(*Helianthus annuus*) je hiperakumulacijska rastlina za črpanje cinka in kadmija. Praprotnica (*Pteris vittata*) je bila prva rastlina prepoznana za hiperakumulacijo arzena. Arzen akumulirajo vsi deli rastline.

- Vrba iva (*Salix caprea*) omejuje pronicanje nitratov in fosfatov globlje v tla.
- Rani mošnjak (*Thlaspi praecox*) zelo dobro akumulira cink. Akumulira še kadmij in svinec.
- Rdeča bilnica (*Festuca rubra*) je bila uporabljena v Mežiški dolini za tehniko fitostabilizacije, ki stabilizira polutante v onesnaženi prsti (kadmij, svinec, žveplov dioksid, cink), z namenom preprečitve odtekanja v podtalnico ali okolico.
- Tudi ovčja bilnica (*Festuca ovina*) je bila uporabljena za ta namen. Njena koreninska razrast preprečuje prenašanje onesnaženih prašnih delcev. Dobro prekriva tla in absorbira povišane koncentracije težkih kovin, da te ne preidejo v hrano. Absorbira cink, kadmij in najbolj svinec.
- Pasja trava (*Dactylis glomerata*) je prav tako primerna za fitostabilizacijo. Dobro se razraščča, raste na revni podlagi, dobro prenaša višje koncentracije kovin v zemlji, ter absorbirane kovine slabo prenaša iz korenin v poganjke. Je bolj občutljiva na cink in svinec, manj pa na kadmij.
- Rumeni topol (*Liriodendron tulipifera*) je gensko spremenjeni rumeni topol, kateremu je bil dodan gen za redukcijo živega srebra. Primeren je za fitovolatilizacijo tal onesnaženo z živim srebrom.
- Ječmen (*Hordeum vulgare*) in oves (*Avena sativa*) imata veliko tolerantnost na povečano koncentracijo bakra, kadmija in cinka in jih zato lahko tudi dobro akumulirajo v svoje nadzemne dele rastlin.
- Za fitoekstrakcijo svinca v prsti je primerna koruza (*Zea Mays*), saj lahko odstrani izjemno velike količine svinca.
- Lucerna (*Medicago sativa*) je primerna za fitoremediacijo bakra in niklja. (prav tam)
- Navadni tobak (*Nicotiana tabacum*) akumulira kadmij in cink s pomočjo bakterije, ki so bile najdene na semenih tobaka zraslih v prsteh, močno onesnaženih s Cd (kadmij) in Zn (cink).
- Oljna buča (*Cucurbita pepo*) je naustreznejša za odstranjevanje polikloriranih bifenilov, predvsem zaradi dobrega črpanja korenin in dobrega prenosa v nadzemne dele telesa.
- Cikorija (*Cichorium intybus*) je učinkovita pri fitoremediaciji tal (absorbicija in razgradnja) onesnaženih z DDT. Najpomembnejšo vlogo pri tako uspešnih lastnostih ima koreninski sistem, ki je gosto porasel z koreninskimi laski. Pomembno vlogo imajo tudi bakterije, ki se na njih razraščajo.

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

- Vodna hijacinta (*Eichhornia crassipes*) je primerna za čiščenje naravnih voda in voda onesnaženih z industrijskimi odpadki, v katerih so nižje koncentracij težkih kovin kot so cink, krom, kadmij, baker, svinec, nikelj, srebro, živo srebro.
- Mala vodna leča (*Lemna minor*) je primerna za fitoremediacijo voda onesnaženih z kadmijem, bakrom, cinkom in svincem.
- Vodna solata (*Pistia stratiotes*) ima sposobnost vezave težkih kovin v koreninah ali na njih (povzeto po Vovk Korže, 2016).

4.1.2 Nevarne snovi v tleh

Med naravnimi snovmi, ki so prisotne v naravi so tudi kovine. Prisotne so v vodi, tleh in zraku v različnih koncentracijah in oblikah. Določene kovine so v majhnih količinah nujno potrebne za naše zdravje. Med težke kovine prištevamo tiste kovine, ki imajo specifično gostoto 5-krat večjo od vode. Poznamo 23 težkih kovin. Težke kovine kot so svinec, kadmij, arzen in živo srebro so naravno prisotne, dodaten delež teh kovin prispeva tudi človek. V naravo pridejo predvsem prek kmetijstva, industrije in prometa. Prevelik vnos teh kovin v naravo škodljivo vpliva na ljudi, živali in rastline. Na človeka vpliva največ prek prehranjevalne verige. Vir kovin v živilih je lahko tudi prek embalaže in predelave živil. Zato je za zdravje ljudi pomembno upoštevati tudi zmožnost akumulacije kovin v organizmu. Mejne vrednosti težkih kovin ureja Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh iz leta 1996.

Agencija za strupene snovi in register bolezni (ATSDR) je težke kovine uvrstila na seznam (2017) najbolj nevarnih snovi:

- ✓ Arzen (As) 1. mesto
- ✓ Svinec (Pb) 2. mesto
- ✓ Živo srebro (Hg) 3. mesto
- ✓ Kadmij (Cd) 7. mesto
- ✓ Nikelj (Ni) 52. mesto
- ✓ Cink (Zn) 70. mesto
- ✓ Krom (Cr) 73. mesto
- ✓ Baker (Cu) 124. mesto

Svinec (Pb) je kovina, ki se uporablja za izdelavo svinčenih akumulatorjev, za zaščito električnih kablov, za izdelavo lovskega streliva, v jedrski tehniki, tiskarstvu, barvah, gorivu, pločevinkah, gradbeništvu (streha). V naravi je prisoten večinoma kot posledica industrijske aktivnosti in odlaganja odpadkov iz teh industrijskih aktivnosti. Zaradi tega so se koncentracije svinca v okolju v zadnjih 300 letih tisočkrat povečale, v drugi polovici prejšnjega tisočletja pa zmanjšale, predvsem zaradi zakonskih omejitev in strožjih določenih kriterijev. (ARSO, 2018) Na leto se proizvede okoli 10,7 milijonov ton te rude, več kot pol z recikliranjem (LDA International, 2019).

Svinec prehaja v hrano prek vode, zraka (skozi liste), tal in prahu, predvsem pa preko živil rastlinskega izvora (žito, žitni izdelki). Vnos svinca v hrano je odvisen od vrste rastlin, od onesnaženosti okolja in tipa tal, kjer se prideluje hrana in načina prehranjevanja. V živila živalskega izvora pride svinec preko krme ali zaradi neprimerne opreme in posode med proizvodnjo in distribucijo. Absorbirani svinec hitro preide v krvni obtok in nato v mehka tkiva in kosti, kjer se s časom akumulira. Svinec se kopiči predvsem v kosteh (NIJZ, 2019; ARSO, 2018).

Svinec je za zdravje škodljiv. Povzroča akutne in kronične zastrupitve: vpliva na centralni živčni sistem, krvožilni in imunski sistem, jetra, ledvice, reproduktivne organe. Danes so akutne zastrupitve v razvitem svetu redke. Temu so pripomogle nove tehnologije pri izdelovanju pločevink, vodovodnih cevi in nove zakonske omejitve. Mnogo pogostejše so kronične zastrupitve, ki nastanejo zaradi dolgotrajne izpostavljenosti majhnim koncentracijam svinca. Nekatere študije na živalih so nakazale možnost povezave svinca v telesu z nastankom raka, zato ga IARC (International Agency on Research in Cancer) uvršča med verjetne dejavnike

tveganja za rakave bolezni (skupina 2A). Pri mlajših otrocih je lahko vzrok za trajne nevrološke in psihološke spremembe, kot npr.: zaostajanje v razvoju, spremembe obnašanja, slabša učna sposobnost, agresivnost, slabša motorična koordinacija. Dojenčki in otroci so zaradi hitrejše absorpcije, presnovnih sposobnosti in večjega vnosa hrane na kilogram telesne teže še posebej ranljivi. Druga ranljivejša skupina so nosečnice. Razlog je v tem, da se pri posebnih fizioloških spremembah (nosečnost) in patoloških spremembah v telesu skladiščeni svinec lahko sprošča. Svinec prehaja preko posteljice na plod in z materinim mlekom na otroka. Lahko je vzrok za prezgodnji porod in nizko porodno težo otroka (prav tam).

Kadmij (Cd) je kovina, ki je naravno prisotna v različnih spojinah v zemeljski skorji. Večina kadmija se pridobi med pridobivanjem cinka. Kadmij se je v preteklosti največ uporabljal za zaščito proti koroziji jekla, danes pa za nikelj-kadmijeve akumulatore, za galvanske prevleke, kot sestavina zlitin za ležaje, za regulacijske palice v jedrskih reaktorjih, elektronske komponente (fotocelice, fotokopirni stroji, itd.). Kadmijeve spojine kot so kadmijev sulfid in selenid se uporabljata kot pigmenta v plastiki (NIJZ, 2019).

Glavni vir onesnaženosti okolja z kadmijem so gnojila, pridobljena iz fosfata, drugi viri so odpadne vode, zgorevanje fosilnih goriv in odpadkov. Pronica lahko v podzemno vodo. Človek je kadmiju izpostavljen prek zraka, pitne vode in največ preko hrane. Kadmij v zemlji in vodi prehaja v rastline in vodne organizme ter se tako akumulira v prehranski verigi. V Evropi so glavni prehranjevalni viri kadmija žita, stročnice, zelenjava, zrnje, oreščki in živalska drobovina. Večja izpostavljenost prek zraka je na industrijskih območjih in pri kadilcih (NIJZ, 2019).

Kadmij se nabira primarno v ledvicah (50 %), mišicah (20 %) in jetrih (15 %), od koder se izloča zelo počasi (10 do 30 let). Preko kože ne vstopa. Akutna izpostavljenost draži želodec in lahko povzroča drisko in bruhanje. Pri osebah z nižjo vsebnostjo železa je večja gostota kadmija v ledvicah, zato je ugotovljeno pri ženskah večja vrednost kopičenja kadmija. Pri ženskah je zaradi vnosa kadmija lahko moten metabolizem kalcija, česar posledica je osteomalacija (zmanjšana mineralizacija in mehčanje kosti) ali osteoporozna (izguba gostote in krhkost kosti). Kopičenje kadmija v telesu povzroča motnje pri metabolizmu vitamina D, beljakovin, kalcija, fosforja. Kadmij dokazano povzroča raka pljuč, obstajajo pa omejeni dokazi, da je povezan s pojavom raka na ledvicah, jetrih in prostati, materničnega vratu, mehurja in dojk. Dolgotrajna izpostavljenost kadmiju je povezana s povišanim krvnim tlakom in sladkorno boleznijo. Kadmij, če se inhalira, spada med rakotvorne snovi za človeka. Za drugačen vnos kadmija v telo ni dokazov, da bi bil rakotvoren. Na področjih, ki so bolj onesnažena s kadmijem je ugotovljena večja smrtnost za bolezni srca in ožilja, kar nakazuje, da ima kadmij vsaj spremljevalno vlogo,

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

če ne glavni vzrok. Določen je tudi sprejemljiv mesečni vnos kadmija v telo: 25 g/kg telesne teže (NIJZ, 2019).

Živo srebro (Hg) je strupena snov, ki se pojavlja v različnih kemičnih oblikah, od elementarnega živega srebra do anorganskih in organskih oblik živega srebra, med katerimi je metilno živo srebro najbolj strupeno. Živo srebro se uporablja v električnih in merilnih napravah, zobozdravstvu, pri proizvodnji klora, fungicidov, farmaciji, sprošča se pri zgorevanju premoga in odpadkov. Glavni vir vnosa živega srebra v človeško telo je hrana (organsko - metilno živo srebro v ribah). Vnos prek vode je manjši, razen, če se gre za večje onesnaženje. Živo srebro lahko vstopa v organizem tudi s hlapi prek dihal.

Anorgansko živo srebro škoduje predvsem ledvicam. Najbolj strupena oblika živega srebra je organska – metilno živo srebro, ki se kopiči v lasnih mešičkih in v možganih, posledice so psihične in nevrološke. Ranjivejše skupine so nosečnice in doječe matere (vpliv na otroka) Izpostavljenost metilnemu živemu srebru v času razvoja je pri živalih povezana z nižjo telesno težo, vplivom na gibalni in slušni sistem. Obstajajo povezave med dolgotrajnim vnosom nizkih odmerkov metilnega živega srebra in srčno-žilnimi boleznimi pri odraslih. Količina živega srebra v krvi in laseh sta najbolj pogosta indikatorja za dolgotrajni vnos metilnega živega srebra (prav tam).

Arzen (As) je v različnih spojinah prisoten v zemeljski skorji, zato je v nekaterih delih sveta stalno prisoten v vodi, predvsem podzemni. V vodo lahko pride tudi prek zraka, saj se uporablja v različnih industrijah (kmetijstvo – pesticidi, krma za živali; medicina, lesarstvo itd.) Glavni vnos arzena v človeško telo je prek rib in mesa, vode oz. pijač. Vnos z vodo preko kože in dihal ni pomemben. Najpogostejše posledice izpostavljenosti arzenu so kožne spremembe kot npr. hiperkeratoza in spremembe v pigmentaciji. Večletno uživanje pitne vodo s koncentracijo več kot 0,3 mg/l lahko povzroči raka kože, raka mehurja, raka pljuč, žilna in živčna obolenja. Mednarodna agencija za razvoj raka uvršča arzen in njegove spojine, še posebej v pitni vodi v skupino 1 (snov je rakotvorna za človeka). Pri živalih so podatki o rakotvornem delovanju omejeni. Mejna vrednost v pitni vodi je 0,10 µg/l (NIJZ, 2019).

Ostale strupene snovi v tleh in vodah so kemikalije kot so mazila, raztopila, olja, pesticidi, najpogosteje razširjena pa sta nafta in bencin. Ta hidro karbonata se, kot onesnaževalca, večinoma nahajata do globine dveh metrov pod površjem. Ker sta zaradi tega v skoraj neposrednem stiku z rizosfero (koreninski sistem), sta idealna kandidata za uporabo fitoremediacije. V okviru te potekajo procesi fitodegradacije, rizodegradacije in fitovolatilizacije (Vovk Korže in Janškovec, 2009).

4.2 FITOREMEDIACIJSKE SPOSOBNOSTI KONOPLJE

Konopljo so že uporabljali za fitoremediacijske namene in to za akumuliranje svinca, niklja, kadmija, kroma in cinka. Ker ima konoplja veliko nadzemne mase, globoke korenine in kratek življenjski cikel, kar so za hiperakumulatorje kovin zelo dobre lastnosti, sem se odločil, da preverim, če ima konoplja potencial, da spada med tako imenovane hiperakumulatorje. Analiziral in ovrednotil sem naslednje raziskave, ki jih podajam v nadaljevanju.

V Celjski in Zgornji Mežiški dolini so izvedli poljski poskus z navadno konopljo (sorti Tisza in Futura 75), ki je rasla v različno onesnaženih tleh s potencialno toksičnimi kovinami. Za odgovor, kolikšen je fitoremediacijski potencial navadne konoplje, so preučevali privzem kadmija, cinka in svinca v različne dele rastline. V Celjski kotlini so na treh različno onesnaženih krajih uporabili parcele v velikosti 3 x 6 metrov in setveno količino 300 semen na kvadratni meter. Sejali so maja in ročno želi oktobra. Med rastno dobo posevka niso dognojevali niti plevela zatirali. Privzem potencialno toksičnih kovin so v koreninah, stebelu (ločeno povrhnjica in stržen, ločeno tudi po spolu), socvetjih in semenu. Suh rastlinski material so zmleli in vzorce tkiv poslali v Kanado v laboratorij Bureau Veritas Commodities Canada Ltd., kjer so potekale meritve potencialno toksičnih kovin. Fitoremediacijski potencial so izračunali kot produkt med pridelkom posameznega tkiva konoplje in koncentracije kovine v tem tkivu.

V Zgornji Mežiški dolini so junija ročno sejali na površini 2 x 2 metra, z gostoto setve 300 rastlin na kvadratni meter. Zopet niso dognojevali in zatirali plevela. Žetev so izvedli ročno oktobra. Vzorčili so na enem kvadratnem metru in stehali pridelke stebel, korenin in semena. Privzem kovin so določali v koreninah, stebelu (ločeno povrhnjica in stržen, ločeno tudi po spolu), socvetjih in listih, toda ne za vse lokacije v vseh tkivih. Priprava vzorcev je bila enaka kot v Celjski kotlini. Vsebnost kovin v zemlji je bila določena z metodo induktivne razklopljene plazme po razklopu vzorca z zlatotopko v laboratoriju Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.

Ugotovili so, da kovine v tleh ne vplivajo negativno na rast rastlin. Največ kadmija in svinca so izmerili v socvetjih in koreninah, največ cinka pa v socvetjih in semenih. V Celju je imela Futura 75 najvišji fitoremediacijski potencial za kadmij (1,66 g/ha), svinec (5,29 g/ha) in cink (170,87 g/ha). V Zgornji Mežiški dolini je bil fitoremediacijski potencial odvisen od gradienta kovin v tleh. Na bolj onesnaženih krajih je fitoremediacijski potencial bil višji kot pa na krajih z nižjo vsebnostjo toksičnih kovin. Najvišja dosežena vrednost fitoremediacijskega potenciala je bila

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

3,7g/ha pri sorti Futura 75, 135g/ha za privzem svinca pri sorti Tisza in 362,5g/ha za privzem cinka pri sorti Tisza.

Kljub dobremu privzemu kovin iz tal se je navadna konoplja pokazala kot nizko učinkovita za uporabo v remediacijske namene na obeh poskusnih lokacijah. Za zmanjšanje koncentracije kadmija za 1 ppm v zgornjih 30 cm zemlje bi potrebovali obdobje več tisoč let, za zmanjšanje svinca za 1 ppm več 10 do 100 let, za zmanjšanje cinka za 1 ppm pa več 10 let. Je pa lahko konoplja na onesnaženih kmetijskih površinah dobra alternativa, saj se lahko uporabi kot gradbeni material, biogorivo, bioplastika, ne pa za prehrabene namene in teksil (Flajšman in sod., 2019).

Naslednja raziskava je potekala v Bolgariji med leti 1999 in 2001. V raziskavi so bile uporabljene lan, bombaž in navadna konoplja. Eksperimentalne parcele so bile 0,5 do 15 km od vira onesnaženja blizu kraja Plovdiv. Preučevali so stopnjo onesnaženosti in način kako težke kovine (baker, kadmij, cink, svinec) vstopijo v rastline z jemanjem vzorcev tal in rastlin. Vsebnost težkih kovin v rastlinskem materialu (korenine, stebila, listi, semena, cvetovi) so določili po metodi suhe mineralizacije. Kvantitativne meritve so bile izvedene z metodo induktivne razklopljene plazme.

Njihovi zaključki so bili: v akumulaciji težkih kovin v vegetativnih in reproduktivnih organih obstaja jasna posebnost vrste lana, konoplje in bombaža. Porazdelitev težkih kovin po osi rastline se zdi selektivna, vsebnost težkih kovin v lanu in konoplji se zmanjšuje v naslednjem vrstnem redu: korenine – stebila – listi – semena, bombažu pa listi – semena – korenine – stebila. Dlje kot so bile posejane te rastline od vira onesnaženja, manj so bile akumulirane z težkimi kovinami. Lan je pridelek, ki najbolj močno absorbira in nabira težke kovine iz zemlje, čemur sledi konoplja in bombaž. Najvišje vsebnosti so bile odkrite v lanenih koreninah, kjer je svinec dosegel 104,4 mg/kg, baker 30,5 mg/kg, cink 211,8 mg/kg in kadmij 8,69 mg/kg. Nižje vrednosti so bile v koreninah konoplje in sicer 38,2 mg/kg svinca, 7,2 mg/kg bakra, 66,8 mg/kg cinka in 1,03 mg/kg kadmija. Najnižje vrednosti so izmerili pri koreninah bombaža – 3,9 mg/kg svinca, 2,7 mg/kg bakra, 13,9 mg/kg cinka in 0,155 mg/kg kadmija. Lan in konoplja sta kulturi, primerni za gojenje v industrijsko onesnaženih regijah - odstraniti precejšnje količine težke kovine iz tal s koreninskim sistemom in se lahko uporabijo kot potencialni pridelki za čiščenje tal iz težkih kovin (Angelova in sod., 2004).

Z namenom ugotoviti, kolikšna je zmogljivost navadne konoplje za dekontaminacijo prsti, onesnaženo z težkimi kovina niklja, kadmija in svinca, je bila izvedena raziskava na območju Nemčije (Linger in sod., 2002). Ugotoviti so tudi želeli vpliv težkih kovin na vlakna te rastline, da bi, če je možno, po žetvi uporabili za kakšen komercialni namen, kot npr. biogorivo,

gradbeništvo. Vrsto sorte konoplje, ki so jo uporabili je bila USO 31. Testna površina je bila 3 x 4 metre, gostota sejanja 250 semen na kvadratni meter. Posadili so 100 rastlin, brez dodatnega dognojevanja. Sejanje je potekalo 12. junija in žetev 24. septembra. Tla na katerem je potekala raziskava je bila onesnažena z blatom iz čistilnih naprav z koncentracijo 102 ppm kadmija (Cd), 419 ppm niklja (Ni) in 454 ppm svınca (Pb). Določanje vsebnosti težkih kovin je potekalo z metodo atomske absorpcijske spektroskopije (AAS). Analizirali so 4 dele rastline: liste, vlakna, semena in pezdri (sredica). Največ vsebnosti težkih kovin je bilo v listih. Fitoremediacijsko zmogljivost konoplje so določili pri absorpciji 126 g kadmija na hektar konoplje (vegetativno obdobje), kar je 16 krat manj kot *Thlaspi caerulescens* (mošnjak), rastlina znana kot ena najboljših hiperakumulatorjev kadmija, ki zmore akumulirati 2 kg kadmija na hektar v enem letu v idealnih okoliščinah. Zaključili so še, da se konoplje, ki raste v teh, onesnaženih s težkimi kovinami, ne more uporabiti v prehranski industriji, niti v tekstilni. Lahko se pa uporabi v kot sestavino lakov, gradbenih materialov in v proizvodnji energije v termoelektrarnah. Čistost in trdnost vlaken v konoplji se bistveno ne razlikuje od konoplje, ki raste na neonesnaženih tleh, se pa razlikuje gostota vlaken, ki je manjša pri onesnaženi konoplji. Konoplja je zaradi manjšega fitoremediacijskega potenciala primerna za tla, ki imajo manjšo vsebnost onesnažil. Hkrati njen fitoremediacijski potencial povečuje dejstvo, da je njen nadzemni del možno uporabiti v različne namene (npr. gradbeništvo, biogorivo, bioplastika) (Linger in sod., 2002).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

V letu 2017 je bilo v Sloveniji posejane industrijske konoplje: v Pomurju 67,29 ha, v Podravski regiji 46,58 ha, v Osrednjeslovenski regiji 46,16 ha, v Gorenjski regiji 31,33 ha, v Savinjski regiji 30,47 ha, v Jugovzhodni regiji 29,99 ha, v Posavski regiji 20,74, v Goriški regiji 6,67 ha, v Koroški regiji 3,2 ha, v Obalno – kraški regiji 2,9 ha, v Primorsko – notranjski regiji 11,83 ha in v Zasavski regiji 2,63 ha.

V letu 2018 je bilo v Sloveniji industrijske konoplje posejane: v Pomurju 122,84 ha, v Osrednjeslovenski regiji 33,34 ha, v Jugovzhodni regiji 23,73 ha, v Podravski regiji 25,80 ha, v Gorenjski regiji 25,32 ha, v Goriški regiji 6,82 ha, v Obalno – kraški regiji 1,72 ha, v Savinjski regiji 8,19 ha, v Posavski regiji 11,63 ha in v Zasavski regiji 1,52 ha.

Iz teh podatkov lahko razberemo, da je bilo največ posajene konoplje v Sloveniji v Pomurski regiji. Za ostala leta podatkov nisem imel, vendar sklepam, da je bilo v ostalih letih največ posejane konoplje tudi v Pomurju. V Pomurju je tudi največ kmetijskih površin, zato to tudi ni veliko presenečenje, če je tam posajene tudi največ konoplje.

Hipotezo, da se največ industrijske konoplje pridelava v Pomurju lahko potrdimo.

Konoplji najbolj ustrezajo rodovitna, globoka, odcedna in s humusom bogata tla s pH vrednostjo od 6 do 6,7. Najbolj ji ustreza blaga klima. Raste vsepovsod na svetu, razen v delih sveta, kjer so ekstremni rastni pogoji za rast rastlin. Sloveniji večinoma prevladuje zmerno celinsko podnebje, nekaj je submediteranskega, nekaj pa alpskega podnebja. Na področju, kjer je zmerno celinsko podnebje, je zemlja najbolj rodovitna (najbolj vzhod Slovenije). Tudi na področju, kjer je submediteransko podnebje je zemlja rodovitna, je pa manj padavin. Sort konoplje je veliko in so različno prilagojene glede na tip tal in podnebje. Tudi študija o stroškovni upravičenosti vlaganja v oljarne je potrdila, da je pridelava oz. predelava konoplje perspektivna kmetijska panoga.

Hipotezo, da so v Sloveniji dobri rastni pogoji za konopljo lahko potrdimo.

Hiperakumulacijska rastlina je rastlina, ki ima veliko sposobnost akumuliranja toksičnih snovi v svoje telo. Flajšman in sodelavci (2019) so po raziskavi, ki so jo sami izvedli v Celjski kotlini in Zgornji Mežiški dolini ugotovili, da navadna konoplja ne akumulira veliko količine težkih kovin in zato ni primerna kot hiperakumulacijska rastlina. Je pa lahko primerna za fitoremediacijo onesnaženih kmetijskih površin, če se pridelek po žetvi uporabi kot gradbeni material, biogorivo ali kompozit plastike.

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

V Bolgariji so med leti 1999 in 2001 preučevali stopnjo onesnaženosti in sprejem kovin (baker, kadmij, cink, svinec) vstopijo v lan, konopljo in bombaž. Največji sprejem kovin je bil ugotovljen pri lanu in nato pri konoplji. Zaključili so, da sta lan in konoplja lahko primerna za gojenje v industrijsko onesnaženih regijah in se lahko uporabita kot potencialni pridelki ter obenem za čiščenje tal težkih kovin.

Linger in sodelavci so leta 1999 v Nemčiji preizkusili kolikšna je fitoremediacijska sposobnost konoplje in ali so njeni deli po akumulaciji primerni za nadaljnjo uporabo. Zaključili so, da konoplja ni primerna za fitoremediacijo, če je edini namen samo odstranitev težkih kovin iz zemlje. Obenem mora biti tudi interes za predelavo vlaken v komercialne namene (gradbeništvo, plastika, biogorivo).

Hipotezo, da je konoplja primerna kot fitoremediacijska rastlina lahko zavrnamo, vendar ne čisto v celoti, kajti lahko jo uporabimo za čiščenje težkih kovin iz tal, če imamo namen uporabiti vlakna iz stebel za nadaljnjo predelavo za gradbene materiale, plastiko, biogorivo ali kakšne ne prehranske namene. Mislim, da je pridelava konoplje na onesnaženih kmetijskih površinah boljša možnost kot pa, da bi to zemljišče bilo neuporabljeno.

6 POVZETEK

Zgodovinarji so našli dokaze, da so konopljo uporabljali že dvanajst tisoč let nazaj. Že nekaj tisoč let pr. nš. so jo uporabljali za izdelavo lokov, papirja, vrvi. V Sloveniji prvi zapisi za uporabo konoplje segajo v 16. stoletje. Z napredkom tehnologije se je povečalo tudi število različnih izdelkov iz konoplje. Danes jo uporabljajo v avtomobilski, gradbeni, prehranski, tekstilni industriji, uporabljajo jo tudi za izdelavo plastike. Zloraba druge vrste konoplje (*Cannabis indica*) je povzročila tudi zloglasen ugled navadni industrijski konoplji (*Cannabis sativa*). Dolgo je bilo prepovedano gojiti konopljo po celemu svetu. Šele v zadnjih treh desetletjih so zakonsko omogočili legalno pridelavo industrijske konoplje.

Obstaja več sort konoplje. Različne sorte so namenjene različnim namenom pridelave. Zadruga Konopko za slovenske kmete najbolj priporoča sorti Uso-31 in Finola.

V Sloveniji se največ konoplje pridelava v Pomurju. Leta 2017 so posadili v Pomurju 67,29 ha, v Osrednjeslovenski regiji 46,16 ha, v Goriški regiji 6,67 ha, v Podravski regiji 46,58 ha, v Posavski regiji 20,74 ha, v Jugovzhodni regiji 29,99 ha, v Koroški regiji 3,2 ha, v Zasavski 2,63 ha, v Savinjski 30,47 ha, v Obalno – kraški 2,9 ha, v Primorsko – notranjski 11,83 ha in v Gorenjski regiji 31,33 ha konoplje.

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

V letu 2018 so posadili: Pomurska regija 122,84 ha, Osrednjeslovenska regija 33,34 ha, Jugovzhodna regija 23,73 ha, Podravska regija 25,8 ha, Gorenjska regija 25,32 ha, Goriška regija 6,82 ha, Obalno – kraška 1,72 ha, Koroška regija 1,63 ha, Primorsko – notranjska regija 7,94 ha, Savinjska regija 8,19 ha, Posavska regija 11,63 ha in Zasavska regija 1,52 ha konoplje.

Rastni pogoji za konopljo so dobri, saj ima Slovenija rodovitno prst in ugodno klimo. Konoplja tudi ni zahtevna za gojenje in nima veliko škodljivcev.

Ekoremediacija je uporaba naravnih procesov za varovanje okolja. Preprečuje ali zadržuje onesnaženje prsti in vode. Fitoremediacija je proces, v katerem rastline akumulirajo težke kovine iz tal. Rastline, ki imajo veliko sposobnost akumuliranja toksičnih snovi imenujemo hiperakumulatorji. Najbolj nevarne težke kovine so arzen (As), kadmij (Cd), svinec (Pb), živo srebro (Hg), baker (Cu), krom (Cr) in nikelj (Ni). Poznamo več vrst fitoremediacije: fitoekstrakcija, fitovolatilizacija, fitostabilizacija, rizofiltracija, fitotransformacija in rizodegradacija.

Raziskave, ki so jih opravili Flajšman in sodelavci v Celjski kotlini in Zgornji Mežiški dolini so pokazali, da konoplja ni primerna za fitoremediacijsko rastlino, ker ne akumulira dovolj težkih kovin v primernem času. Je pa primerna za fitoremediacijo takrat, ko želimo pridelek stebela uporabiti za nadaljno predelavo v uporabne izdelke v gradbeništvu, kot biogorivo ali plastiko.

V Bolgariji je Angelova skupaj s sodelavci preučevala kako v lan, konopljo in bombaž vstopijo težke kovine in kako te rastline reagirajo na njih. Prišli so do sklepa, da konoplja je primerna za gojenje na onesnaženih tleh.

Raziskavo, ki sem jo še podrobneje analiziral je bila opravljena v Nemčiji. Linger in sodelavci so preizkušali fitoremediacijski potencial konoplje in njeno uporabnost po akumulaciji težkih kovin. Ugotovili so, da konoplja ni primerna kot hiperakumulacijska rastlina, je pa primerna za fitoremediacijo onesnaženih površin, če pridelek kasneje uporabijo v komercialne namene, kot so gradbeništvu, biogorivo in plastika.

SUMMARY

Historians have found evidence that they used hemp already twelve thousand years ago. Few thousand years B.C. hemp was used to make bowes, paper, ropes. First records of usage of hemp in Slovenia dated back to 16th century. Number of products from hemp increased with the advancement of technology. Today it is used in the automotive, construction, food, textile industry, and its also used in the manufacture of plastics. The abuse of another type of cannabis (*Cannabis indica*) has also caused a notorious reputation for industrial cannabis (*Cannabis sativa*). For a long time it was forbidden to cultivate cannabis around the world. Only in the last three decades its legal to cultivate hemp. There are several varieties of hemp. Various varieties are intended for different purposes of cultivation. Konopko the farm community is recommending varieties Uso-31 and Finola for Slovenian farmers. In Slovenia, most hemp is produced in Pomurje. In year of 2017, 67.29 hectares were planted in Pomurje, 46.16 ha in the Osrednjeslovenska region, 6.67 ha in the Goriška region, 46.58 ha in the Podravska region, 20.74 ha in the Posavje region, 29.99 ha in the Jugovzhodna region, 3.2 ha in the Koroška region, 2.63 ha in Zasavska, 30.47 ha in Savinjska, 2.9 ha in Obalno - kraška, 11.83 ha in Primorska - notranjska and 31.3 ha in the Gorenjska region.

In 2018 they planted: Pomurje region 122.84 ha, Osrednjeslovenska Region 33.34 ha, Jugovzhodna region 23.73 ha, Podravska region 25.8 ha, Gorenjska region 25.32 ha, Goriška region 6.82 ha, Obalno - kraška 1.72 ha, Koroška region 1.63 ha, Primorsko - notranjska region 7.94 ha, Savinjska region 8.19 ha, Posavje region 11.63 ha and Zasavska region 1.52 ha of hemp. Growing conditions for hemp are good, because Slovenia has a fertile soil and a good climate. Hemp is also not demanding for cultivation and does not have a lot of pests.

Ecoremediation is the use of natural processes to protect the environment. It prevents or retards contamination of soil and water. Fitoremediation is a process in which plants accumulate heavy metals from the soil. Plants that have a high ability to accumulate toxic substances are called hyperaccumulators. The most dangerous heavy metals are arsenic (As), cadmium (Cd), lead (Pb), mercury (Hg), copper (Cu), chromium (Cr) and nickel (Ni). We know several types of phytoremediation: phytoextraction, phytovolatilization, phytostabilisation, rizofiltration, phytotransformation and rhizodegradation. Research carried out by Flajšman and colleagues in the Celje basin and the Upper Mežica valley showed that hemp is not suitable for the phytoremediation plant because it does not accumulate enough heavy metals at a suitable time. It is suitable for phytoremediation when we want to use fibre crops for further processing into useful construction products, as biofuel or plastic.

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

In Bulgaria, Angelova and colleagues studied how heavy metals can enter flax, cannabis and cotton and how these plants respond to them. They came to the conclusion that hemp is suitable for cultivation on contaminated soils.

The research I analyzed in more detail was done in Germany. Linger and colleagues tested the phytoremediation potential of cannabis and its usefulness after the accumulation of heavy metals. It was found that hemp is not suitable as a hyperaccumulation plant, but it is suitable for phytoremediation of contaminated areas if they later use the crop for commercial purposes, such as construction, biofuel and plastics.

7 VIRI

1. Angelova, V., Ivanova, R., Delibaltova, V., Ivanov, K. (2004). Bio accumulation and distribution of heavy metals in fibre crops (flax, cotton and hemp). Department of Chemistry, University of Agriculture, Mendeleev street 12, 4000 Plovdiv, Bulgaria; Department of Plant science, University of Agriculture, 4000 Plovdiv, Bulgaria. Industrial crops and products št. 19, str 197-205.
2. ARSO. Agencija republike Slovenije za okolje Medmrežje: <https://www.arslo.gov.si/> (12.4.2019)
3. Ashton, G. (2001). Pharmacology and effects of cannabis: A brief review. British journal of psychiatry. University of Newcastle uponTyne, Department of Psychiatry, Royal Victoria Infirmary, Newcastle uponTyne, 2001, št. 178, strani 101 - 106.
4. ATSDR (2017) – Agency for toxic substances and disease registry. Medmrežje: <https://www.atsdr.cdc.gov/SPL/> (1.6.2019).
5. Čeh, B., Čremožnik, B., Kolenc, Z. (2017). Sorte konoplje z EU sortne liste v Sloveniji – površina, pridelek stebel in vsebnost eteričnega olja v socvetju. V: Hmeljarski bilten: 24(2017). Žalec, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. str. 99 – 108.
6. Elfordy, S. (2007). Mechanical and thermal properties of lime and hemp concrete («hempcrete») manufactured by projection process. Science direct: Construction and building materials. Baud, France, 2007, št. 22, str. 2116 – 2123.
7. Eror, A. (2015). Industrijska konoplja, primerjalni pregled, raziskovalni dokumentacijski sektor. Medmrežje: https://fotogalerija.dz-rs.si/datoteke/Publikacije/Zborniki_RN/2015/Industrijska_konoplja.pdf?fbclid=IwAR0kMdBpm_b2EglAKIwdseZobiVfg115aYwTNW6iOi9BMMkFJCCGciXlc2M (1.6.2019).
8. Flajšman, M., Kocjan Ačko, D., Grčman, H., Zupan, M. (2019). Novi izzivi v agronomiji 2019, Vsebnost Cd, Pb in Zn v dveh sortah navadne konoplje (Tisza, Futura 75) gojene v okolici Celja in v Zgornji Mežiški dolini. Zbornik simpozija 2019, Slovensko agronomsko društvo, str. 195-201.
9. Habjanič, L., Zapušek, A. Prehranski izdelki iz konoplje. Medmrežje: <http://www.konopko.si/prehrana> (22.5.2019).
10. Hasič, E. Industrijska konoplja in tekstil. Medmrežje: <http://www.konopko.si/tekstil> (22.5.2019).

- Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019
11. Huevels, S. (2013). Transitioning towards a biobased and sustainable construction industry – The case of hempbased applications in the Dutch construction industry. Magistrsko delo, stran 4.
12. ICANNA. Mednarodni inštitut za kanabinoide: kanabinoidi. Medmrežje: <http://www.institut-icanna.com/si/kanabinoidi.html> (25.5.2018).
13. Izvedbena uredba komisije (EU) št. 809/2014. Poglavje 4: Posebna opozorila, člen 45 in priloga, 2014 Medmrežje: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/si/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0809> (8.5.2017).
14. Joshi, S.V. (2003). Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites? Science direct: Composites. Michigan state, USA, 2003, št. 35, str. 371 – 376.
15. Kanabis (2016). Sekcija za klinično toksikologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana. Medmrežje: <http://ktf.si/toxi-indeks/droge/kanabis/> 19.5.2019).
16. Konopko zadruga. Medmrežje: <http://www.konopko.si/>.
17. Lamovec, M. (2016): Mihova hiša iz konoplje. Medmrežje: <https://slovenskekonjice.si/objava/56162> (2.3.2018).
18. LDA International - Lead development association international Medmrežje: <http://web.archive.org/web/20070827030846/http://www.ldaint.org/information.htm> (25.5.2019).
19. Linger P., Mussig J., Fischer H., Kobert J. (2002). Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) growing on heavy metal contaminated soil: fibre quality and phytoremediation potential. Department 9 – Chemistry, Psysiological Chemistry of Plants, University of Wuppertal, Gaus Str. 20, 42097 Wuppertal, Germany, Faserinstitut Bremen eV. Fibre Po box 10 58 07, 25058 Bremen, Germany. Industrial crops and products št. 16, str. 33-42.
20. Mihelič, R., Čop, J., Jakše, M. in drugi (2010). Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
21. MKGP. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Objavljena sprememba pravilnika o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplja in maka. Medmrežje: http://www.mkgp.gov.si/si/medijsko_sredisce/novica/9955/ (25.5.2018).

- Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019
22. MKGP. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Matjaž Grkman (elektronska pošta), 2019.
23. NCSL (2019) National conference of state legislatures Medmrežje: <http://www.ncsl.org/research/agriculture-and-rural-development/state-industrial-hemp-statutes.aspx> (2.6.2019).
24. NIJZ. Nacionalni inštitut za javno zdravje. Medmrežje: <https://www.nijz.si/> (1.6.2019).
25. Novak, M. (2017). Prehrana: CBD – eden najbolj raziskanih kanabinoidov. Zdrave novice. Ljubljana, 2017, Maj, stran 32.
26. Okretič, S. (2017). Intervju: Sani Okretič – Hiša iz konoplje. Medmrežje: <https://konoplja.net/blogs/novice/intervju-sani-okretic-hisa-iz-konoplje> (2.3.2018).
27. Part K., Šket T. (2016). Uporaba konoplje v gradbeništvu: raziskovalna naloga. Šolski center Celje, Srednja šola za gradbeništvo in varovanje okolja
28. Pavlovič, M., Pažek, K., Grašič, B. (2016). Predelava konoplje kot dopolnilna dejavnost kmetij. V: Hmeljarski bilten: 23(2016). Žalec, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije. str. 105 – 114.
29. Pravilnik o pogojih za pridobitev dovoljenja za gojenje konoplje in maka (Uradni list RS, št. 40/11, 36/15 in 33/18) Medmrežje: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10544#> (19.5.2019).
30. Pravilnik o spremembi in dopolnitvi Pravilnika o pogojih za pridobitev dovoljenja gojenja konoplje in maka, stran 4943 (Uradni list RS, št. 108/99, 44/00, 2/04) Medmrežje: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2018-01-1553/pravilnik-o-spremembi-in-dopolnitvi-pravilnika-o-pogojih-za-pridobitev-dovoljenja-za-gojenje-konoplje-in-maka> (19.5.2019)
31. Robinson, R. (2000). Velika knjiga o konoplji: popolni vodič po okoljski, komercialni, zdravstveni rabi ene od najbolj izjemnih rastlin na Zemlji. Ljubljana, samozaložba A. Urbančič, 248 strani.
32. S.C., (2018) Justice laws website (spletna stran pravosodja) Medmrežje: <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2018-145/page-1.html#docCont> (2.6.2019).
33. Sorte industrijske konoplje (2019). Medmrežje: http://www.konopko.si/baza_znanja#c2 (20.5.2019).

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

34. Statistični urad republike Slovenije. Plače. Medmrežje: <http://www.stat.si/StatWeb/Field/Index/74> (23.3.2018).
35. Tasič, J. 2009. Konopljino olje – čudežno zdravilo. Medmrežje: <http://vizita.si/clanek/alternativno/konopljino-olje-cudezno-zdravilo.html> (7.5.2017).
36. Uradni list Evropske Unije, Skupni katalog poljščin, 37. dopolnjena izdaja (2019/ C 13/01) Medmrežje: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=OJ:JOC_2019_013_R_0001&from=SL (15.6.2019).
37. Verovnik, S. (2018). Hiša iz konoplje in brez grama cementa. Medmrežje: <https://www.vecer.com/hisa-iz-konoplje-in-brez-grama-cementa-6439436> (12.4.2018).
38. Vovk Korže, A. (2012). Medsektorski ukrepi za prilagajanje podnebnim spremembam z ekoremediacijami. Medmrežje: <http://www.ff.uni-mb.si/dotAsset/36595.pdf> (26.5.2019).
39. Vovk Korže, A. (2016). Očistimo zemljo s pomočjo rastlin. PDF datoteka iz predavanja. Medmrežje: <https://www.ajdakoroska.si/beta/?p=3587> (25.5.2019).
40. Vovk Korže, A., Vrhovšek, D. (2007). Ekoremediacije. Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta Maribor, Mednarodni center za ekoremediacije in limnos, d.o.o.
41. Vovk Korže, A., Janškovec, K. (2009). Čiščenje prsti z pomočjo rastlin. Geografski obzornik, strokovna revija za popularizacijo geografije. Zveza geografov Slovenije, Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana, letnik 56, št. 1-2. Str. 14-21.
42. Wambua, P. (2003). Natural fibres: can they replace glass in fibre in reinforced plastics? Science direct: Composites Science and Technologies. Leuven, Belgium, 2003, št. 65, str. 1259 – 1264.
43. Zakon o proizvodnji in prometu s prepovedanimi drogami (ZPPPD) (Uradni list RS, št. 108/99, 44/00, 2/04) Medmrežje: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1388> (19.5.2019).
44. Zakon o spremembi zakona o proizvodnji in prometu s prepovedanimi drogami (Uradni list RS, št. 520 – 03/95 – 1/8) Medmrežje: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina?urlurid=20002066> (19.5.2019).
45. Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o zdravstveni inšpekciji (Uradni list RS, št. 2/04) Medmrežje: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO3792&d-49683-s=3&d-49683-p=1&d-49683-o=1> (19.5.2019).

Veselinovič, S.: Razširjenost konoplje (*Cannabis sativa* L.) v Sloveniji in njene fitoremediacijske sposobnosti, VŠVO, Velenje 2019

46. Zakon o spremembah in dopolnitvah določenih zakonov na področju zdravja (Uradni list RS, št. 47/04). Medmrežje: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO4060> (19.5.2019).

47. Zupančič, J. (2010). Gradivo za predmet Uvod v okoljske tehnologije, Visoka šola za varstvo okolja.

VIRI SLIK

Slika 1: Medmrežje: <https://www.weednews.co/types-of-marijuana-sativa-indica-and-ruderalis/> (17.6.2019).

Slika 2: Medmrežje: <https://www.sibenik.in/upload/novosti/2015/02/2015-02-03/34859//Hemp-field-700x357.jpg> (17.6.2019).

Slika 3: Medmrežje: <http://www.konopko.si/galerija?id=8> (17.6.2019).

Slika 4: Medmrežje: <http://www.konopko.si/gradbenistvo> (17.6.2019).

Slika 5: Medmrežje: <https://www.slideshare.net/halalarahman/phytoremediationppt> (17.6.2019).