

# Vzpostavitev modela reciklaže agro-stretch folije za bale in silažne folije s ciljem olajšati organizacijo za kmete in zmanjšati negativne posledice na okolje

## Priročnik dobre prakse

**'Sodelovanje pri reševanju odpadka iz naslova agro folije je najbolj odgovorna rešitev, ki poleg prihranka tudi najbolj pozitivno vpliva na naravo in okolje, ki ga želimo ohraniti.'**

### **Avtorji:**

Simon Čretnik  
Stane Glač  
Robert Golc  
Božidar Hudoklin  
Kristjan Joras  
Vinko Kepec  
Anže Kranjčič  
Urša Lenarčič  
Milan Metelko  
Anja Mežan  
Brigita Omahen  
Marko Omahen  
Mojca Papler  
Franc Pavlin  
Janez Virc  
Leopold Virc  
Miha Virc  
Eva Zaletel



PROGRAM  
RAZVOJA  
PODEŽELJA



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje



**Vzpostavitev modela reciklaže agro-stretch folije za bale in silažne folije s ciljem  
olajšati organizacijo  
za kmete in zmanjšati negativne posledice na okolje**

## Priručnik dobre prakse

**Avtorji:**

Simon Čretnik  
Stane Glač  
Robert Golc  
Božidar Hudoklin  
Kristjan Joras  
Vinko Kepec  
Anže Kranjčič  
Urša Lenarčič  
Milan Metelko  
Anja Mežan  
Brigita Omahen  
Marko Omahen  
Mojca Papler  
Franc Pavlin  
Janez Virč  
Leopold Virč  
Miha Virč  
Eva Zaletel

November, 2023

# KAZALO VSEBINE

1. Povzetek	6
2. Priprava krme v silosu in s pomočjo bal ter uporaba folije	7
2.1 Priprava krme v silosu in s pomočjo bal	7
2.2 Uporaba folije pri pripravi silažnih bal in pri pokrivanju koritastega silosa	11
3 Težave zaradi neprimerne ravnanja z odpadno folijo: negativni vplivi na okolje	13
3.1 Sodelovanje pilotnih kmetij v raziskavah	15
3.2 Mikrobiološka analiza krme in silaže	17
3.3 Analiza sestave folij	22
3.4 Raziskava vpliva odpadne folije na povečanje CO <sub>2</sub>	24
4 Stanje ravnanja z odpadno folijo v Sloveniji pred projektom	32
5 Model reciklaže odpadne agro-stretch folije za bale in folije za silose	33
5.1 Zbiranje odpadne agro-stretch folije za bale in folije za silose	34
5.2 Kakšna čistoča odpadne folije je še sprejemljiva?	35
5.3 Dokumentacija	36
5.4 Primer pilotne lokacije zbiranja odpadne folije Poljče - KGZ Sava d.o.o. Lesce	37
5.5 Vzpostavljanje novih lokacij za zbiranje odpadne folije	38
5.6 IKT podpora zbiranju odpadne folije: spletna stran in aplikacija	40
6 Pomen modela reciklaže odpadne agro folije za kmetijska gospodarstva, okolje in ostale deležnike	43
Viri in literatura	48
O projektu	49

## KAZALO SLIK

Slika 1: Kup silažne koruze pred pokrivanjem s folijo	7
Slika 2: Pokrivanje silosa s folijo	8
Slika 3: polagaje obtežilnih vreč preko folije	8
Slika 4: Koritasti silos pokrit s folijo in zaščitno mrežo	8
Slika 5, 6: V okviru projekta smo stestirali tudi način pokrivanja nizozemskega proizvajalca Silage Safe na kmetijah Čretnik in Virc	9
Slika 7: Baliranje silažnih bal na kmetiji Metelko	9
Slika 8: Skladišče bal na kmetiji	9
Slika 9: Silažno balo ovija 1,3 kg folije in 0,12 kg mrežice	10
Slika 10: Pripravljene petrijeve plošče s trdnimi gojišči MRS	11
Slika 11: Jemanje vzorca silaže v bali in vzorca agro-stretch folije na kmetiji Metelkovo	13
Slika 12: Grafični prikaz postopka identifikacije mikrobiološke vrste z metodo MALDI-TOF.	15
Slika 13: Vlakna, izolirana iz vzorca silaže kmetije Metelko; silaža je bila hranjena v Silograss foliji.	19
Slika 14: Vlakna, izolirana iz vzorca silaže kmetije Metelko; silaža je bila hranjena v Polybale foliji.	19
Slika 15: Vlakna, izolirana iz vzorca silaže kmetije Virc; silaža je bila hranjena v Silograss foliji.	19
Slika 16: Vlakna, izolirana iz vzorca silaže kmetije Virc; silaža je bila hranjena v Polybale foliji.	19
Slika 17: Prikaz vrteče podlage in na njej nameščenih vzorcev, izpostavljenih UV svetlobi.	21
Slika 18: Okoljski življenjski cikel proizvoda. (Povzeto po Plastic Europe)	22
Slika 19: Shema življenjskega cikla folije iz LDPE in LLDPE. (Kontić, 2019)	24
Sliki 20, 21: Odpadna agro folija med mešanimi odpadki	29
Slika 22: Skladiščenje odpadne agro folije na kmetiji Virc	30
Slika 23: Priprava odvoza odpadne folije s kmetije Virc	30
Slika 24: Zabojujnik za hranjenje odpadne agro folije na kmetiji Virc	30
Sliki 25, 26: Neustrezna čistoča odpadne folije	31
Slika 27: Pranje umazane odpadne agro folije na kmetiji Virc pred odvozom	31
Slika 28: Prvo zbiranje odpadne folije na lokaciji Poljče - KGZ Sava d.o.o., Lesce	32
Slika 29: Zbirne lokacije, vključene v model recikla odpadne folije	33
Sliki 30, 31: Primer zbiranja in naklada odpadne agro folije na kmetiji Jamšek v Bukovici pri Vodichah	34
Slika 32: Pristajalna stran spletne strani <a href="https://agrofolija.si/">https://agrofolija.si/</a> : iniciativa za reciklažo agrofolije	34
Slika 33: Pristajalna stran spletne strani <a href="https://agrofolija.si/">https://agrofolija.si/</a> : iniciativa za reciklažo agrofolije	35
Slika 34: Aplikacija Agrofolija: Seznam aktivnih zbiranj in količine zbrane folije pred odvozom	36
Slika 35: Aplikacija Agrofolija: seznam že dostavljene folije na lokacijo Omanplast d.o.o.	36
Slika 36: Aplikacija Agrofolija: Seznam ugodnosti – koriščevo, nekoriščevo	37
Slika 37: Aplikacija Agrofolija: Podjetja, ki že sodelujejo v modelu recikla	37
Slika 38: Ekскурzija dijakov šole Grm Novo mesto – Center biotehnike in turizma na kmetiji Metelko	39
Slika 39: Predavanje za kmetijska gospodarstva KGZS - Zavod Novo mesto (Anja Mežan, Stane Glač) na kmetiji Virc	39
Slika 40, 41: Praktične demonstracije za kmetijska gospodarstva na KGZ Sava z.o.o., LESCE; zbirna lokacija Poljče	40
Sliki 42,43: Usposabljanja za kmetijska gospodarstva na šoli Grm Novo mesto - Center biotehnike in turizma	40
Slika 44: Praktične demonstracije za kmetijska gospodarstva na kmetiji Virc	41

## KAZALO GRAFOV IN TABEL

Graf 1: Primerjava koncentracije <i>Lactobacillus sp.</i> ter plesni v silaži glede na posamezno kmetijo v času pred siliranjem ter po siliranju v različnih folijah.	16
Graf 2: Primerjava koncentracije ostalih vrst bakterij v vzorcih silaže glede na posamezno kmetijo v času pred siliranjem	17
Graf 3: Primerjava celokupne koncentracije bakterij v vzorcih silaže glede na posamezno kmetijo v času pred siliranjem ter po siliranju v različnih folijah.	18
Graf 4: Spektri agro folij po polletni izpostavitvi pogojem v naravi.	20
Tabela 1: Značilnosti polietilena (Babrauskas, 1992)	23
Tabela 2: Potrebe po primarni energiji na 1 kg polietilena	25
Tabela 3: Analiza po primarnih energetskih virih, izražena kot energija in/ali masa na 1 kg LDPE/LLDPE.	25
Tabela 4: Poraba vodnih virov pri proizvodnji polietilena na 1 kg produkta.	25
Tabela 5: Izbrane emisije iz procesa proizvodnje polietilena na 1 kg izdelka.	25
Tabela 6: Globalno segrevanje (GWP).	25
Tabela 7: Poraba električne energije in emisije CO <sub>2</sub> pri predelavi HDPE iz polizdelka v izdelek	26
Tabela 8: Emisije povezane s plastičnim izdelkom po končani uporabi	26

# 1. Povzetek

V praksi je izziv, kam z odpadno silažno folijo, v večini slovenskih regij zelo aktualen, še posebej zato, ker odpadki ne spada med komunalne odpadke. Težavo je potrebno rešiti, ker se takšni odpadki pogosto puščajo na prepovedanih odlagališčih, kjer toksično delujejo na zrak, zemljo, vodo. Večkrat se folija sežiga, da se naredi prostor za nove odpadke.

Kmetje so odgovorni, da za odpadno folijo poskrbijo sami. S projektom smo zato omogočili večje število zbirnih lokacij za odpadno folijo. Organizacijo za kmete smo naredili enostavnejšo. Raziskali smo več odprtih vprašanj, kot npr. vprašanja o materialih folije pred in po uporabi in vprašanja o vplivu odpadne folije na okolje. Vzpostavili smo spletno stran in spletno platformo. Slednja že služi pri praktični izvedbi modela recikla folije. Hkrati je bil pomemben del projekta tudi ozaveščanje kmetij o pomembnosti zbiranja odpadne folije in o predaji le-te v reciklažo.

V priročniku najprej opišemo pripravo krme s pomočjo bal in pripravo krme v silosu ter uporabo agro folije. Nadalje predstavimo problem negativnih vplivov neustreznega ravnanja z agro-stretch folijo za bale in folijo za silose na okolje, in sicer preko raziskav, ki smo jih opravili tekom projekta. Nadaljujemo s predstavitvijo stanja ravnanja z odpadno agro folijo v Sloveniji in z rešitvami, ki že obstajajo. Nato opišemo razvit model recikla odpadne folije za bale in silose. V okviru tega predstavimo tri možne načine zbiranja odpadne agro folije, pomembnost primerne čistoče odpadne folije, spremljajočo dokumentacijo, predstavimo prvo pilotno vzpostavljeno zbirno lokacijo in navedemo vse vzpostavljene lokacije za predajo odpadne folije v reciklažo po končanem projektu. Predstavimo tudi spletno stran in predvsem aplikacijo za podporo zbiranju in odvozu odpadne folije. Na koncu opišemo pozitivne učinke razvitega modela recikla na okolje in daeležnike ter deležnike povabimo k pristopu k iniciativi za reciklažo odpadne agro folije.

O težavi, kam z odpadno folijo, govorijo številni članki oz. prispevki, ki razkrivajo, da na to temo ostajajo odprta vprašanja. Z razvitim modelom reciklaže in s pridružitvijo kmetijskih gospodarstev tej iniciativi pripomoremo k reševanju tega izziva, namreč kako z ustreznim načinom kmetovanja pripomoči k ohranjanju narave.

## 2. Priprava krme v silosu in s pomočjo bal ter uporaba folije

V Sloveniji je siliranje predvsem travniške krme in krme iz njiv zelo razširjena tehnika shranjevanja krme. Nekateri kmetije krmo shranjujejo v balah, druge, večje kmetije, pa predvsem zaradi večjih potreb po krmi, uporabljajo za skladiščenje krme koritaste silose, saj jim folija za bele predstavlja večji strošek, kot folija v koritastih silosih. Problem odpadne folije iz živinorejskih kmetij je v njenem volumnu, saj je folijo težko skladiščiti, zato so kontejnerji oziroma mesta, kjer se odpadna folija skladišči, prehitro polna. Ker v Sloveniji še nismo imeli organiziranega odvzema odpadne folije, se je le ta odlagala na prepovedanih odlagališčih ali na tako imenovanih črnih odlagališčih. Večkrat se je odpadna folija uporabljala tudi kot gorivo ali pa je bila sežgana. Neustrezna obravnava odpadne folije ni v skladu s predpisi o odlaganju tovrstnih odpadkov in kot taka dodatno bremeni okolje, saj le ta deluje toksično na zrak, zemljo in vodo.

### 1.1 Priprava krme v silosu in s pomočjo bal

Siliranje se uporablja kot način konzerviranja krme za govedo in drobnico, v manjši meri pa tudi za prašiče in konje. Silirajo se trava, travno deteljne mešanice, cela koruzna rastlina ali pa samo koruzno zrnje. Pri siliranju je pomembno, da je masa dobro stlačena in pokrita ali ovita, da je preprečen dostop zraka. Pri slabo zaprtih silazah se pojavi plesnenje oziroma kvarjenje.

Pred 60 in več leti so krmo silirali predvsem v stolpne silose premera 3–4 metre in višine 6–10 m. Ti silosi so bili betonske ali lesene izvedbe, pa tudi iz plastike. Ko je bil silos napolnjen, so ga na vrhu pokrili s folijo in obtežili. Površina silaže na vrhu, ki jo je bilo treba zatesniti, ni bila velika, odvisna od premera silosa je znašala med 7 in 12 m<sup>2</sup>. Poraba folije je bila majhna. Z leti se je upo-

raba stolpnih silosov za voluminozno krmo skoraj popolnoma opustila.

V 80-ih in 90-ih letih prejšnjega stoletja so vse bolj pričeli graditi in uporabljati koritaste silose in siliranje na silažni kup. Stolpni silosi so se začeli opuščati, ker je bilo njihovo polnjenje počasno, predvsem pa ni bilo možno zadovoljivo mehanizirati odvzema silaže iz stolpnih silosov. Zlasti kmetije s prirejo mleka so začele povečevati črede, kar je pripeljalo do potrebe po novih silosnih kapacitetah in mehaniziranem odvzemu silaže iz silosov.



Slika 1: Kup silažne koroze pred pokrivanjem s folijo

Koritasti silosi so širine 4,5 do 7 metrov in dolžine 25 do 60 m. Stranske stene so običajno betonske, visoke 1,5 do 2,0 metra. Silirno maso se dovaži z različnimi prikolicami, zato je priporočljivo, da je silos prevozen in se krma porazdeli po površini silosa v tankih plasteh. Sprotno tlačenje se zagotovi s težkimi traktorji ali gradbenimi stroji.

Stene silosa se pred pričetkom polnjenja silosa prekrije s folijo, da se krma ne prijema na stranske stene. Ni potrebno, da je ta folija zrakotesna, zato kmetje uporabijo tudi folijo, ki so jo preteklo leto uporabili za pokrivanje silosa.

Ko je silos poln in potlačen, se po površini poravnava, da se bo folija lepo prilegala površini. Optimalne pogoje za fermentacijo silirane krme v silosu ustvarimo tako, da silažo prekrijemo s folijo. Uporabljamo več različnih vrst silažnih folij, najpomembnejšo vlogo pa ima bržkone **podfolija**. To je tanka folija debeline 0,04 mm, ki se dobro prilega površini krme in s tem prepreči, da bi na površini ostali zračni žepi. Le-ti hkrati preprečujejo vdor zraka iz okolja ter predstavljajo še dodatno zaščitno plast na površini silosa. V kombinaciji z obtežilnimi vrečami so podfolije ključnega pomena za vzdrževanje optimalnih razmer za uspešno fermentacijo silirane krme v silosu. Podfolija ima pomembno vlogo tudi po odprtju silosa in po začetku odvzema krme. Ker je dobro prilegajoča se, preprečuje vdor zraka do silaže, ko odgrnemo UV odporno folijo.

**UV folijo** položimo preko podfolije in še dodatno poskrbimo za zaščito silaže pred stikom z zrakom in neugodnimi dejavniki iz okolja. Ta folija je UV stabilna in zagotavlja zanesljivo zatesnitev 12 mesecev in dlje. Silažo je treba zaščititi pred



Slika 2: Pokrivanje silosa s folijo



Slika 3: Polaganje obtežilnih vreč preko folije

vremenskimi dejavniki in drugimi obremenitvami, predvsem pred vdorom zraka in pred škodljivim UV sevanjem. UV folija skrbi za vzdrževanje optimalnih razmer za silažo, preprečujejo vdor škodljivih sončnih žarkov, zadržuje tudi pline.

V zadnjem času se uporabljajo tudi t. i. »blok folije«, kjer sta podfolija in UV folija združeni v eno folijo.

Preko obeh folij se položijo **zaščitne silosne mreže**, ki varujejo folijo pred mehanskimi poškodbami s strani domačih živali, divjadi, ptičev, toče ..., deloma tudi pred poškodbami s strani glodavcev. Mreže so UV stabilne in imajo življenjsko dobo 10–15 let.

Ob robovih kupa položimo še **obtežilne vreče**, ki ob robovih pritisnejo folijo in mrežo, ter tako zatesnijo silirano krmo. Vreče so napolnjene s peskom, položijo se druga za drugo, da je pritisk na folijo po celotnem robu kupa. Na vsakih 4–5 metrov se vreče položijo tudi prečno preko kupa. Tudi vreče imajo življenjsko dobo 10–15 let.



Slika 4: Koritasti silos pokrit s folijo in zaščitno mrežo





Sliki 5, 6: V okviru projekta smo stestirali tudi način pokrivanja nizozemskega proizvajalca Silage Safe na kmetijah Čretnik in Virc.

## Siliranje krme v bale

Silažne bale so se kot nov način siliranja pričele uporabljati okrog leta 1995. Ta tehnologija ima svoje prednosti in slabosti. Prednost je predvsem ta, da ne potrebujemo silosa, bale pa so lahko skladiščene na več različnih mestih. Uporabljajo se za siliranje trave, v zadnjem času pa so na voljo tudi balirke za baliranje silažne koruze.

Potrebna pa je dodatna mehanizacija – balirka in ovijalka bal. Lahko pa sta dva stroja združena v kombinirano balirko-ovijalko.

Balirka krmo na travniku pobere in stisne v tlačni komori. Nato jo ovije s posebno mrežico, da je bala kompaktna. Sledi ovijanje bale z več plastmi folije, kar preprečuje stik zraka s krmo. Folija je delno elastična in odporna na mehanske poškodbe, ki bi lahko nastale ob prevozu bal do skladišča in ob samem skladiščenju bal. Bale je treba še odpeljati s travnika in jih skladiščiti na

primernem mestu – na dvorišču, na robu travnika. Če so bale skladiščene stran od kmetije oziroma objektov, potem se priporoča, da se jih prekrije z zaščitno mrežo, da ne bi divjad ali ptiči poškodovali bal oziroma folije.

Večina kmetov silira travo v koritaste silose in v bale. Večji del trave (npr. 1. odkos) pospravijo v koritaste silose, manjši del pa v bale. V bale pospravijo 4. in 5. odkos, kjer je količina krme manjša.

Kmetije z manjšimi čredami se odločajo za sušenje trave in siliranje v bale. Zanje bi bil dnevni odvzem krme iz silosa premajhen in bi se zato krma v silosu kvarila. Pri krmljenju bal pa je površina krme, ki pride po odprtju v stik z zrakom, manjša, zato tudi ne pride do kvarjenja.



Slika 7: Baliranje silažnih bal na kmetiji Metelko



Slika 8: Skladišče bal na kmetiji

## 1.2 Uporaba folije pri pripravi silažnih bal in pri pokrivanju koritastega silosa

Pri silažnih balah se folija uporablja za ovijanje vsake bale posebej. Bale so valjaste oblike, premera okrog 130 cm in višine 120 cm. V vsaki bali je okrog 1,6m<sup>3</sup> krme. Koritasti silosi so zelo različnih velikosti, prilagojeni velikosti črede na kmetiji. Običajno imajo volumen 170–700 m<sup>3</sup>.

### Primerjava porabe folije pri siliranju v koritasti silos in pri baliranju

a) Stehtali smo folijo za povprečno velik koritasti silos, dimenzij 40 m x 5 m in z višino sten 1,7 m (340 m<sup>3</sup>):

folija za stranske stene	11,2 kg
podfolija	9,5 kg
UV folija	41,2 kg
<b>SKUPAJ</b>	<b>61,9 kg</b>

Poraba folije na 1 m<sup>3</sup> silaže v silosu:  $61,9 \text{ kg} : 340 \text{ m}^3 = 0,18 \text{ kg/ m}^3 \text{ silaže}$

b) Stehtali smo folijo in mrežico, s katero je ovita ena silažna bala – 1,6 m<sup>3</sup> silaže

folija za ovijanje	1,30 kg
mrežica za ovijanje	0,12 kg
<b>SKUPAJ</b>	<b>1,42 kg</b>

Poraba folije in mrežice na 1 m<sup>3</sup> silaže v bali:  $1,42 \text{ kg} : 1,6 \text{ m}^3 = 0,89 \text{ kg/m}^3 \text{ silaže}$

Iz gornje primerjave je razvidno, da je poraba folije pri siliranju v bale kar 5x večja kot pri siliranju v koritaste silose. Tudi kmetijska svetovalna služba priporoča rejcem, da naj večino krmo poasilirajo v koritaste silose, v bale pa dajo le manjše količine krme, na primer jesenski odkos.

Slika 9: Silažno balo ovija 1,3 kg folije in 0,12 kg mrežice

### 3. Težave zaradi neprimerne ravnanja z odpadno folijo: negativni vplivi na okolje

Siliranje predstavlja eno boljših metod shranjevanja krme. Mikrobna populacija sveže požetih krmnih rastlin se precej razlikuje od tiste, ki jo najdemo med procesom fermentacije silaže ali v končnem izdelku. Največ teh mikroorganizmov je prisotnih na spodnjih listih in steblih, kjer so bolje zaščiteni pred ultravijoličnim sevanjem in sušenjem.

Na svežih travah in zeliščih je prisotno različno število mikroflore v širokem razponu med 10<sup>5</sup> in 10<sup>9</sup> kolonijskih enot (CFU) na g posevka za siliranje. Kompozicija mikrobne flore je odvisna od tipa surovega materiala in vremenskih dejavnikov v času košnje ter tehnologije, s katero je delo izvedeno.

Mikroflora silažnega posevka pred siliranjem je sestavljena iz vrst aerobnih bakterij, mlečnokislinskih bakterij, enterobakterij, kvasovk, gliv, plesni, endospor iz rodu *Bacillus*, *Clostridium*, oacetnokislinskih bakterij in propionskokislinskih bakterij. Od tega večina mikrobne populacije ne prispeva k ohranjanju silaže in je njihova rast zavirana kmalu potem, ko je krma silirana (v balah, silosu) in se zmanjša vsebnost kisika.

Epifitske mlečnokislinske bakterije (LAB) so bistvena mikroflora za spontano fermentacijo silaže. Epifitska mikroflora močno pogojuje proces fermentacije silirane krme in njeno stabilnost skozi čas, pri čemer igrajo pomembno vlogo količina in vrsta proizvedenih organskih kislin, ki zavirajo rast ostale neželene mikrobne populacije. V podjetju Microbium d.o.o. smo mikrobiološko analizirali krmo pred siliranjem in po siliranju in

primerjali dobljene rezultate glede na vrsto uporabljene folije in lokacijo bal.



Slika 10: Pripravljene petrijeve plošče s trdnimi gojišči MRS (kvantifikacija mikrobnih kultur mlečno-kislinskih bakterij), CA (kvantifikacija mikrobnih kultur vrste *Pseudomonas* sp.) in MRS (kvantifikacija mikrobnih kultur vrst *E. coli* in koliformnih bakterij).

Siliranje je v Sloveniji zelo razširjena tehnika shranjevanja krme. V postopkih siliranja in priprave bal se uporabijo ogromne količine folij, kar ima vpliv na okolje z vidikov sproščanja mikroplastike v okolje in sproščanja toplogrednega plina CO<sub>2</sub> pri življenjskem ciklu folije.

Prvi okoljski vidik je pojav mikroplastike. Mikroplastika se pojavlja tako v vodah kot v zemlji in zraku, v najrazličnejših oblikah in v različni kemijski sestavi. Plastični materiali v okolju zaradi procesa fotooksidacije pričnejo po določenem času razpadati na vedno manjše delce, ki jim rečemo mikroplastika. To so delci iz umetnih polimernih materialov, veliki med 1 µm in 5 mm. S padavinami ti delci počasi pronicajo bodisi v podtalnico ali pa se ob večjih nalivih spirajo direktno v vodotoke. V rekah in potokih se v predelih s počasnejšim tokom usedajo v sedimente in ob visokih vodah se ponovno resuspendirajo in skupaj s sedimenti potujejo po reki navzdol do morja.

Škodljivi učinki mikroplastike v okolju se kažejo tako s kemijskega kot biološkega vidika. Mikroplastika v okolju učinkovito veže obstojna organska onesnaževala, po drugi strani pa se iz nje sproščajo aditivi, dodani plastiki med proizvodnjo plastike.

Delce mikroplastike organizmi nehote zaužijejo in s tem tudi kemikalije, vezane nanje. Mikroplastika je bila identificirana na različnih nivojih prehranjevalne verige, tudi pri najmanjših planktonskih organizmih. Na mikroplastiki se razvijajo tudi biofilmi, sestavljeni iz različnih vrst mikroorganizmov, ki so lahko tudi patogeni, s čimer mik-

roplastika v okolju vpliva tudi na mikrobiološko stanje. Kot omenjeno, mikroplastika nastane s fotooksidacijo polimerov, kar se nanaša na kemijske in fizikalne spremembe, ki nastajajo, ko polimer absorbira UV sevanje. Bale so običajno izpostavljene različnim vremenskim vplivom in sončni svetlobi, kar vpliva na razgradnjo folij. V podjetju Microbium d.o.o. smo sledili kemijskim spremembam folij z uporabo FTIR analize in na ta način spremljali razgradnjo folij.

Drugi okoljski vidik je visoka potrošnja in proizvodnja plastike in uporaba velikih količin fosilnih goriv, kar negativno vpliva na okolje in podnebne spremembe. Z analizo življenjskega cikla folij (LCA) smo analizirali porabo materialov in energije in izpuste v celotni življenjski dobi folije. Pomembno je, da se zavedamo, da celotni življenjski krog folije zajema tudi pripravo surovin za izdelavo folije, in ne samo končni produkt, njegovo uporabo in odstranjevanje.

Pri okoljskem vidiku uporabe plastike je pomemben ogljični odtis plastike - vsaka proizvodnja izdelkov vedno povzroča emisije toplogrednih plinov in te emisije predstavljajo ogljični odtis izdelka. Ogljični odtis najlažje ponazorimo s faktorjem potenciala globalnega segrevanja (GWP), ki za plastiko znaša med 1,7 do 3,5 kg CO<sub>2</sub>, odvisno od vrste plastike. To pomeni, da se za vsak kilogram fosilno proizvedene plastike sprosti med 1,7 in 3,5 kg ogljikovega dioksida. Z LCA raziskavo smo želeli prikazati ogljični odtis uporabe folij za bale in silose in prikazati doprinos za okolje z recikliranjem le-te.

## 2.1 Sodelovanje pilotnih kmetij v raziskavah



Slika 11: Jemanje vzorca silaže v bali in vzorca agro-stretch folije na kmetiji Metelko

Za namen raziskav projektnega partnerja Microbium d.o.o., ki so predstavljene v nadaljevanju, smo jemali vzorce sveže silaže in silaže, ki je bila že nekaj časa v balah ali silosu, ter vzorci nove in uporabljene agro-stretch folije za bale in folije za silos. Na kratko predstavljamo kmetije, ki so sodelovale v raziskavah.

## Kmetija Simon Čretnik

Kmetijsko gospodarstvo je na območju Savinjske regije, natančneje v občini Žalec. Obdelujejo 29,98 ha kmetijskih zemljišč, od tega 15,7 ha njiv in 14,17 ha travnikov, ostalo so trajni nasadi. V l. 2018 je bilo na kmetiji povprečno 32 krav molznic in 29 glav mlade govedi. Specializirani so za govedorejo, usmerjeni v prirejo mleka. Mleko tržijo tudi na mlekomatu. Pred časom so zgradili nov hlev za rejo krav molznic s prosto rejo High Welfare Floor s kapaciteto za 60 krav molznic in 26 glav mlade živine. Hlev je prvi v Sloveniji, ki ima High Welfare Floor, inovativna tla za hleve na prosto rejo, razvita na Nizozemskem, ki dosegajo visoke standarde. Gre za večplasten pod, ki pokriva ležalno površino in nudi suh in udoben prostor za bivanje, ki omogoča naravno obnašanje. Sestavljen je iz drenažne, mehke in separacijske plasti. Zaradi nadstandarda ta sistem imenujemo tudi pašnik pod streho.

## Kmetija Milan Metelko

Kmetijsko gospodarstvo je na območju JV Slovenije in je vključeno v ukrep Dobrobit živali. Na kmetiji obdelujejo 31,83 ha njiv, od tega je 2,65 ha lastnih njiv in 29,18 ha v najemu: 18,11 ha je posejane koruze za silažo, 4,40 ha TDM, 3,32 ha tritikala in 6,00 ha ječmena. Krmo za živino pa pridelujejo na 3,25 ha lastnih travnikov in 38,31 ha travnikov, ki jih imajo v najemu. V zadnjih letih so investirali v molzni robot, dvoriščni nakladač, prikolico za spravilo silaže in krmno mešalno prikolico. Ukvarjajo se s pridelavo mleka in mesa. Leta 1982 so začeli oddajati mleko v Ljubljanske mlekarne, 10 l dnevno, za katerega se kakovost kontrolira 2-krat mesečno. Danes pa imajo skupno 161 glav živine, od tega 75 molznic, ostalo pa je obnovitvena čreda.

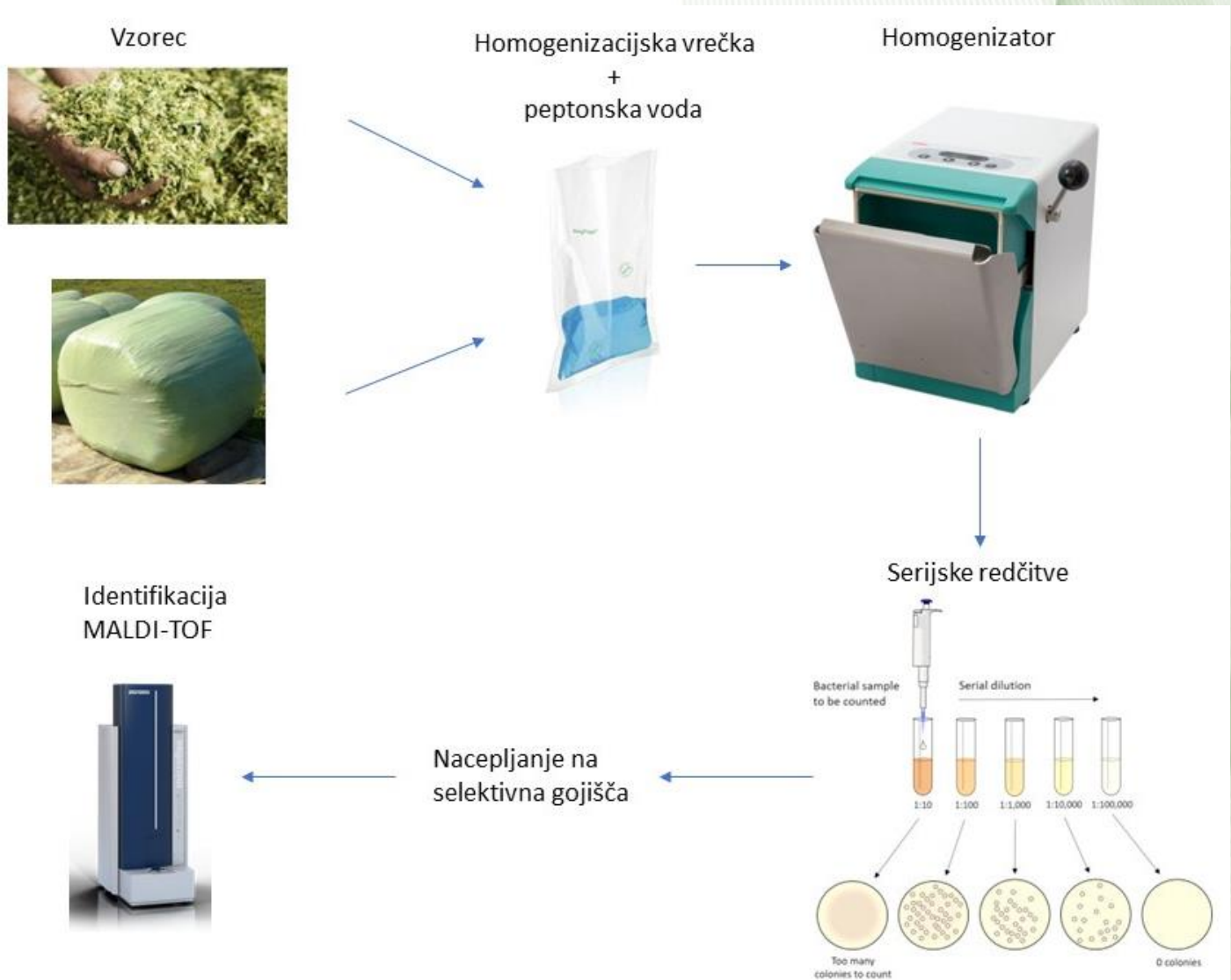
## Kmetija Vinko Kepec

Kmetijsko gospodarstvo je manjša samooskrbna kmetija v Osrednji Sloveniji, ki obdeluje skupno 7 ha kmetijskih površin, od katerih je njiv dober hektar. Zaradi lege in kakovosti zemljišč, ki so na območju OMD, se ukvarjajo z živinorejo, njivske površine pa so za domačo uporabo. Redijo 6 krav molznic. Za prodajo oddajajo mleko zadrugi in teleta okoliškimi kmetom. Živina se čez leto pase na okoliških pašnikih, v zimskem obdobju pa jo hranijo s senom in travno silažo - lucerno, ki jo gojijo na večji njivi. Kot dodatek krmi dodajajo še vitamine in koruzo v zrnju, ki jo kupujejo. L. 2019 so zgradili sušilnico za seno, ki jo imajo namen še povečati, saj razmišljajo o prehodu na seno mleko in ekološko kmetovanje. Za gnojenje travnikov uporabljajo večinoma hlevski gnoj in le minimalno umetnih gnojil. Razmišljajo, da bi bilo v prihodnje dobro kompostirati hlevski gnoj. V letu 2017 so se prijavi na razpis za pomoč majhnim kmetom, kjer so dobljena sredstva namenili za nakup traktorja in postavitev rastlinjaka.

## Kmetija Leopold Virc

Kmetijsko gospodarstvo je na območju JV Slovenije. Na kmetiji obdelujejo več kot 30 ha njiv in travnikov. Od tega je pribl. 7 ha koruze za silažo, pribl. 2 ha TDM, pribl. 1 ha tritikala in 0,5 ha ječmena. Ukvarjajo se s pridelavo mleka in mesa. Leta 1982 so začeli oddajati mleko v Ljubljanske mlekarne. Začelo se je s tremi kravami molznicami, danes pa imajo skupno 60 glav živine, od tega 30 molznic, ostalo pa je obnovitvena čreda. Količina mleka je danes pribl. 600 l na dan, katerega kakovost se kontrolira 2-krat mesečno. Traktor je kmetija imela med prvimi v okolici, kmetijska mehanizacija se je kupovala, kolikor so dopuščale razmere in kakor je bilo optimalno za delo. Danes ima kmetija svojo balirko in ovijalno napravo, s katero letno naredi ca. 1000 bal za lastne potrebe. Kmetija ima tudi koritaste silose, v katerih shranjuje koruzno silažo od leta 1988. V vasi Hudo pri Novem mestu je ostala še edina aktivna kmetija. V kmetijo vlagajo večino prihrankov, zato se namerava s kmetijstvom še naprej ukvarjati mlada družina.

## 2.2 Mikrobiološka analiza krme in silaže



Slika 12: Grafični prikaz postopka identifikacije mikrobiološke vrste z metodo MALDI-TOF. Viri: G. C. Cotton, C. J. Meledandri, *Comprehensive Nanoscience and Nanotechnology (Second Edition)*, 2019; [www.homogenizers.net](http://www.homogenizers.net); [www.animalis.si](http://www.animalis.si); [www.bruker.com](http://www.bruker.com); [www.fishersci.com](http://www.fishersci.com)

Naše delo smo začeli tako, da smo najprej analizirali sestavo folije in preverili skladnost dobljenih rezultatov s tehničnimi listi posamezne vrste folij. V projektu smo uporabili tri vrste folij, in sicer folijo za silose in dve vrsti folij za bale – Polybale in Silograss. Folijam smo določili sestavo z diferencialno dinamično kalorimetrijo (DSC) in infrardečo spektroskopijo (ATR-FTIR) in ugotovili značilne signale za polietilen nizke gostote oz. linearni polietilen nizke gostote. Vzorec Silograss je bil najčistejši, z malo dodanih dodatkov (aditivov). Rezultati so bili skladni s tehničnimi listi, kjer je deklarirana sestava polietilena, polietilena nizke gostote in še manjši deleži etilen vinil acetata in raznih aditivov, kot je UV aditiv za zaščito pred vplivom UV sevanja.

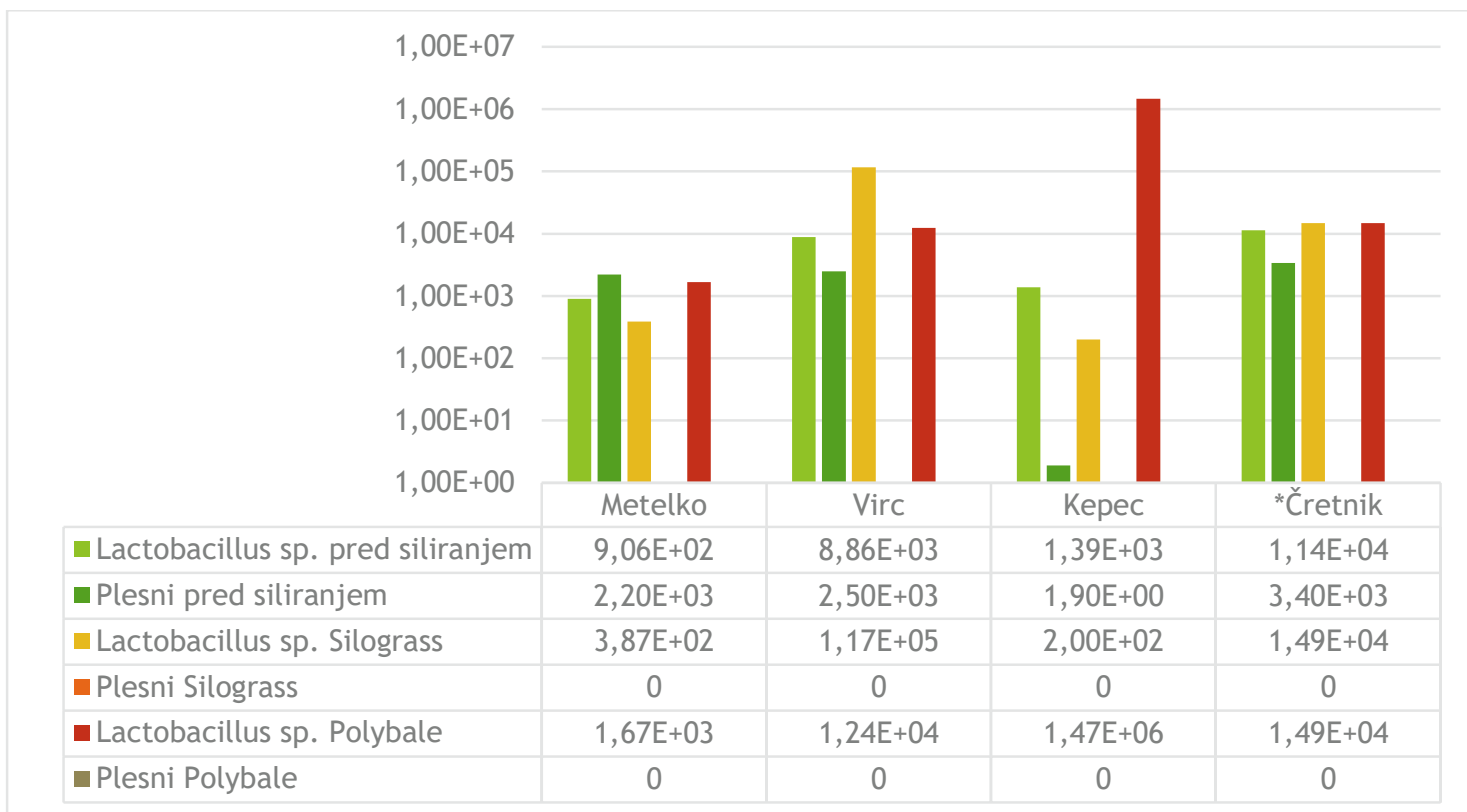
V sodelovanju s kmetijami Virc, Kepec, Metelko in Čretnik smo pripravili več poskusov na lokaciji posamezne kmetije. S poskusi smo mikrobiološko analizirali krmo pred siliranjem in analizirali mikrobiološko kakovost silaže po različnih časovnih obdobjih siliranja in podatke primerjali glede na lokacijo bal in glede na uporabljeno folijo. Delo je potekalo tako, da smo vzorec krme ali silaže prenesli v homogenizacijske vrečke s filtrom ter vzorcu dodali peptonsko vodo. Vzorec smo homogenizirali in nato tekočino s homogenizatorom uporabili za nadaljnje mikrobiološke analize. Homogenizat smo redčili in nato serijske redčitve homogenizata nanесли na različna selektivna mikrobiološka

gojišča. Z uporabo selektivnih gojišč smo določili posamezne vrste mikroorganizmov, ki smo jih nato tudi potrdili z identifikacijo sevov s tehnologijo MALDI-TOF.

Predstavljeni spodnji rezultati primerjave mikrobiološke analize krme v času pred siliranjem ter v silaži na primerih različnih folij so bili pridobljeni v obdobju od maja 2021 do oktobra 2021. Kmetije Metelko, Virc in Kepec so za namen siliranja uporabile dve različni vrsti folije, in sicer folijo z oznako Silograss ter folijo z oznako Polybale. Kmetija Čretnik je za siliranje uporabila drugo vrsto folije.

V obdobju med majem 2022 in oktobrom 2023 se je, za namene potrjevanja rezultatov, ponovilo analizo primerjave mikrobiološke krme v času pred siliranjem ter v silaži na primerih različnih folij pri kmetijah Metelko, Virc in Kepec.

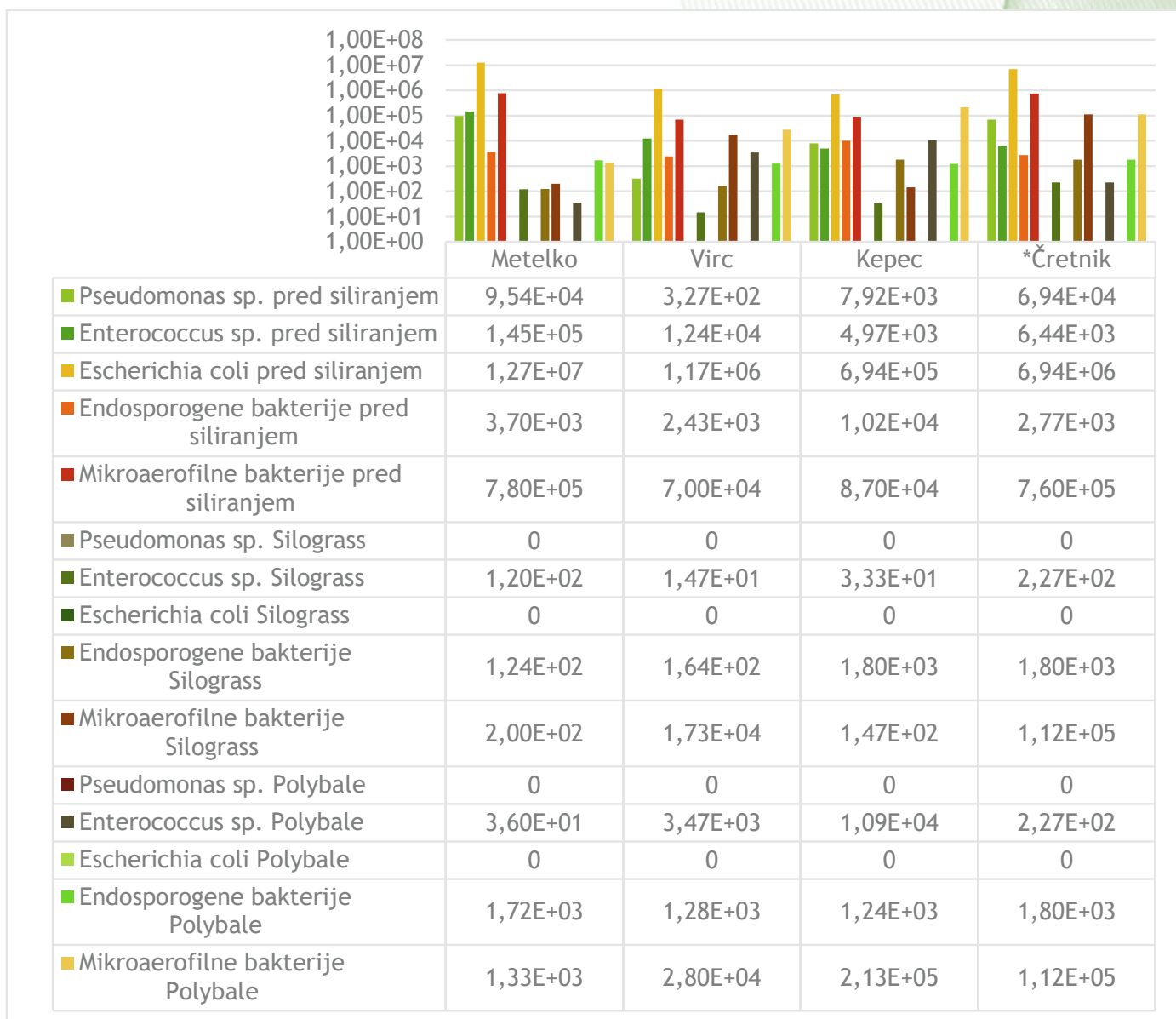
Kot je razvidno iz rezultatov, se je v primeru vseh kmetij mikrobiološka sestava silaže spremenila. Plesni v času po siliranju niso bile več zaznane v nobenem izmed prejetih vzorcev silaže. Koncentracija *Lactobacillus* sp. se je v primeru uporabe folije Silograss povečala samo v primeru Virc, medtem ko je pri kmetiji Kepec in Metelko koncentracija *Lactobacillus* sp. celo nekoliko upadla. V primeru uporabe folije z oznako Polybale se je koncentracija *Lactobacillus* sp. v silaži povečala pri vseh testiranih kmetijah.



Graf 1: Primerjava koncentracije *Lactobacillus* sp. ter plesni v silaži glede na posamezno kmetijo v času pred siliranjem ter po siliranju v različnih folijah. \*Kmetija Čretnik je za siliranje uporabila le eno vrsto folije.

Krmo in silažo smo testirali še na bakterije rodu *Pseudomonas* sp., *Enterococcus* sp., bakterijo *Escherichia coli*, mikroaerofilne bakterije, endosporogene bakterije, kar prikazuje spodnji graf. V vzorcih silaže prisotnost bakterij rodu *Pseudomonas* sp. ter *Escherichia coli* v času po siliranju ni bila več opažena. Koncentracija bakterijske vrste *Enterococcus* sp. in endosporogenih bakterij se je v silaži znižala glede na vzorce krme pred siliranjem.





Graf 2: Primerjava koncentracije ostalih vrst bakterij v vzorcih silaže glede na posamezno kmetijo v času pred siliranjem ter po siliranju v različnih folijah.

Določili smo tudi celokupno koncentracijo bakterij in ugotovili, da je koncentracija mikroflore na posevku skladno z literaturo v razponu 10<sup>6</sup>-10<sup>8</sup> kolonijskih enot na g krme in da se tekom siliranja zmanjša predvsem na račun aerobnih bakterij, ki v balah nimajo več na voljo kisika.



Graf 3: Primerjava celokupne koncentracije bakterij v vzorcih silaže glede na posamezno kmetijo v času pred siliranjem ter po siliranju v različnih folijah.

## KRATKO POROČILO O ANALIZI TRAVNE SILAŽE ZA PRISOTNOST MIKROPLASTIKE

### Metode

Zaradi uporabe plastičnih folij za zavijanje travne krme obstaja sum, da bi se lahko delci plastike zanesli v travno silažo. Poleg tega se lahko plastični delci odlagajo na travnike z različnimi načini prenosa (atmosfersko, gnojenje, obraba kmetijskih strojev...).

Pregledali smo 100 g vsakega vzorca silaže. Vzorec smo previdno spirali pod tušom. Vzpostavili smo kaskadno sito od 5 mm do 150 µm. V nadaljevanju smo pregledali vzorce s kmetij Metelko in Virc. Za pregled smo uporabili stereo mikroskop Zeiss SteREO Discovery V8.

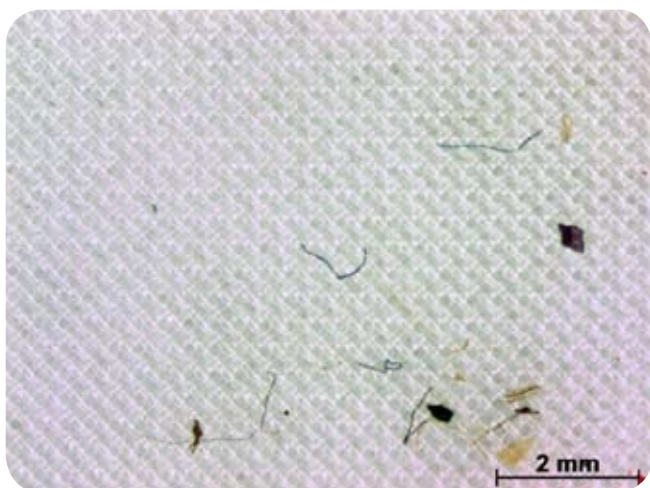
Pri pregledu silaž iz kmetij Metelko in Virc nismo našli delcev plastike, ki bi izhajali iz folije za baliranje. Prisotnih je bilo le nekaj vlaken tekstilnega izvora. Vsa najdena vlakna so prikazana na slikah spodaj.



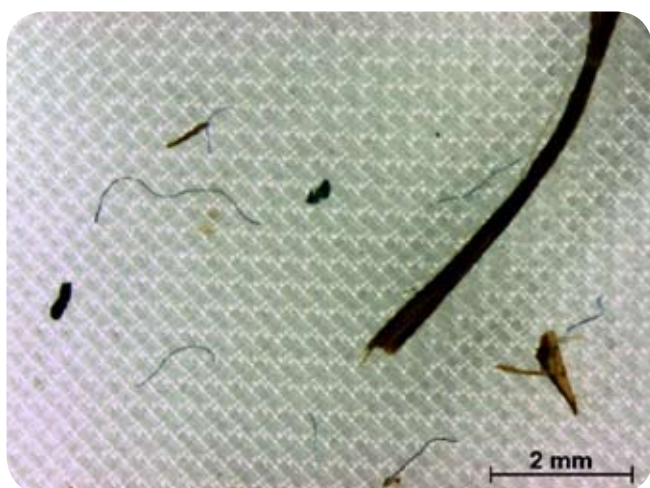
Slika 13: *Vlakna, izolirana iz vzorca silaže kmetije Metelko; silaža je bila hranjena v Silograss foliji.*



Slika 14: *Vlakna, izolirana iz vzorca silaže kmetije Metelko; silaža je bila hranjena v Polybale foliji.*



Slika 15: *Vlakna, izolirana iz vzorca silaže kmetije Virc; silaža je bila hranjena v Silograss foliji.*



Slika 16: *Vlakna, izolirana iz vzorca silaže kmetije Virc; silaža je bila hranjena v Polybale foliji.*

## 2.3 Analize sestave folij

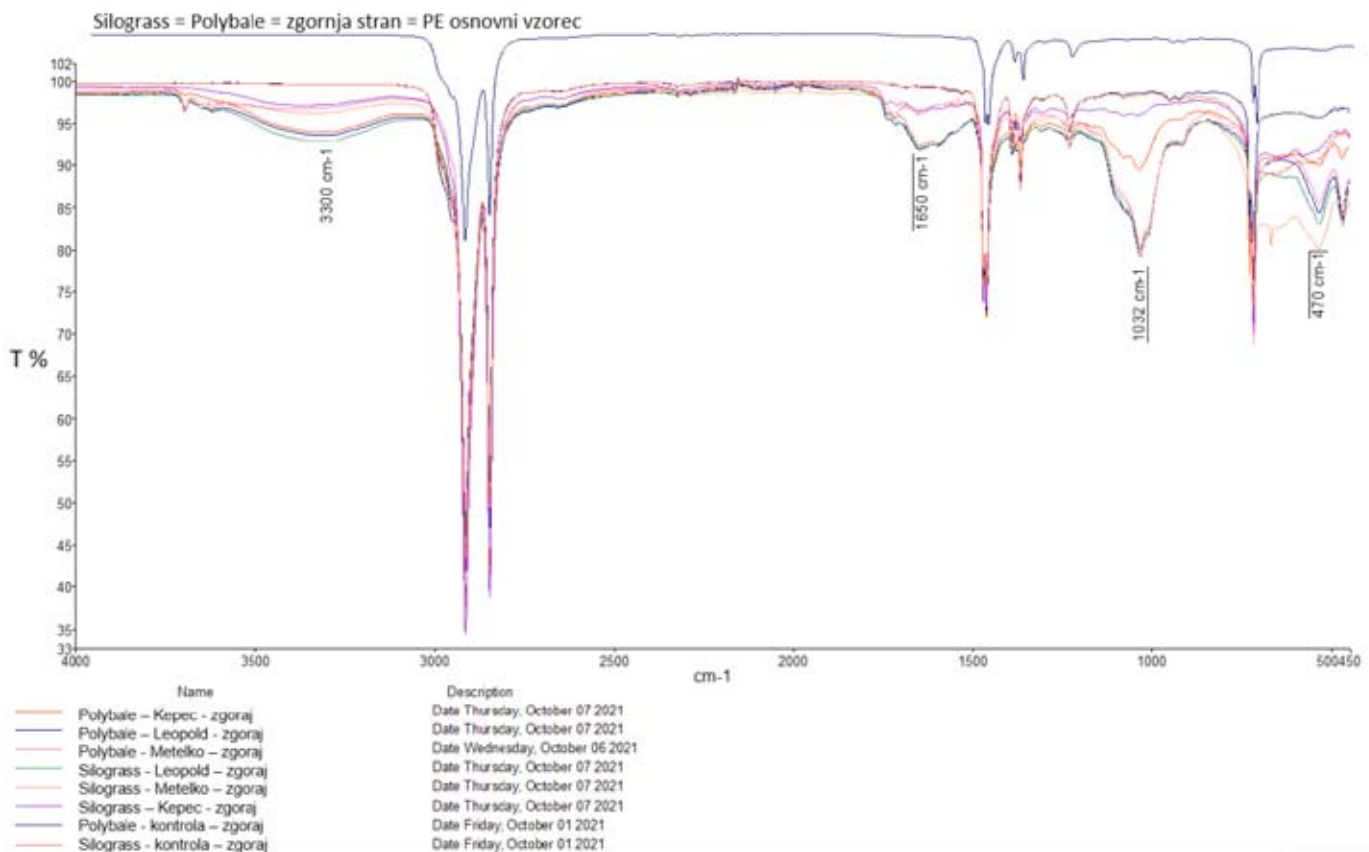
Poleg mikrobiološke analize krme in silaže smo analizirali sestavo uporabljenih folij in morebitni razpad folij, ki so bile izpostavljene vremenskim pogojem. Ugotovili smo, da se po polletni izpostavitvi že kažejo spremembe v spektrih med novo in izpostavljeno folijo. Med razgradnjo polimerov potekajo fotooksidacijski in termooksidacijski procesi, pri katerih se dolge verige polimerov pričnejo lomiti in na novo nastala prazna mesta se začnejo vezati kisikovi atomi, kar pri analizi FTIR zaznamo z nastankom novih vrhov.

Novonastali vrhovi kažejo na nastanek enojnih vezi med ogljikom in kisikom, na nastanek novih karbonilnih skupin in na tvorbo hidroksilnih skupin. Opazne so bile tudi razlike tudi med lokacijami. Na lokacijah je prisotna različna izpostavitvev vremenskim pogojem. Na spremembe vrhov lahko vplivajo fizikalno-kemijski dejavniki (temperatura, vlaga in nadmorska višina) ter UV sevanje (prisotna ali osojna stran). Ugotovili smo, da folije po pol leta že razpadajo in posledično nastane mikroplastika, ki se z dežjem spira v podtalnico. V nadaljevanju projekta bomo preverili prisotnost

mikroplastike v zemljini pred balo.

Spremljali smo tudi razpad folij Silograss in Polybale v laboratorijskih pogojih, s katerimi smo simulirali izpostavitvev UV svetlobi. Za ta namen smo izdelali mizico z mehanizmom kroženja tako, da se vzorci konstantno vrtijo pod UV. Vzorce smo izpostavili za 20 h dnevno in jih analizirali po 1800 h, kar je ekvivalent približno polletni izpostavitvi na terenu.

Za razliko od rezultatov razpada folij na terenu, kjer so po polletni vzpostavitvi že potekali razgradni procesi, pa v laboratorijskih pogojih ni prišlo do večjih sprememb. Folija je še vedno elastična, barvno in na otip nespremenjena in ne kaže nikakršnih znakov razpadanja na manjše delce. Glede zgradbe FTIR spektra folij pa je opazna sprememba predvsem na bazni liniji spektrov. Foliji Silograss in Polybale vsebujeta tudi UV aditiv, ki glede na rezultate dobro zaščiti folijo pred UV svetlobo. V okolju je proces razgradnje hitrejši zaradi prisotnosti drugih bioloških in fizikalno-kemijskih dejavnikov v okolju, ki še dodatno pripomorejo k degradaciji folije.



Graf 4: Spektri agro folij po polletni izpostavitvi pogojem v naravi. Primerjava spektrov folij iz zgornje oz. PE strani. Proces razgradnje je viden v pojavu štirih novih vrhov glede na referenco (pri 3300 cm-1, 1650 cm-1, 1032 cm-1 in 470 cm-1).



Slika 17: Prikaz vrteče podlage in na njej nameščenih vzorcev, izpostavljenih UV svetlobi.

## 2.4 Raziskava vpliva odpadne folije na povečanje CO<sub>2</sub>

Potrošnja in proizvodnja plastike vključujeta uporabo velikih količin fosilnih goriv, kar negativno vpliva na okolje in podnebne spremembe. Proizvodnja plastika se letno povečuje in v letu 2017 je bila svetovna proizvodnja plastike skoraj 350 milijonov ton (Vir: Plastics Europe Market Research Group). Evropa je leta 2017 proizvedla 64 milijonov ton plastike. Če se bosta proizvodnja in uporaba plastike še naprej povečevali, kot je predvideno, bo industrija plastike do leta 2050 predstavljala 20 % svetovne porabe nafte, kar pomeni povečanje v primerjavi z današnjimi 7 %.

Podatki iz evidence toplogrednih plinov agencije EEA kažejo, da letne emisije, povezane s proiz-

vodno plastike v EU, znašajo približno 13,4 milijona ton CO<sub>2</sub>, kar pomeni približno 20 % emisij kemijske industrije po vsej EU.

Gospodarska uspešnost evropskega in svetovnega trga recikliranja plastike je trenutno pod velikim pritiskom. Manjše povpraševanje po reciklirani plastiki na trgu je otežilo tudi prizadevanja številnih evropskih občin za trajnostno ravnanje z odpadki, za velike količine plastičnih odpadkov pa se uporabljajo manj zaželeni načini odstranjevanja odpadkov.

## Cilji raziskave

Z raziskavo smo želeli prikazati ogljični odtis uporabe folij za bale in silose. Na podlagi rezultatov želimo prikazati visoko dodano okoljsko vrednost projekta EIP Recikel folije (Vzpostavitev modela reciklaže agro-stretch folije za bale in silažne folije s ciljem olajšati organizacijo za kmete in zmanjšati negativne posledice na okolje), ki je odlična alternativa za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov.

## Opis pristopa

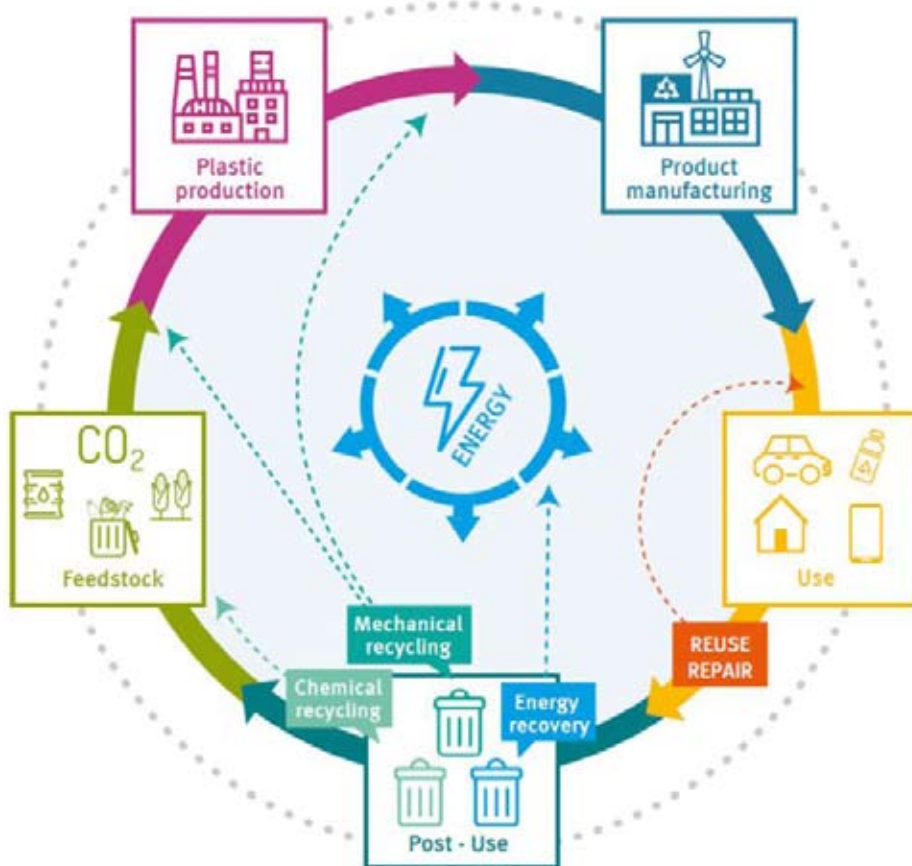
Pri prijavi projekta smo kot aktivnost opisali področje dela »Raziskava vpliva odpadne folije na povečanje CO<sub>2</sub> v primeru gorenja 1 kg, med različnimi proizvajalci folije«. Predhodno pa smo pri kemijski analizi folij različnih proizvajalcev ugotovili, da se folije med posameznimi proizvajalci bistveno ne razlikujejo.

Vse folije vsebuje polietilen nizke gostote (LDPE), linearni polietilen nizke gostote (LLDPE) in nekatere dodatke, ki so bodisi različni dodatki, stabilizatorji, aditivi. Zaradi podobne sestave smo se odločili, da se problematike sproščanje toplogrednega plina CO<sub>2</sub> lotimo celostno in se dotaknemo še porabe energentov in sproščanja CO<sub>2</sub> v celotni življenjski verigi folij.

Za pristop smo vzeli metodologijo analize celotnega življenjskega cikla izdelka (angl. Life Cycle Assessment – LCA). Analiza življenjskega cikla je metodologija, ki se uporablja za analizo vplivov na okolje izdelka v vseh fazah njegovega življenjskega cikla.

Običajne faze življenjskega cikla vključujejo:

- ekstrakcijo surovin,
- predelavo materiala,
- proizvodnjo,
- distribucijo,
- uporabo,
- scenarij izteka življenjske dobe.



Slika 18: Okoljski življenjski cikel proizvoda. (Povzeto po Plastic Europe)

## POLIETILEN Splošne informacije

Polietilen (kratica: PE) ali polietilen je najpogostejša plastika. Svetovna proizvodnja znaša okoli 80 milijonov ton letno. Njegova osnovna uporaba je v embalaži (plastične vrečke, plastične folije, geomembrane, posode, plastenke). Za tako vsestranski material ima zelo preprosto strukturo in je najpreprostejši izmed vseh komercialnih polimerov. Molekulo PE sestavlja dolga veriga ogljikovih atomov, kjer ima vsak ogljik vezana dva vodikova atoma. Večina jih ima molekulska formulo  $(C_2H_4)_n$  (Kumar, 2003). PE je običajno zmes podobnih polimerov iz etena z različnimi vrednostmi  $n$ .

Tabela 1: Značilnosti polietilena (Babrauskas, 1992):

Ime polimera	CAS število	Kemijska formula ponovljive enote	Gostota $g/cm^3$	Točka tališča	Bruto kalorična vrednost MJ/kg
HDPE	9002-88-4	$C_2H_4$	0,94-0,97	130-145 °C	46,2
LDPE	9002-88-4	$C_2H_4$	0,91-0,93	130-145 °C	46,2
LLDPE	9002-88-4	$C_2H_4$	0,87-0,94	45-125 °C	46,2

## Proizvodnja polietilena

V industriji plastike je verižna polimerizacija najpomembnejši reakcijski proces in se uporablja za proizvodnjo PE in polipropilena (PP) (BREF, 2007). PE nastane s polimerizacijo etilena. Na kakovost polimera in njegove lastnosti zlasti vpliva izbira tipa reaktorja, katalitskega sistema, iniciatorja in morebitnih ko-monomerov.

Za proizvodnjo polimera je potreben monomer zelo visoke čistosti. Zahteva po zelo visoki čistosti je pomembna za vse surovine, kot so komonomeri, katalizatorji, iniciatorji, topila itd. Za dodajanje odtenka plastiki se pogosto uporabljajo barvni koncentracije in drugi dodatki.

Polietilen se proizvaja po vsej Evropi; obrati so običajno v bližini rafinerij, ki oskrbujejo monomere. V mnogih primerih se PE in PP proizvajata na istih lokacijah in v istih podjetjih. Večina etilena se proizvede s parnim razklopom nafte. Nadaljnji postopek obsega parni razklop ogljikovodikov v nižje olefine in polimerizacijo monomerov v polietilen.

Za PE je značilno predvsem, da imajo majhno gostoto, nizko tališče, podobno elastičnost kot gume, prozornost. PE je odporen proti atmosferskim vplivom in dober izolator, sam ima nizko električno in toplotno prevodnost (Kumar, 2003).

Razvejane različice so znane pod imeni polietilen z nizko gostoto (LDPE), linearni polietilen z nizko gostoto (LLDPE). Linearni različici sta polietilen visoke gostote (HDPE) in polietilen z ultra-visoko molekulska maso (UHMWPE). Razlikujejo se v gostoti.

PE spada med tako imenovane polimere blaga, ki se uporabljajo v velikih količinah in jih je mogoče komercialno proizvajati z razmeroma niskimi stroški za večje uporabe (BREF, 2007). Blagovni polimeri kot celota predstavljajo približno 80 % celotnega povpraševanja po plastiki v Evropi (PLASTICSEUROPE, 2012).

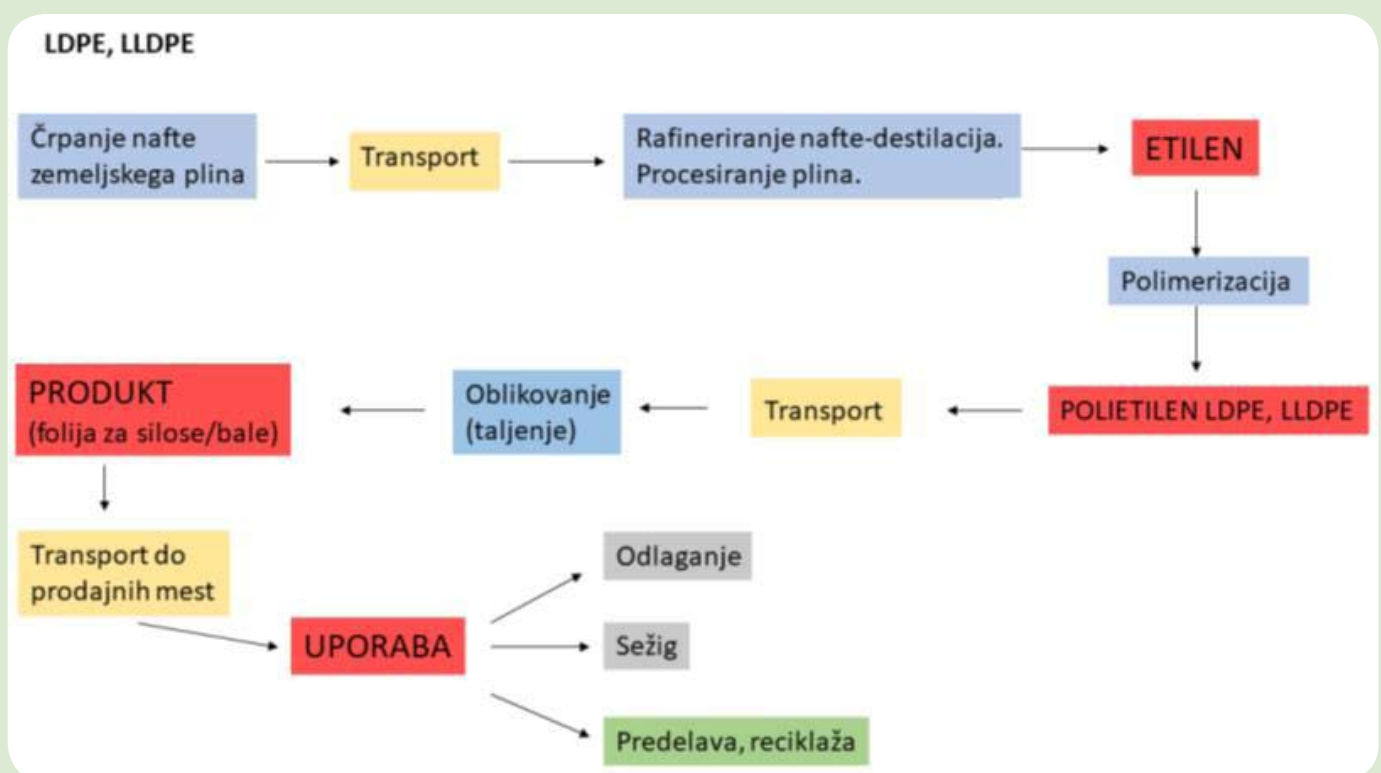
## Polietilen nizke gostote

Polietileni nizke gostote so brez vonja, v večini primerov so brezbarvni ali so rahlo mlečne barve. Kot osnovno surovino ga najdemo v obliki plošč, palic, granul, vlaken in prahu. Na trgu ga najdemo v različnih barvnih odtenkih. Je zelo poceni, ima dobro temperaturno odpornost in odpornost proti vlagi. Največkrat ga srečamo v obliki embalaž ali folij za živila. Pri sobni temperaturi je LDPE stabilen in ima zelo majhno absorpcijo vode. UV odpornost je načeloma slaba, kar pa lahko izboljšamo z dodatkom 2-3 % črnega ogljika. Pri segrevanju v odsotnosti plamena se material mehča in topi in na koncu nastane tekočina (Deželak, 2018).

## ANALIZA OGLJIČNEGA ODTISA

Za analizo življenjskega cikla folije za silose in bale so bili uporabljeni številčni in kvalitativni podatki o proizvodnji, transportu, skladiščenju in uporabi. Primarni vir podatkov sta bila spletni portal Plastics-Europe (<https://www.plasticseurope.org>) ter znanstvena in strokovna literatura. Analizirani sta bili glavni komponenti folij, ki sta polietilen nizke gostote in linearni polietilen nizke gostote. Prevezli smo zamisel, da so folije sestavljene samo iz teh dveh materialov, čeprav vsebujejo še aditive in druge primesi.

Z metodo LCA smo količinsko opredelili uporabljene materiale in energijo ter izpuste iz okolja v celotni življenjski dobi folije, od pridobitve surovin do končne odstranitve.



Slika 19: Shema življenjskega cikla folije iz LDPE in LLDPE. (Kontić, 2019)

## Izračun emisij pri proizvodnji polietilena in pri pridobivanju surovin

Proizvodnja polietilena vključuje postopke pridobivanja surovin iz surove nafte in postopke rafiniranja/čiščenja do polimerizacije. Snovna bilanca teh procesov in rezultati za polietilen nizke gostote in linearni polietilen nizke gostote, ki sta sestavna dela folij za silose in bale, so prikazani v spodnjih tabelah izračuna emisij.



Tabela 2: Potrebe po primarni energiji na 1 kg polietilena.

	LDPE	LLDPE
Energijska vsebnost polimera (MJ)	46,2	46,2
Procesa energija (MJ)	36,7	33
SKUPNA POTREBA PO PRIMARNI ENERGIJI	82,9	79,2

Tabela 3: Analiza po primarnih energetskih virih, izražena kot energija in/ali masa na 1 kg LDPE/LLDPE.

	LDPE	LLDPE
Neobnovljivi viri energije	81,5	78,3
Energija goriva (MJ)	36,7	30,5
Energija surovin (MJ)	47,8	47,8
Obnovljivi viri energije	1,4	0,9
Energija goriva (MJ)	1,4	0,9
Energija surovin (MJ)	0	0

Tabela 4: Poraba vodnih virov pri proizvodnji polietilena na 1 kg produkta.

	LDPE	LLDPE
Procesna voda (kg)	1,22	0,36
Voda za hlajenje (kg)	41,3	88,7
Napajalna voda kotla (kg)	0,36	0,07
SKUPNO (kg)	42,9	89,1

Tabela 5: Izbrane emisije iz procesa proizvodnje polietilena na 1 kg izdelka.

	LDPE	LLDPE
CO <sub>2</sub> (kg)	0,2	0,161
CO (kg)	3,14x10 <sup>-5</sup>	9,22x10 <sup>-5</sup>
SO <sub>2</sub> (kg)	9,32x10 <sup>-4</sup>	1,1x10 <sup>-4</sup>
NOX (KG)	1,75x10 <sup>-4</sup>	1,31x10 <sup>-4</sup>
PM 10 (KG)	3,70x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-6</sup>

Tabela 6: Globalno segrevanje (GWP).

	LDPE	LLDPE
Globalno segrevanje (GWP) (kg CO <sub>2</sub> eq.)	1,87	1,79

## Emisije transporta osnovnega materiala in emisije transporta do prodajnih mest

K skupnim emisijam prispeva tudi transport osnovnega materiala. Materiali so v splošnem večinoma dobavljeni iz držav Daljnega vzhoda in EU. Po viru DEFRA 2005 so emisijski faktorji sledeči:

- ladijski transport – 0.021 kg CO<sub>2</sub> eq/tkm (DEFRA, 2005),
- kamionski transport – 0.102 kg CO<sub>2</sub> eq/tkm (DEFRA, 2005).

Transport do prodajnih mest je v Sloveniji do 150 km, ob predpostavki, da gre za središčno distribucijo. Torej ekvivalent je 0,102 kg CO<sub>2</sub> /tkm.

## Emisije predelave materiala iz polizdelka v izdelek

K skupnim emisijem prispeva tudi predelava materiala iz polizdelkov v izdelek. Proces je taljenje in emisije se nanašajo predvsem na porabo električne energije za proizvodnjo folije za silose in bale. Za celoten proces proizvodnje folije ne vemo, kakšna bi bila poraba električne energije, zato smo te vrednosti povzeli po Kontiću (2019), kjer so analizirali emisije za izdelavo zamaškov za plastenke, ki so sestavljene iz polietilena visoke gostote.

	HDPE
Poraba električne energije kWh/kg	3,64
Emisije CO <sub>2</sub> eq. za taljenje in vpihovanje v kalupe - MAX kg	1,91

Tabela 7: Poraba električne energije in emisije CO<sub>2</sub> pri predelavi HDPE iz polizdelka v izdelek

Emisije, povezane z izdelkom po končani uporabi – odpadek

Folije za bale in folije za silose po končani uporabi – torej, ko se krma potrebuje, se bala odvijne in folija potem postane odpadek. Za odstranjevanje folije je več različnih možnosti, ki različno prispevajo k obremenitvi s CO<sub>2</sub>:

- **Odlaganje:** sem spada ureditev odlagališč, procesiranje, emisije v tla, zrak in vode.
- **Sežig:** zajema infrastrukturo sežigalnice, postopek sežiga, proizvedeno električno energijo in odlaganje pepela.
- **Recikliranje:** zajema infrastrukturo obrata za recikliranje in postopke reciklaže.

Upoštevani deleži posameznih načinov so: 29 % odlaganje, 31 % reciklaža in 40 % termična obdelava (sežig) (PlasticsEurope, 2018).

Vrednosti smo zopet povzeli po analizi Kontić (2019), tako da gre zgolj za nek približek.

	Emisijski faktor /kg CO <sub>2</sub> eq/kg plastike)
Priprava materiala odlaganje kWh/kg	0,1
Predelava*	0,150

Tabela 8: Emisije povezane s plastičnim izdelkom po končani uporabi

## Sežig plastike

S sežigom plastike se plastični odpadki lahko pretvorijo v trdo predelano gorivo ali gorivo z odpadki in se uporabijo kot gorivo v industrijskih procesih. Frakcije odpadne plastike se uporabijo kot dopolnitev običajnih fosilnih goriv (Kontić, 2019).

Energetska izraba predstavlja predvsem sežig odpadkov za pridobivanje termične energije, ki jo lahko pretvorimo v mehansko s posebnimi postopki. Predpogoj za takšno uporabo so kemične in fizikalne lastnosti odpadkov, od katerih je odvis-

no, na kakšen način jih procesiramo.

Energetska izraba odpadkov je nujni sestavni del vsake trajnostne regionalne strategije za ravnanje z odpadki. Sežig odpadkov ima zelo velik vpliv na širše okolje, v Sloveniji se s to problematiko ukvarja več medsebojno povezanih uredb. Npr. Uredba o emisiji snovi v zrak iz sežigalnice odpadkov in pri sosežigu odpadkov, Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz naprav za čiščenje odpadnih plinov sežigalnice odpadkov in pri sosežigu odpadkov, Uredba o sežigu odpadkov, Uredba o ravnanju z odpadki, Uredba o predelavi nevarnih odpadkov v trdno gorivo itd.

Sežigalnice imajo tako pozitivne kot negativne učinke. Podatki Eurostata kažejo, da se je v desetih letih pred letom 2016 količina sežganih odpadkov povečala za 30 % in v zadnjih desetih letih so se emisije CO<sub>2</sub> iz sežigalnic podvojile. Leta 2017 so sežigalnice v 28 državah EU sprostile preko 40Mt CO<sub>2</sub> iz fosilnih virov. Vsaka tona mešanih komunalnih odpadkov v ozračje spusti med 0,7 in 1,7 tone CO<sub>2</sub>, kar vključuje tako fosilni CO<sub>2</sub> (npr. sežig plastike) kot biogeni CO<sub>2</sub> (npr. sežig lesa, papirja, hrane).

Konkretno za sežig plastike so podatki iz literature o emisijah nekje med 2-3 kg emisij CO<sub>2</sub> pri gorenju 1 kg plastike (Time for change).

## DISKUSIJA

Z LCA analizo smo ugotovili porabo materialov in energije in izpuste v celotni življenjski dobi folije. Pomembno je, da se zavedamo, da celotni življenjski krog folije zajema tudi pripravo surovin za izdelavo folije in ne samo končni produkt, njegovo uporabo in odstranjevanje.

Pri okoljskem vidiku uporabe plastike je pomemben ogljični odtis plastike. Ogljični odtis je po definiciji: »skupne emisije toplogrednih plinov (GHG), ki jih povzroči posameznik, dogodek, organizacija, storitev, kraj ali izdelek, izražene kot ekvivalent ogljikovega dioksida. Toplogredni plini, vključno s plini, ki vsebujejo ogljik, ogljikov dioksid in metan, se lahko oddajajo pri sežiganju fosilnih goriv, čiščenju zemljišč ter proizvodnji in porabi hrane, industrijskih izdelkov, materialov, lesa, cest, zgradb, prevoza in drugih storitev.« Ta definicija pomeni, da vsaka proizvodnja izdelkov vedno povzroča emisije toplogrednih plinov in te emisije predstavljajo ogljični odtis izdelka.

Ogljični odtis najlažje ponazorimo s faktorjem potenciala globalnega segrevanja (GWP), ki za plas-

**\*Visokokakovostni granulati plastičnih odpadkov, ki vsebujejo eno samo plastično vrsto (npr. polietilen), lahko vstopijo neposredno v proizvodnjo plastičnih izdelkov. V fazi predobdelave se uporablja energija (npr. elektrika, nafta, zemeljski plin, kurilno olje itd). Po viru Astrup et al., 2009, smo ocenili, da so običajne vrednosti verjetno v območju med 25-300 kWh/t plastičnih odpadkov.**

tiko po viru Eriksson (2009) znaša med 1,7 do 3,5 kg CO<sub>2</sub>, odvisno od vrste plastike. To pomeni, da se za vsak kilogram fosilno proizvedene plastike sprosti med 1,7 in 3,5 kg ogljikovega dioksida.

V naši analizi plastike za folije in silose smo ugotovili, da je potencial globalnega segrevanja 1,87 za LDPE in 1,79 za LLDPE. Potencial globalnega segrevanja se nanaša samo na proizvodnjo folije in k vrednostima 1,87 oz. 1,79 sproščenega CO<sub>2</sub> moramo prišteti še sproščeni CO<sub>2</sub>, ki nastane na račun transporta folije do distribucijskih centrov in nato do končnega uporabnika. Končni življenjski cikel folije, ki je lahko reciklaža, sežiganje in odlaganje, pomembno prispeva še k sproščanju CO<sub>2</sub>. Zaskrbljujoč je predvsem sežig plastike, kjer sicer lahko proizvedeno energijo sežiga izkoriščamo v različnih procesih, se pa je potrebno zavedati, da sežig 1 kg plastike prispeva k sproščanju kar 2-3 kg CO<sub>2</sub>.

Drugi zaskrbljujoč vidik je tudi sproščanje škodljivih snovi, ki nastanejo pri sežigu in lahko predstavljajo tveganje za zdravje ljudi in okolja. Tveganje za zdravje lahko predstavlja tudi pepel, ki se sicer uporablja v gradbeništvu. V raziskavi »The hidden impacts of incineration residues«, ki so jo opravili na Nizozemskem, so ugotovili, da kljub varnostnim standardom pepel pogosto zaide v okolje in presega celo nekatere mejne vrednosti po Baselski konvenciji.

Za naš primer uporabe folije za silose in bale je na tem mestu pomembno predvsem ozaveščanje o recikliranju folije. Folija se lahko reciklira, ker vsebuje LDPE in LLDPE in malo ostalih primesi (ne gre za kompleksno plastiko). Vsak uporabnik folij lahko vpliva na izpuste CO<sub>2</sub> s tem, da naroča enkratno večje količine folije in na ta način zmanjša ogljični odtis, ki nastane pri transportu do končnega uporabnika. Prav tako se je uporabnikom odprla možnost recikliranja folij, in sicer je po Sloveniji že kar nekaj zbirnih mest folij za silose.

Prednost zbirnih mest je, da od uporabnika niso zelo oddaljena in da so zbiranja urejena po dogovoru, kar pomeni, da tudi na ta način lahko uporabnik skladišči najprej folijo na svoji kmetiji in nato zbrano folijo odpelje v zbirni center in še na ta način lahko zmanjša ogljični odtis, ki nastane zaradi transporta. Zbrana folija gre v reciklažo in lahko neposredno vstopi v proizvodnjo plastičnih izdelkov. Z reciklažo zmanjšamo sproščene emisije CO<sub>2</sub>, ki bi npr. nastale, če bi uporabnik folijo nenadzorovano sežgal na domačih kuriščih.

Če povzamemo in grobo ocenimo, je ogljični odtis polietilena okoli 6 kg CO<sub>2</sub> na kg plastike. Ta podatek smo zasledili v viru »Time for change«, mi pa smo z LCA analizo ugotovili, da je ogljični odtis seštevek 1,87 kg pri proizvodnji surovin, 3 kg pri sežigu, nekaj pa nanese še emisije CO<sub>2</sub> zaradi transporta, bodisi ladijskega ali tovarnega.

Študija ETH Zurich, objavljena leta 2021 (Cabernand, 2022), je pokazala, da so emisije CO<sub>2</sub> iz proizvodnje plastike v zadnjih nekaj letih narasle, ker se je proizvodnja plastike povečala v državah, ki uporabljajo veliko premoga. Zgornje vrednosti emisij CO<sub>2</sub> so tako lahko še višje.

# 4. Stanje ravnanja z odpadno folijo v Sloveniji pred projektom

V Sloveniji ni enotne ureditve glede ravnanja z odpadno folijo.

Nekatera kmetijska gospodarstva zato odpadno folijo pripeljejo do zabojnikov za smeti, kar velikokrat povzroča slabo voljo med vaščani, saj so zato zabojniki hitro polni. Najbolj zaskrbljujoče pa je kurjenje odpadne folije, saj to pomeni obremenitev za okolje. Nema lokrat so prisotna tudi odlaganja odpadne folije na črnih odlagališčih.

Bolj okoljsko osveščena in odgovorna kmetijska gospodarstva so odpadno folijo vozila na lokacije komunalnih podjetij, kjer so različni pogoji sprejema. Nekatera komunalna podjetja so sprejem odpadne folije zaračunavala, druga ne. Vsa komunalna podjetja pa so pred projektom odpadno agro-strech folijo za bale in folijo za silose zbirala skupaj z mešanimi odpadki.

Na območjih, kjer smo tekom projekta postavili nove zbirne točke, smo močno vplivali na zmanjšanje slabih zgornjih navad.

Pred pričetkom EIP projekta je bilo folijo na lokaciji Omaplast d.o.o. mogoče oddati le na dveh lokacijah, v Trebnjem in v Grosuplju. Ob končanem projektu pa smo vzpostavili še 13 novih točk širše po Sloveniji in v teh treh letih zbrali preko 500 ton odpadne folije, ki bi sicer končala ali v mešanih odpadkih ali pa primerih, navedenih zgoraj.

Te zbirne lokacije se bodo ohranile tudi po končanem projektu. Tem lokacijam se bodo pridružile nove, ki jih bomo dodajali po potrebi. Zato se bo iz leta v leto še naprej povečevala tonaža zbrane odpadne agro-strech folije za bale in folije za silose, ki ne bo končala v mešanih odpadkih oz. na drugih neprimernih mestih, ampak v predelaviza uporabo kot sekundarna surovina.



Sliki 20, 21: Odpadna agro folija med mešanimi odpadki



# 5. Model reciklaže odpadne agro-stretch folije za bale in folije za silose

V projektu smo se osredotočili na zbiranje agro-stretch folije za bale in folije za pokrivanje silosov. Ostale kmetijske folije nismo vključili. Pri vrtnarski foliji je težava nečistoča, saj bi bilo zelo težko le-

to tako očistiti, da bi bila primerna za prevzem pri predelovalcu. Predelovalcu pa bi tako umazana folija pomenila prevelike stroške pranja.

## 5.1 Zbiranje odpadne agro-stretch folije za bale in folije za silose

Model reciklaže predvideva tri različne možnosti zbiranja odpadne folije:

- 1. način:** kmetijsko gospodarstvo samo pripelje odpadno folijo na eno izmed dveh lokacij predelovalca Omaplast d.o.o.
- 2. način:** kmetijska gospodarstva skupaj zberejo zadostno količino za odvoz, odpadna folija se odpelje po potrebi.
- 3. način:** kmetijsko gospodarstvo pripelje odpadno folijo na eno od vzpostavljenih lokacij zbiranja v vnaprej dogovorjenem časovnem obdobju.



Slika 22: Skladiščenje odpadne agro folije na kmetiji Virc



Slika 23: Priprava odvoza odpadne folije s kmetije Virc



Slika 24: Zabojnik za hranjenje odpadne agro folije na kmetiji Virc

## 5.2 Kakšna čistoča odpadne folije je še sprejemljiva?

Vse KMG-je v sklopu projekta izobražujemo, kako naj poskrbijo za odpadke, da bo ustrezen za reciklažo. V to izobraževanje je vključenih tudi nekaj osnovnih navodil, da se folija ločuje od ostalih odpadkov in da se odstrani večje umazanije. Ker je model zasnovan tako, da uporabniku omogoča dobropis pri nakupu nove folije, si dovolimo navodila neprestano ponavljati in kmetije uspešno aktivirati, da z odpadkom ravna jo ustrežno in na način, da se tudi čistoča odpadne folije izboljšuje. Namreč, bolj čista kot je folija, nižji je strošek predelave in višja je lahko vrednost odpadne folije. Torej lahko rečemo, da se postopek čiščenja folije prične že na kmetiji sami. Pri sprejemanju odpadne folije na lokaciji zbiranja se

pregleda ustreznost čistoče.

Kakšna mora torej biti čistoča folije?

Glede čistoče odpadne folije se razume, da je leta lahko umazana.

Nikakor pa ne sme vsebovati:

- mrežic,
- blata, peska, krme in
- drugih odpadkov, ki niso folija za bale ali silose.

Ob neustrezni čistoči se sprejem take odpadne folije zavrne, saj povzroča predelovalcu prevelike stroške pranja.



Sliki 25, 26: Neustrezna čistoča odpadne folije

Slika 27: Pranje umazane odpadne agro folije na kmetiji Virc pred odvozom

V predelavi odpadne folije na lokaciji Omplast d.o.o. je postopek odstranjevanja nečistoč najprej mehanski. Delavec na prevzemu pregleda vso prispelo folijo in odstrani odpadke, ki ne sodijo med dogovorjeni odpadke. Po tem pregledu gre folija v pranje, ki poteka do ustrezne čistoče. Časovna komponenta je seveda zelo povezana

s količino neustrezne primesi. Glavna naloga po projektu je tako gradnja zaupanja med predelovalcem in uporabnikom oziroma tistim, ki pripravljajo odpadno folijo. Stroški predelave se lahko znižujejo toliko, kolikor je lahko folija ustrezno čista.

## 5.3 Dokumentacija

V procesu zbiranja odpadne folije so aktualni naslednji dokumenti:

- Vsa kmetijska gospodarstva, ki se vključijo v model recikla, ob dostavi folije podpišejo **izjavo**, da dovolijo hranjene podatkov svojega kmetijskega gospodarstva v skladu z uredbo o varstvu podatkov (GDPR).
- Kmetijsko gospodarstvo, ki dostavi odpadno agrofolijo, dobi na svoj e-naslov **evidenčni list**, ki služi tudi kot dokaz, da se je primerno znebil odpadka - odpadne agro folije.
- Na podlagi evidenčnega lista se kmetijskemu gospodarstvu lahko dodeli **dobropis** pri nakupu nove agro folije.

## 5.4 Primer pilotne lokacije zbiranja odpadne folije Poljče - KGZ Sava d.o.o., Lesce

Kot prvi pilotni primer smo vzpostavili lokacijo za zbiranje odpadne agro-stretch folije za bale in odpadne folije za silose na lokaciji KGZ Sava z.o.o., Lesce, in sicer na Poljčah. Prva zbiranja so stekla marca 2021. Odpeljanih je bilo 12.290 kg odpadne folije, ki je bila na lokaciji Omaplast pregledana in prebrana. Od te količine je bilo 527 kg ostalih 'smeti', ki niso odpadna folija in približno 300 kg vode oz. zemlje.



Slika 28: Prvo zbiranje odpadne folije na lokaciji Poljče - KGZ Sava d.o.o., Lesce

Pilotni primer lokacije Poljče nam je razkril nekaj težav pri zbiranju odpadne folije:

- Težko je zagotoviti zadosten prostor (dostopnost za dostavo s kmetijsko mehanizacijo kot tudi za naklad na kamion).
- Težava z vetrom in razmetavanjem folije okoli mesta zbiranja.
- Zamudno tehtanje pred in po prevzemu.
- Tehnica ni neposredno poleg prostora za odlaganje folije (ca. 200 m razlike).
- Težko preverjanje – ocenjevanje zadostne čistosti odpadne folije ob večjih količinah (ko kmet pripelje ca. 2 t folije, jo je nemogoče preveriti oziroma raztegniti, da se odstrani nečistoča).

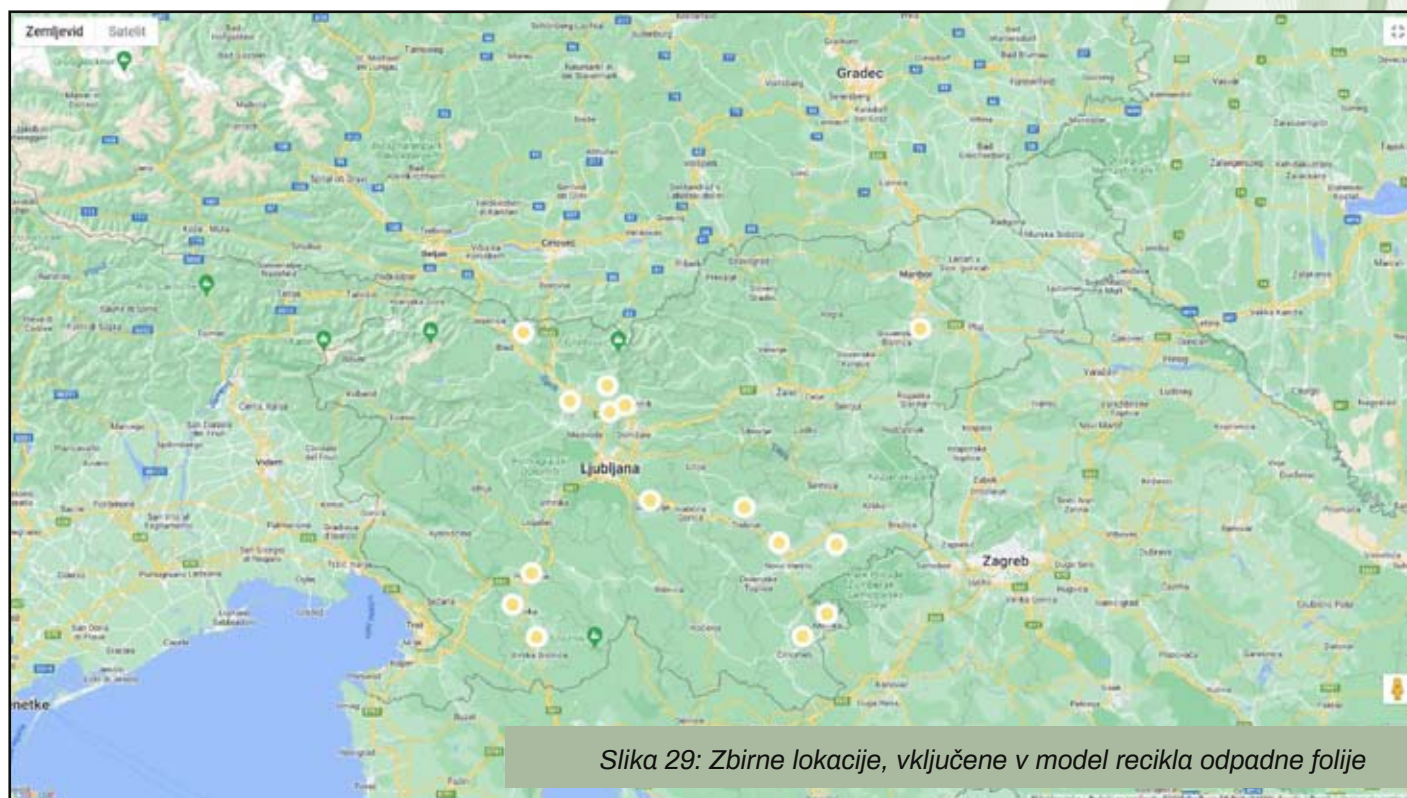


- Pri 2-3 dnevnem zbiranju kmetje pripeljejo odpadno folijo izven dogovorjenega termina.
- Neupoštevanje navodil, da se reciklira samo folija od baliranja brez mrežice in folija iz silosov.
- Uskladitev časovnega odvoza s kamionom in našega naklada.
- Pri odvozu s kamionom prostornine 90 m<sup>3</sup> = 8,8 t odpadne folije.  
(Nemogoče je naložiti na kamion 12 t odpadne folije – glede optimizacije stroškov prevoza.)

## 5.5 Vzpostavljanje novih lokacij za zbiranje odpadne folije

Tekom projekta smo glede na potrebe, realne možnosti in dogovore odpirali nove točke zbiranja odpadne folije po Sloveniji. Do danes so te lokacije sledeče:

- Omaplast reciklaža plastike d.o.o. – lokacija Grosuplje,
- Omaplast reciklaža plastike d.o.o. – lokacija podružnica Račje selo,
- Sava, kmetijsko gozdarska zadruga z.o.o., Lesce – lokacija Poljče,
- Kmetija Demitrij Jamšek – lokacija Bukovica pri Vodichah,
- Kmetijska zadruga Trebnje - Krka z.o.o. – lokacija Tehnična trgovina Šentjernej,
- Komunala Metlika javno podjetje d.o.o. – lokacija Bočka,
- Javno podjetje Komunala Črnomelj d.o.o. – lokacija Podcenter za ravnanje z odpadki Vranoviči,
- Komunala Slovenska Bistrica, podjetje za komunalne in druge storitve, d.o.o.,
- Publikus d.o.o. - lokacija Košana,
- Publikus d.o.o. - lokacija Suhadole (Komenda),
- Publikus d.o.o. - lokacija Postojna,
- Virč d.o.o. – lokacija Novo mesto,
- JP Komunala Ilirska Bistrica, d.o.o.,
- KŽK d.o.o. – lokacija Cerklje na Gorenjskem in
- KŽK d.o.o. – lokacija Žabnica.



Slika 29: Zbirne lokacije, vključene v model recikla odpadne folije



Sliki 30, 31: Primer zbiranja in naklada odpadne agro folije na kmetiji Jamšek v Bukovici pri Vodichah

Naloga kmetijskih zavodov Novo mesto in Kranj je obveščanje kmetov o organiziranem prevzemu odpadne folije in o pomenu pravilnega ravnanja z odpadno folijo. Prav tako sta zavoda skupaj z Virco d.o.o. sodelovala pri vzpostavitvi nekaterih novih zbirnih lokacij in centrov. Podjetje Virco d.o.o. organizira odvoz odpadne folije od zbirnih lokacij do podjetja Omaplast d.o.o., ki sprejema odpadno folijo in jo predela v sekundarno surovino za različne plastične izdelke.

## 5.6 IKT podpora zbiranju odpadne folije: spletna stran in aplikacija

V podporo praktični izvedbi zbiranj odpadne folije sta tekom projekta nastali spletna stran in aplikacija. Na spletni strani so javno dostopne informacije o projektu (spletna stran: <https://agrofolija.si/>).



Kontaktirajte nas

RECIKLAŽA FOLIJE

DOSTAVA V RECIKLAŽO

ORGANIZIRANA ZBIRANJA

O PROJEKTU

### Bodite ekološki pri uporabi agro-stretch folije

Kljub številnim prednostim agro-stretch folije pa je ena izmed glavnih težav odpadna folija.

Večji kot je ekonomski razvoj držav in kmetij, večja je uporaba folije.

Če bi v zadnjih 20-ih letih samo 1% odpadne agro-stretch folije v Sloveniji ostalo v naravi, to

Slika 32: Pristajalna stran spletne strani <https://agrofolija.si/>: iniciativa za reciklažo agrofolije


Aplikacija (<https://app.agrofolija.si/>) pa služi kot pomoč pri organizaciji zbiranj in pobiranj odpadne folije in pri dodeljevanju dobropisov. Hkrati omogoča hiter in natančen pregled zbranih količin in ostalih pomembnih informacij tako za zbiratelja in trgovca kot predelovalca odpadne folije. Do nje se dostopa z e-mailom in geslom preko spletne strani s klikom na gumb 'Pridruži se' pod 'Organizirana zbiranja'.

## Iniciativa za reciklažo Agrofolije

Ker je upravljanje odpadne Agrostretch folije eno izmed najpomembnejših ekoloških vprašanj/področij kmetijstvu, ki ga s skupnimi močmi lahko rešimo, smo v sodelovanju s podjetjema Virc d.o.o. in Omaplast d.o.o. zasnovali posebno iniciativo za reciklažo agrofolije

### Direktna dostava folije v Omaplast

Ob dostavi odpadne folije agro-stretch na eno izmed lokacij Omaplast, pridobite dobropis, ki ga lahko izkoristite pri nakupu nove agrofolije v podjetju Virc d.o.o.

 Poglej ugodnosti

### Organizirana zbiranja

V sodelovanju z ostalimi podjetji, kmečkimi združenji in komunalni, vzpostavljamo sistem zbiranja odpadne folije na številnih mestih širom Slovenije. Če želite organizirati zbiranje, se pridružite iniciativi.

 Pridružite se

Slika 33: Pristajalna stran spletne strani <https://agrofolija.si/>: iniciativa za reciklažo agrofolije

Spletna aplikacija deluje na način, da zbirni centri (Komunalno podjetje) vnašajo prejete količine odpadne folije določenih kmetij, ki so folijo oddale.

Ob dostavi odpadne folije iz zbirnih centrov v podjetje Omaplast d.o.o. kmetijam, ki so oddale odpadno folijo, preko e-pošte pošlje evidenčni list, na katerem so navedene količine oddane odpadne folije. Evidenčni list je posredovan tudi na Agencijo Republike Slovenije za okolje. Po zakonodaji so namreč kmetije odgovorne, da za odpadno folijo poskrbijo same.

V spletno platformo se lahko registrira tudi kmetija ali več sosednjih kmetij, ki skupaj zberejo zadostno količino odpadne folije, da se jim lahko posebej organizira brezplačen odvoz odpadne folije.

Spletna platforma podaja informacije o vseh lokacijah zbirnih centrov, kar kmetom omogoča, da si izberejo njim najbližjo lokacijo za odvoz odpadne folije.

Spletna aplikacija omogoča brezpapirno evidenco in komunikacijo med deležniki, ki so: kmetija, zbiratelj, prevzemnik - predelovalec in trgovec. Trgovec v prihodnosti ne bo nujno samo projektni partner Virc d.o.o., saj so vabljeni v sistem reciklaže odpadne folije tudi drugi trgovci, da nudijo vsem kmetijam, ki so pravilno ravnale z odpadno folijo, dobropis pri nakupu nove folije. Dobropis pa ni namenjen samo kupcem nove folije ampak vabimo tudi izvajalce storitve, da svoje stranke vzpodbujajo na način, da jim omogočijo dobropis pri izvajanju storitve ob tem, ko jim njihove stranke predajo informacijo o teži pravilno oddane odpadne folije in dovolijo izvajalcu storitve koriščenje dobropisa pri nakupu nove folije iz naslova odpadne folije, ki jo je naročnik storitve pravilno oddal. Na ta način motiviramo prav vse, ki se srečajo tudi z manjšo količino odpadne kmetijske folije (agro-stretch in folije od silosov), da jo pravilno oddajo.

V aplikaciji je v zavihku 'Zbiranje folije' viden seznam aktivnih zbiranj, kjer so razvidne količine zbrane folije pred odvozom.

Seznam aktivnih zbiranj

+ Dodaj zbiranje

Naziv zbirke	ID	Status zbiranja	Zbiranje organizira	Od - do	Naslov zbiranje	Število zbirateljev	Teža zbirke	Akcije
Projekt zbiranja agro-strežnih folije ZIRKA 4	Z44	1-Zbiranje v teku	Komunala Slovenska Bistrica	27.10.2023 - Ni definirano	CERO Pragersko, Trzinška ulica 12 X	7	1050kg	<span>»</span> <span>⊞</span>

Prkazujem 1 do 1 od 1 zapisov

Slika 34: Aplikacija Agrofolija: Seznam aktivnih zbiranj in količine zbrane folije pred odvozom

Če kliknemo na zavihek 'Dostava folije', se nam odpre seznam že dostavljene folije na lokacijo Omplast d.o.o.

Seznam dostavljenih folij

Naziv zbiranja	ID	Status zbiranja	Organizator zbiranja	Folja dostavljena	Število zbirateljev	Teža (ob zbiranju)	Teža (ob dostavi)	Akcije
Projekt zbiranja agro-strežnih folije ZIRKA 3	Z41	3-Razdelitev zaključena	Komunala Slovenska Bistrica	26.10.2023	44	15820kg	12130kg	<span>»</span>
Projekt zbiranja agro-strežnih folije 2.-12.12.2022	Z24	3-Razdelitev zaključena	Komunala Slovenska Bistrica	03.05.2023	41	10330kg	8480kg	<span>»</span>
Projekt zbiranja agro-strežnih folije	Z18	3-Razdelitev zaključena	Komunala Slovenska Bistrica	23.12.2022	31	5800kg	5570kg	<span>»</span>

Prkazujem 1 do 3 od 3 zapisov

Slika 35: Aplikacija Agrofolija: seznam že dostavljene folije na lokacijo Omplast d.o.o.

S klikom na zavihek 'Ugodnosti', vidimo, kdo je že koristil ugodnosti dobropisov.

AGROFOLIJA

### Seznam ugodnosti

Valutirani Val zbiratelj Vpisi koda

Status	Kmetija	Podjetje	Koda	Naziv ugodnosti	Vrsta ugodnosti	Dodana	Izkoriščena	Akcije
Načrtovana	Kmetija [redacted]	Komunala Slovenska Bistrica	41-478-11-100763044	5.00€ - Dobropis velja pri nakupu nove Agro-stretch folije	Delež od skupnega zneska	02.11.2023		[i]
Načrtovana	Kmetija [redacted]	Komunala Slovenska Bistrica	41-480-11-1004760761	5.00€ - Dobropis velja pri nakupu nove Agro-stretch folije	Delež od skupnega zneska	02.11.2023		[i]
Načrtovana	[redacted]	Komunala Slovenska Bistrica	41-489-11-100263210	5.00€ - Dobropis velja pri nakupu nove Agro-stretch folije	Delež od skupnega zneska	02.11.2023		[i]
Načrtovana	Kmetija [redacted]	Komunala Slovenska Bistrica	41-501-11-100340484	5.00€ - Dobropis velja pri nakupu nove Agro-stretch folije	Delež od skupnega zneska	02.11.2023		[i]
Načrtovana	Kmetija [redacted]	Komunala Slovenska Bistrica	41-462-11-100263210	5.00€ - Dobropis velja pri nakupu nove Agro-stretch folije	Delež od skupnega zneska	02.11.2023		[i]
Načrtovana	Kmetija [redacted]	Komunala Slovenska Bistrica	41-470-11-1004763211	5.00€ - Dobropis velja pri nakupu nove Agro-stretch folije	Delež od skupnega zneska	02.11.2023		[i]
Načrtovana	[redacted]	Komunala Slovenska Bistrica	41-477-11-100486521	5.00€ - Dobropis velja pri nakupu nove Agro-stretch folije	Delež od skupnega zneska	02.11.2023		[i]
Načrtovana	Kmetija [redacted]	Komunala Slovenska Bistrica	41-505-11-100474615	5.00€ - Dobropis velja pri nakupu nove Agro-stretch folije	Delež od skupnega zneska	02.11.2023		[i]
Načrtovana	Kmetija [redacted]	Komunala Slovenska Bistrica	41-509-11-264456	5.00€ - Dobropis velja pri nakupu nove Agro-stretch folije	Delež od skupnega zneska	02.11.2023		[i]
Načrtovana	KMETIJA [redacted]	Komunala Slovenska Bistrica	41-530-11-100329830	30.00€ - Dobropis velja pri nakupu nove Agro-stretch folije	Delež od skupnega zneska	02.11.2023		[i]

V zavihku 'Podjetja' se nahaja seznam podjetij, ki sodelujejo v modelu recikla.

AGROFOLIJA

### Seznam podjetij

Status podjetja	Ime podjetja	Vloga podjetja	Koda podjetja	E-naslov podjetja	Telefon	Uporabniki	Akcije
Načrtovana	Komunala Slovenska Bistrica	Organizator zbiranja		info@komunala-sb.si		[i]	

Prikazujem 1 do 1 od 1 zapisov

Slika 37: Aplikacija Agrofoliija: Podjetja, ki že sodelujejo v modelu recikla

# 6. Pomen modela reciklaže odpadne agro folije za kmetijska gospodarstva, okolje in ostale deležnike

S primernim ločevanjem odpadne folije in njenim recikliranjem lahko z vzpostavitvijo modela naštejemo vrsto pozitivnih učinkov na okolje in deležnike projekta, ki so kmetijska gospodarstva, ponudniki nove folije za bale in silos, predelovalci odpadne folije in zbiralci odpadne folije:

- Kmetijskim gospodarstvom je omogočeno enostavno oddajanje in zbiranje odpadne agro-stretch folije na več vzpostavljenih zbirnih mestih. Tako lahko enostavno in hitreje poskrbijo za svojo odpadno folijo.

- Kmetijska gospodarstva, ki so udeležena v reciklu folije, so lahko ob primerno zbrani količini za to nagrajena z vavčerji za dobropis pri nakupu nove folije pri ponudnikih folij, s čimer prihranijo denar. Hkrati model recikla omogoča enostaven način predaje odpadne folije v recikel, s čimer kmet prihrani čas. Oboje pomeni konkurenčno prednost.

- Ponudniki nove folije imajo rešitev za odpadno folijo, kar jim v primeru oglaševanja pomeni konkurenčno prednost.

- Predelovalci odpadne folije imajo organiziran in načrtovan dotok odpadne folije za predelavo.

- Zbiralci odpadne folije si lahko z organizacijo zbiranj in

odvozov zagotovijo dodaten zaslužek. Njihova prednost je tudi uporaba enostavne aplikacije za zbiranje in odvoz odpadne folije, preko katere vnašajo zbrane količine in prejema dobropise.

- Model recikla odpadne folije znatno zmanjšuje količino odpadka iz naslova odpadne folije od bal in silosov z njenim zbiranjem in njeno ponovno uporabo.

- Z zbiranjem in reciklažo preprečimo sežiganje večjih količin odpadne folije, s čimer zmanjšujemo emisije CO<sub>2</sub>. Še en pozitiven vidik je ta, da ne bo potrebno proizvajati sekundarnih surovin iz primarnih, ampak iz že predelanih. Za proizvodnjo 1 kg plastike med proizvodnjo nastanejo 3 kg CO<sub>2</sub> (PET ali LDPE).

- Z vzpostavljenim modelom recikla folije se prispeva k manjšemu onesnaževanju okolja, ker se prepreči sežig večjih količin odpadne folije, ki povzroča izpuste škodljivih plinov v zrak, obenem pa je tudi manj morebitnih odlaganj odpadne folije na neorganiziranih odlagališčih, ki povzročajo pronicanje škodljivih snovi v zemljo in vodo. Tak način kmetovanja z vrnitvijo uporabljene odpadne folije preko vzpostavljenega modela reciklaže v predelavo podpira naravovarstvo in ohranja stanje vseh oblik življenja v okolju.

- Preko predelave se ohranijo naravni viri. Uporabni plastični granulati se proizvajajo brez uporabe surove nafte skozi procese mehanske reciklaže.

- Pri predelavi se porabi občutno manj energije na tono reciklirane plastike, kot se je potrebuje za proizvodnjo primarne surovine iz surove nafte.

- Pri odlaganju folij na poljih sčasoma pride do pojava nastajanja mikroplastike, ki pronica v zemljo oz. vodo in je škodljiva za okoliške živali. Z ustreznim ravnanjem z odpadno folijo bi se odlaganje folije na kmetijski krajini zmanjšalo in s tem tudi tveganje za pojav mikroplastike.

- Z vsako tono reciklirane plastike se tako prepreči nastanek tudi do 2 ton toplogrednih plinov, ki bi drugače nastali pri običajni proizvodnji plastike v rafinerijah.

Ker smo želeli k oddaji odpadne agro folije povabiti čim več kmetijskih gospodarstev, smo dali velik poudarek tudi na izobraževanja in prenos rezultatov. Za vključitev čim večjega števila kmetijskih gospodarstev v reciklažo agro folije je še naprej ključno osveščanje o pomenu in pozitivnih učinkih predaje folije v reciklažo, kar prispeva k ohranjanju narave.



Slika 38: Ekскурzija dijakov šole Grm Novo mesto – Center biotehnike in turizma na kmetiji Metelko



Slika 39: Predavanje za kmetijska gospodarstva KGZS - Zavod Novo mesto (Anja Mežan, Stane Glač) na kmetiji Virč



Slika 40: Praktične demonstracije za kmetijska gospodarstva na KGZ Sava z.o.o., LESCE; zbirna lokacija Poljče



Slika 41: Praktične demonstracije za kmetijska gospodarstva na KGZ Sava z.o.o., LESCE; zbirna lokacija Poljče



Sliki 42, 43: Usposabljanja za kmetijska gospodarstva na šoli Grm Novo mesto – Center biotehnike in turizma





*Slika 44: Praktične demonstracije za kmetijska gospodarstva na kmetiji Virc*

**Vabimo vas, da se nam pridružite pri iniciativi za reciklažo agrofolije, na naši spletni strani**

**WWW.AGROFOLIJA.SI**

**in na naši Facebook strani,  
uporabniško ime: Agrofolija (<https://www.facebook.com/agrofolijasi>).**

# VIRI IN LITERATURA

Babrauskas, V. "Heat of Combustion and Potential Heat," in Heat Release in Fires, V. Babrauskas, S. J. Grayson (Editors), Chapter 8, pp. 207-223. Elsevier Applied Science, London, 1992.

BREF. 2007. Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers, European Commission, Brussels, August, 2007.

Cabernard, L., Pfister, S., Oberschelp, C. et al. Growing environmental footprint of plastics driven by coal combustion. Nat Sustain 5, pp. 139–148 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00807-2>

Deželak, B. Hidrotermična degradacija polietilena nizke gostote. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2018.

DEFRA. 2005. 'Guidelines for Corporate Reporting of Greenhouse Gas Emissions', London.  
Errikson, O., Finnveden, G. Plastic waste as a fuel – CO<sub>2</sub>-neutral or not? August, 2009, Energy & Environmental Science 2(9):907-914. DOI:10.1039/b908135f.

Eurostat; <https://ekokrog.org/2020/03/18/vplivi-energetske-predelave-odpadkov-na-podnebje/>.  
PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) / Conversio Market & Strategy GmbH.

PlasticsEurope. 2005. Eco-profiles of the European Plastics Industry, Polyethylene Terephthalate (PET) - Bottle grade, March, 2005.

PlasticsEurope. 2012. Eco-profiles of the European Plastics Industry, Polyethylene (PE), 2012.

PlasticsEurope. 2014. Eco-profiles of the European Plastics Industry, Polypropilene (PP), 2014.

PlasticsEurope. 2018. Plastics – the Facts 2018, An analysis of European plastics production, demand and waste data.

Kontić, D. Analiza ogljičnega odtisa plastične embalaže za vodo. Inštitut Jožef Štefan, 2019.

Kumar, A., Gupta, R. K. Fundamentals of polymer engineering, revised and expanded. Second Edition. Marcel Dekker, Inc. 2003.

Time for change: <https://timeforchange.org/plastic-bags-and-plastic-bottles-co2-emissions-during-their-lifetime/>

<https://agrofolija.si/>

Interni podatki in fotografije projektnega konzorcija.

# O PROJEKTU

Naslov projekta: Vzpostavitev modela reciklaže agro-stretch folije za bale in silažne folije s ciljem olajšati organizacijo za kmete in zmanjšati negativne posledice na okolje

Obdobje izvajanja projektnih aktivnosti: 1. 12. 2020 – 30. 11. 2023

Št. odločbe o pravici do sredstev: 33133-3025/2019/13

Vrednost upravičenih stroškov projekta: 250.000 €

Odstotek sofinanciranja: 100 %

Konzorcij:

- Microbium, napredne tehnologije, d.o.o. - vodilni partner,
- Virc, storitve s kmetijsko mehanizacijo d.o.o. Novo mesto,
- Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto,
- Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Kranj,
- Omaplast reciklaža plastike d.o.o.,
- Larting, podjetje za inženiring, projektiranje in nadzor,
- Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma,
- Sava, kmetijsko gozdarska zadruga z.o.o., Lesce,
- Kmetija Metelko,
- Kmetija Čretnik,
- Kmetija Kepec,
- Kmetija Virc.

Financiranje projekta: Program razvoja podeželja 2014-2020, ukrep Sodelovanje, podukrep 16.5 Podpora za skupno ukrepanje za blažitev podnebnih sprememb ali prilagajanje nanje ter za skupne pristope k okoljskim projektom in stalnim okoljskim praksam.

Evropska komisija - EKSRP:

[http://ec.europa.eu/agriculture/rural-development-2014-2020/index\\_sl.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/rural-development-2014-2020/index_sl.htm)

Program razvoja podeželja:

[www.program-podezelja.si](http://www.program-podezelja.si)

Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja:

Evropa investira v podeželje.

VIRC

omoplast | 40 YEARS OF SUSTAINABLE FUTURE

MICROBIUM  
Detekcija in eliminacija mikrobov

LARTING



kgz Sava



PROGRAM  
RAZVOJA  
PODEŽELJA

Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje



**Naslov:** Vzpostavitev modela reciklaže agro-stretch folije za bale in silažne folije s ciljem olajšati organizacijo za kmete in zmanjšati negativne posledice na okolje

**Avtorji besedil in fotografij:**

Simon Čretnik, kmetijsko gospodarstvo Simon Čretnik  
Stane Glač, KGZS, KGZ Novo mesto  
Robert Golc, KGZS, KGZ Kranj  
Božidar Hudoklin, Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma  
Kristijan Joras, KGZ Sava z.o.o., LESCE  
Vinko Kepec, kmetijsko gospodarstvo Vinko Kepec  
Anže Kranjčič, Microbium d.o.o.  
Urša Lenarčič, Larting d.o.o.  
Milan Metelko, kmetijsko gospodarstvo Milan Metelko  
Anja Mežan, KGZS, KGZ Novo mesto  
Brigita Omahen, Omaplast d.o.o.  
Marko Omahen, Omaplast d.o.o.  
Mojca Papler, KGZ Sava z.o.o., LESCE  
Franc Pavlin, KGZS, KGZ Kranj  
Janez Virč, Virč d.o.o.  
Leopold Virč, kmetijsko gospodarstvo Leopold Virč  
Miha Virč, Virč d.o.o.  
Eva Zaletel, Microbium d.o.o.

**Uredila:** Urša Lenarčič, Larting d.o.o.

**Lektoriranje:** dr. Alenka Divjak, Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma

**Oblikovanje in tisk:** Bold

**Naklada:**

**Izdajatelj:** Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije – Zavod Kranj, Cesta Iva Slavca 1, 4000 Kranj

**Kraj in leto izida:** Kranj, 2023

Priročnik je izšel v okviru projekta Vzpostavitev modela reciklaže agro-stretch folije za bale in silažne folije s ciljem olajšati organizacijo za kmete in zmanjšati negativne posledice na okolje, ki je sofinanciran iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije 2014–2020 in Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja v okviru ukrepa Sodelovanje, podukrep M16.5 - Okolje in podnebne spremembe.



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje



'Bodimo ekološki pri uporabi agro-stretch folije za bale in folije za silose:  
oddajmo odpadno folijo na zbirna mesta za odvoz in reciklažo!'

<https://agrofolija.si/>



PROGRAM  
RAZVOJA  
PODEŽELJA



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje