

Vpeljava biorazgradljive vrvice v hmeljišča in uporaba hmeljevine v novih industrijskih produktih

Poročilo za javnost

LAYMAN'S REPORT

Marjan Plavčak, Spring awakening of hop fields, Slovenia



**INŠTITUT ZA HMELJARSTVO
IN PIVOVARSTVO SLOVENIJE**
Slovenian Institute of Hop Research and Brewing



Lankhorst | Yarns

TRIDAS®

ENVIRONMENT FRIENDLY PACKAGING



Razvojna agencija Savinja
Gospodarsko interesno združenje

Tecn^o
packaging

TEC
Slovenian Tool and Die Development Centre

Zelfo®
TECHNOLOGY



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR



ZDRUŽENJE HMELJARJEV
SLOVENIJE

Povzetek

Na območju Evrope se pridelava okrog 50.000 ton hmelja na površini okrog 26.500 ha. Slovenski hmeljarji pridelajo okrog 2.800 ton hmelja letno na okrog 1.590 ha, kar Slovenijo trenutno uvršča na tretje do četrto mesto največjih pridelovalcev hmelja v EU in peto do šesto na svetovni ravni. Hmeljarstvo je največja izvozna panoga v kmetijskem sektorju Slovenije in ima velik pomen tudi za razpoznavnost Slovenije v svetu. Obstaja pa problem v tej panogi. Za oporo hmelja tekom rasti je v evropskih hmeljiščih še vedno najpogostejše v uporabi žica, v slovenskih hmeljiščih pa polipropilenska (PP) vrstica, ki se napeljuje 6-7 metrov visoko na postavljeno žičnico med lesenimi ali betonskimi drogovi. Po končani sezoni obiranja storžkov hmelja ostane ob obiralnih strojih okrog 15 ton (sveža snov) hmeljevine (listi in stebela hmelja) z vsakega hektarja hmeljišč, ki je prepletena s PP vrvico. Zaradi tega te organske mase ni mogoče ustrezno kompostirati ali reciklirati, temveč je primerna le za odvoz na odlagališča odpadkov, razen če se masa po kompostiranju preseje.

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS) si je prizadeval najti primerne rešitve za zamenjavo PP vrvic, končni odgovor pa smo oblikovali v okviru EU LIFE projekta BioTHOP z vpeljavo 100 % biorazgradljive in 100 % na kmetijah samih kompostabilne vrvic, narejene iz polimera mlečne kislinske. Poleg tega je hmeljevina s tem postala tudi osnovna surovina ne le za kompostiranje ampak tudi za celo paleto biorazgradljivih in kompostabilnih industrijskih izdelkov (biokompozitni materiali, sadilni lončki za vrtnarstvo, ter pakirni zabožki/pladnji). Vrvica BioTHOP je proizvedena iz obnovljivih materialov in se ob ustreznih pogojih kompostiranja razgradi na vodo, CO₂ in organsko maso. Z napeljavo BioTHOP vrvic v hmeljiščih se zapletenemu in zamudnemu postopku presejavanja komposta izognemo. Na ta način se bo količina agro-odpadkov v občinah Spodnje Savinjske doline bistveno zmanjšala, povečal pa se bo prihodek (pridelava komposta in/ali prodaja hmeljevine kot primarne surovine za proizvodnjo bioplastike). Spodnja Savinjska dolina bo s tem postala primer dobre prakse za vsa ostala hmeljarska območja, ne samo v EU, pač pa tudi v svetu, sočasno se bo povečala njena dodana socio-ekonomska vrednost, npr. zeleni turizem.

Projekt sledi modelu krožnega gospodarstva s ciljem zvišanja stopnje predelanih odpadnih produktov iz hmeljarske panoge za 100 %, izboljšano energetske učinkovitosti za 25 % preko zamenjave nerazgradljive plastike z biopolimernimi alternativami, medtem ko bodo emisije toplogrednih plinov v primerjavi z zdajšnjimi dejavnostmi predelave sintetičnih plastičnih proizvodov bistveno zmanjšane.

Cilji projekta

- ✓ Uvedba biorazgradljive in kompostabilne vrvic kot popolnoma konkurenčen izdelek PP vrvic
- ✓ Tehnološka navodila za kompostiranje hmeljevine
- ✓ Uporaba hmeljevine kot surovine za izdelavo biorazgradljivih izdelkov (biokompozitni materiali, sadilni lončki za vrtnarstvo, ter pakirni zabožki/pladnji)
- ✓ Vpeljava krožnega gospodarstva v hmeljarstvo
- ✓ Zmanjšanje količine odpadkov iz plastike v kmetijskem sektorju
- ✓ Ozaveščanje kmetov in hmeljarjev o vplivu plastike in pomenu kompostiranja
- ✓ Vpeljava primerov dobrih praks v druge hmeljarske regije in v druge panoge



OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU

Naziv projekta: LIFE BioTHOP, LIFE18 ENV/SI/000056

Vpeljava biorazgradljive vrvice v hmeljišča in uporaba hmeljevine v novih industrijskih produktih

VODILNI PARTNER



IHPS: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, Slovenija

PARTNERJI PROJEKTA

Lankhorst Euronete (Portugalska) - LEP

Zelfo Technology (Nemčija) - ZT

TRIDAS (Češka) - TRIDAS

Tecnopackaging (Španija) - TECNO

Razvojni center orodjarstva Slovenije (Slovenija) - TECOS

Razvojna agencija Savinja (Slovenija) - DAS



ZAČETEK PROJEKTA: 01/07/2019 **KONEC PROJEKTA:** 31/12/2022

SKUPNI PRORAČUN: 1.919.901 €

SOFINANCIRANJE S STRANI EU: 1.055.945 € (= 55% skupnega proračuna)

SPLETNA STRAN: www.life-biothop.eu **E-MAIL:** barbara.ceh@ihps.si

Projekt je sofinanciran s sredstvi Programa LIFE, Ministrstva za okolje in prostor Republike Slovenije, šestih občin Spodnje Savinjske doline, največje hmeljarske regije v Sloveniji: Žalec, Vransko, Polzela, Braslovče, Tabor in Prebold ter Združenja hmeljarjev Slovenije.

Program LIFE je bil ustanovljen leta 1992 in je finančni instrument EU za okolje in podnebne ukrepe. V obdobju financiranja 2014-2020 je LIFE prispeval približno 3,4 milijarde EUR za zaščito okolja in podnebja. Njegov splošni cilj je prispevati k izvajanju, posodabljanju in razvoju okoljske in podnebne politike in zakonodaje EU s sofinanciranjem projektov z evropsko dodano vrednostjo. Najvišje stopnje sofinanciranja projektov iz proračuna EU znašajo 55 %, 60 % ali 75 %, kar je odvisno od teme projekta.

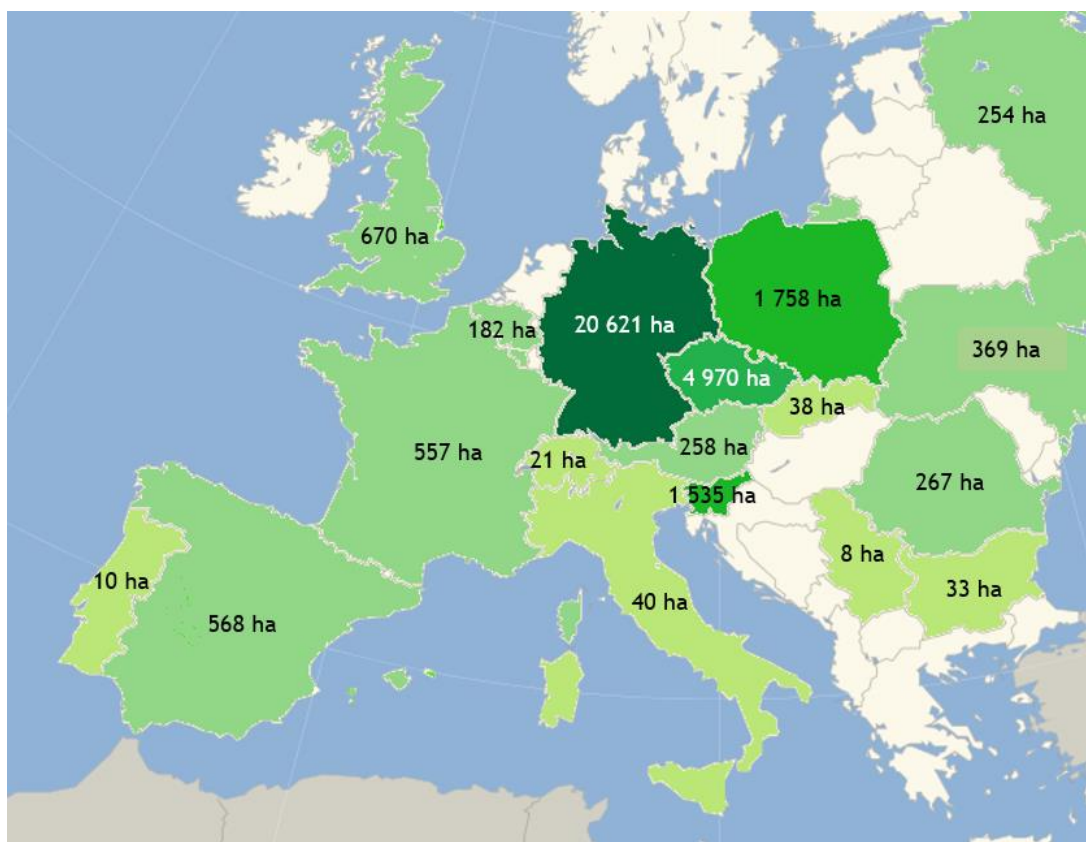
Regionalni pomen



Šest občin Spodnje Savinjske doline s površino okrog 1.100 ha hmeljišč predstavlja več kot 3 % evropske proizvodnje hmelja.

Projekt BioTHOP je bil tesno povezan z vsemi 6 občinami Spodnje Savinjske doline, ki so projekt tudi sofinancirale (Občina Braslovče, Občina Polzela, Občina Prebold, Občina Tabor, Občina Vransko in Občina Žalec). Spodnja Savinjska dolina je z okrog 1.100 ha nasadov hmelja največja regija pridelave hmelja v Sloveniji.

Projekt je sofinaciralo tudi Združenje hmeljarjev Slovenije. Že tekom projekta so hmeljarji tudi preizkušali BioTHOP vrvico na skupno 60 ha in s svojimi izkušnjami svetovali, kako naj bi se še izboljševala. Hmeljarje smo ozaveščali glede smiselnosti kompostiranja hmeljevine in le-to so tekom projekta tudi izvajali s 225 tonami hmeljevine letno.



Površine hmelja v Evropi leta 2021 po državah

Aktivnosti

Akcija A1

Poljski poskusi z obstoječo biorazgradljivo PLA vrvico in zbiranje hmeljevine

Pred začetkom projekta LIFE BioTHOP je IHPS že izvajal testiranja različnih komercialno dostopnih vrvic iz obnovljivih materialov (iz kokosovih, konopljinih, jutnih in celuloznih vlaken ter iz polimlečne kisline), pri čemer se je PLA vrvica Elite® Bio Twine, ki jo proizvaja LEP, izkazala kot najobetavnejša. V letu 2019 smo zato v okviru projekta BioTHOP na 30 ha hmeljišč v Spodnji Savinjski dolini, ki je demo regija projekta, napeljali prav to vrvico. Ob sezone smo po obiranju storžkov hmelja pridobili hmeljevino (listi in stebela hmelja, prepletena z vrvico), za izvedbo akcije B1. Rezultati, ugotovitve in izboljšave te pripravljalne akcije so se uporabili za začetek izvajanja akcije B2.

Akcija B1

Predelava hmeljevine v novo dragoceno surovino

Akcijo B1 je izvajal IHPS v sodelovanju z LEP in aktivnim vključevanjem hmeljarjev, ki so izvajali kompostiranje po navodilih IHPS. Akcija je potekala s hmeljevino, prepleteno z BioTHOP vrvico, s ciljem na podlagi poskusov, opazovanj, meritev in analiziranih rezultatov izdelati tehnološka navodila za strokovno utemeljeno kompostiranje ob istočasnem varovanju okolja. V treh letih smo v poskuse kompostiranja vsako leto vključili 225 ton hmeljevine. Poleg tega je v okviru te akcije partner ZT z ekstrakcijo vlaken iz hmeljevine pridobil surovino - hmeljeva vlakna na nadaljnjo uporabo, in sicer na osnovi dveh različnih surovin: 1) hmeljevina, prepletena z BioTHOP vrvico iz polimlečne kisline (PLA) za izvajanje akcije in B4 in 2.) hmeljevina, prepletena s celulozno ali sisalovo vrvico za izvajanje akcije B3.

Akcija B2

Modifikacija obstoječe PLA vrvice v BioTHOP PLA vrvico - vrvico za sektor hmeljarstva

V okviru akcije B2 smo vpeljali v hmeljarstvo modificirano PLA vrvico partnerja LEP v hmeljarstvo. Partner LEP je na podlagi rezultatov testiranja obstoječe PLA vrvice s strani IHPS in hmeljarjev Spodnje Savinjske doline na skupaj 60 ha izvajal modifikacijo le-te v treh sezonah. Tako je vrvica prilagojena za potrebe v hmeljarstvu; material ima dobro odpornost na vremenske vplive pri pridelavi na prostem, prenese obstoječe mehanske obremenitve in maso hmelja, obenem material na njivi ni začel razpadati, se je pa razgradil v nekaj mesecih pri pravilno izvajanjem kompostiranja na kmetijah samih. Vrvica je dobila tudi certifikat za biorazgradljivost.

Akcija B3

Proizvodnja biorazgradljivih embalaž za steklenice

V okviru akcije B3 smo v podjetju TRIDAS vlakna hmeljevine uporabili kot vhodni material za razvoj in izdelavo biorazgradljivih in kompostabilnih transportnih embalaž za steklenice vina v kombinaciji z odpadnim kartonom. Izdelek predstavlja sodobni embalažni material, ki ima odlične lastnosti za oblažjenje.

Akcija B4

Proizvodnja biorazgradljivih lončkov za uporabo v vrtnarstvu

V akciji B4 je partner TECNO iz Španije razvijal formulo mešanja ekstrahiranih vlaken iz hmeljevine iz akcije B1 z biopolimerom mlečne kisline (PLA) in bil odgovoren za pripravo optimalne kompozitne formulacije. Z novo razvitim biokompozitnim materialom smo izdelali brizgane sadilne lončke za vrtnarstvo. Partner TECOS je zasnoval orodje za brizganje teh lončkov, upoštevajoč karakteristike materiala in zahteve glede končnega izdelka - lončkov za proizvodnjo sadik hmelja na IHPS. Na IHPS smo lončke tekom projekta preizkušali in validirali.

Akcija B5	Ponovljivost in prenosljivost rezultatov	V akciji B5 smo naše rešitve prenesli v druga območja EU in v druge panoge. Vrvico BioTHOP so glede na navodila projektnih sodelavcev napeljali, testirali ter kompostirali v 7 regijah EU izven Spodnje Savinjske doline, ki je bila demo regija, in sicer na Koroškem, v Ptuj, Ormožu, regiji Saaz na Češkem, Belgiji, Srbiji in v Avstriji. Vrvico smo testirali in vpeljali tudi v pridelavo zelenjadnic, in sicer v pridelavo visokega fižola v žičnicah hmeljišč ter v pridelavo paradižnika in jačevca v rastlinjaki. Iz biokompozita je bil izdelan nabor različnih izdelkov, in sicer igralne kocke, lončki za kozmetično industrijo, žlice za obuvanje, držala za telefon, prsti za žetvenik, termoformirani pladnji za avtomobilsko industrijo, papir, podstavki za pivo in kavne kapsule.
Akcija C1	Spremljanje vpliva projekta	V okviru akcije C1 smo izvajali spremljanje projektnih dejavnosti in ocenjevali, ali delo poteka v skladu s planom. Sledili smo tehničnemu delu oziroma izvajanju akcij, okoljskim kazalnikom, socialnim vplivom kot tudi diseminacijskim aktivnostim. Na ta način smo lahko sledili napredovanju projekta ter pravočasno zaznavali morebitne zamude in konflikte.
Akcija C2	Zaključki in poročila	Zaključke projekta s priporočili smo izdelali na osnovi spremljanja projektnih aktivnosti. Primerjali smo začetne, pričakovane cilje z rezultati našega dela.
Akcija D1	Strategija komunikacije	Glavni cilji komunikacije so bili zagotoviti ustrezno in učinkovito posredovanje informacij ter doseči pozitiven vpliv rezultatov projekta na čim širše območje EU. Ciljne javnosti so bile vseskozi seznanjene z rezultati preko različnih medijev in interaktivnih komunikacijskih kanalov.
Akcija D2	Razširjanje rezultatov projekta in udeležba zainteresiranih javnosti	V okviru akcije D2 smo razširjali rezultate projekta na lokalni, regionalni in mednarodni ravni ter krepili sodelovanje zainteresiranih javnosti med in po izvedbi projekta. Aktivnosti so prispevale k ozaveščanju občanov, od malih do velikih podjetij, združenj, občin, skupnosti, kmetijskih zadrug, raziskovalnih inštitutov, strokovnih javnosti in državnih institucij o ravnanju s hmeljevino, njeni vrednosti in pozitivnih vplivih bioplastičnih izdelkov na okolje ter možnostih prenosa rezultatov v druge panoge.
Akcija E1	Vodenje projekta	Vodenje projekta je potekalo po Uredbi LIFE ter postopkih in strukturi, kot je bilo dogovorjeno v partnerskem sporazumu in glede na dogovore odbora projekta. Vodenje je vključevalo usmerjanje in nadzorovanje dela po akcijah/podakcijah tekom projekta po partnerjih, da je delo potekalo neovirano in usklajeno ter po načrtu in finančnih obveznostih s ciljem izpolnjevanja ključnih ciljev in nalog projekta.

Izboljšava vrvice

Uspešen razvoj BioTHOP vrvice v pridelavi hmelja je prispeval k novim možnostim pri ravnanju s hmeljevino. Doslej je bila zaradi uporabe polipropilenske (PP) vrvice v slovenskih hmeljiščih uporaba hmeljevine omejena, prav tako je bila njena vrednost nizka. Z uporabo PP vrvice je bilo otežkočeno učinkovito kompostiranje hmeljevine ter onemogočena učinkovita ponovna uporaba organske mase.

V nekaterih hmeljarskih regijah se za oporo hmelju uporablja jeklena žica. Alternativo uporabi polipropilenske vrvice v hmeljiščih pa predstavljajo vrvice, izdelane iz naravnih vlaken - juta, celuloza ali sisal. Zaradi visokih cen se te vrvice v praksi redko uporabljajo in hmeljarji v intenzivni pridelavi se zanje ne odločajo.



Vzorčenje BioTHOP vrvice za potrebe analiz po koncu rastne sezone hmelja

Pri razvoju hmeljarske vrvice BioTHOP smo sodelovali Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS), portugalsko podjetje Lankhorst Euronete (LEP) in Združenje hmeljarjev Slovenije. Odločili smo se za izboljšavo že obstoječega izdelka - Elite® Bio Twine vrvice, ki je bila razvita za potrebe opore paradižnika in paprike za uporabo predvsem v rastlinjaki v severni Evropi.

Nova vrvica se je razvijala v treh sezonah, od 2019 do 2021, z vsakoletnimi izboljšavami na podlagi izkušenj v hmeljiščih in zahtevam projekta BioTHOP.

Rezultat skupnega dela je vrvica, ki je dovolj močna, enostavna za uporabo - popolnoma primerljiva polipropilenski vrvici, služi kot robustno vodilo in je učinkovita opora hmelju tudi v nepredvidljivih vremenskih razmerah.

Kompostabilnost in biorazgradljivost vrvice so preizkušali tako pridelovalci hmelja Savinjske doline kot tudi neodvisni certificirani laboratorij po standardu ISO 13432. Na podlagi rezultatov se vrvica v pogojih pravilnega

kompostiranja v kompostnem kupu hitro razgradi in s pomočjo bakterij predela v vodo, CO₂ in organsko maso.

Vrvica je bila v letu 2022 lansirana na trg in je na voljo pridelovalcem hmelja in drugih kmetijskih kultur z vsega sveta.



Hmeljišče z BioTHOP vrvico



BioTHOP vrvica (zelena) po 2 mesecih kompostiranja



Kolut BioTHOP vrvice



BioTHOP vrvica v hmeljišču

Preoblikovanje hmeljevine v novo dragoceno surovino

Z uvedbo BioTHOP vrvice je hmeljevina po koncu sezone obiranja hmeljevih storžkov postala dragocena surovina za **kompostiranje in pridobivanje vlaken**.



V sodelovanju s hmeljarji Spodnje Savinjske doline, ki je bila demo regija projekta, je IHPŠ v treh letih izvedel poskuse kompostiranja s 675 tonami hmeljevine s ciljem izdelave tehnoloških navodil za strokovno utemeljeno kompostiranje. Najprej je bilo potrebno preučiti osnovno sestavo hmeljevine, njeno hranilno vrednost, velikost delcev, na katere naj je hmeljevina razrezana na obiralnem stroju, in različni načini zbiranja hmeljevine - ali obiralni stroj ločuje stebila, prepletena z vrvico, od listov, ali je hmeljevina pomešana (stebila z vrvico + listi skupaj). Sledilo je preizkušanje različnih načinov kompostiranja. Zasnovani kompostni kupi so bili ves čas pod drobnogledom; od merjenja temperature, vizualnega

opazovanja in kemijskih analiz. Z mešanjem in prezračevanjem kupov smo dosegli razgradnjo vrvice že v prvem mesecu.

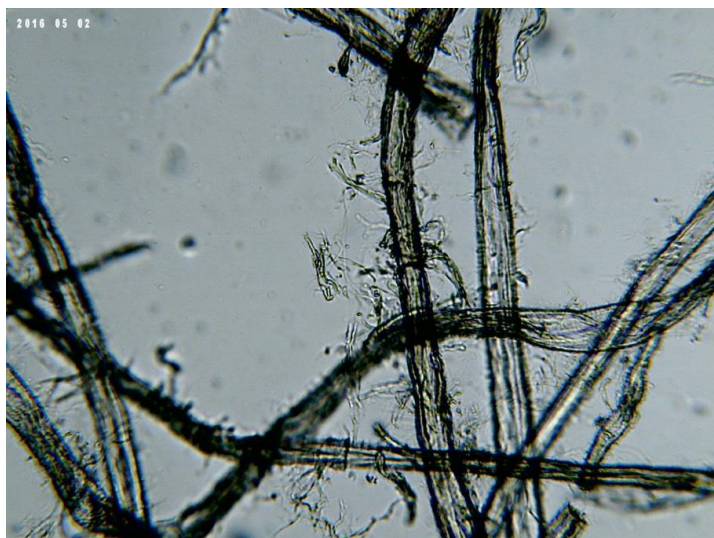


Po končanem kompostiranju hmeljevine so bili komposti bogati s hranili, torej primerni za nadaljnjo uporabo za gnojenje in izboljševanje rodovitnosti tal. Vsebnost organske snovi je presegala 35 %. Na podlagi rastnih in kalitvenih testov so končni komposti ustrezali parametrom zrelega in stabilnega komposta, ki je lahko uporaben v rastlinski pridelavi. Vrvica se je tekom kompostiranja dobro razgradila. V primeru manjših vstopnih delcev je bila razgradnja še učinkovitejša. Na razgradnjo je vplivalo tudi redno mešanje in zračenje kompostnih kupov. Vrvico je potrebno izpostaviti visokim temperaturam in vlagi, kar dosežemo prav z uravnoteženim mešanjem glede na temperature in vlago v kupih. Mletje vstopne hmeljevine na majhne delce (od 3 do 5 cm) se je izkazalo za najučinkovitejši prisotop.



S kompostiranjem mešanice listov in stebel dosežemo večjo učinkovitost kompostiranja, kot če uporabimo le stebila hmelja. Hmeljevina se lažje in hitreje razgradi, višja je vsebnost hranil, kup je v notranjosti manj zračen, kar zagotovi termofilno fazo znotraj kupa. Temperature nad 55 stopinjami so ključne za razgradnjo PLA vrvice in higienizacijo komposta. Na podlagi zaključkov in izkušenj triletnih poskusov so bile narejene tehnološke smernice za pravilno kompostiranje hmeljevine na kmetijah.

Iz hmeljevine (stebela, prepletena z vrvico) lahko s posebnim postopkom pridobimo tudi vlakna. Svojevrstnen postopek za proizvodnjo oziroma pridobivanje hmeljevih vlaken, ustreznih za nadaljnjo uporabo, je razvil projektni partner **Zelfo Technology (ZT)**. Vlakna, pridobljena iz hmeljevine, se lahko uporabijo za izdelavo biokompozita, iz katerega brizgamo različne izdelke, med njimi biorazgradljive vrtnarske lončke, uporabna pa so tudi za izdelavo biorazgradljive embalaže za steklenice.



Ekstrahirana vlakna iz hmeljevine pod mikroskopom



Vlakna, pridobljena iz hmeljevine

ZT z dvema različnima vhodnima surovinama pridobi dva izhodna materiala, in sicer glede na to, za kaj se bodo vlakna kasneje uporabila.

Prva vhodna surovina so hmeljeva stebela, prepletena z BioTHOP PLA vrvico. Z ekstrahiranjem vlaken iz te hmeljevine pridobijo surovino za izdelavo biokompozita za brizgane izdelke. Druga vhodna surovina pa je hmeljevina, ki ne vsebuje PLA vrvic, ampak celulozno ali sisalovo vrvico. Torej moramo že v pridelavi hmelja vedeti, za kakšen namen se bo hmeljevina želela uporabiti. Na ta drugi način postane ekstrahirana surovina primerna za proizvodnjo stiskane embalaže za steklenice, saj le-tam proizvodni sistem temelji na predelavi celuloznih vlaken. Morebitna vsebnost biokompozitov bi lahko povzročila težave v sistemu delovanja strojev. Izdelki iz celuloze namreč zahtevajo 3-dimenzionalno fibrilacijo vlaken, da ustvarijo bolj puhasto mešanico, ki se strukturno zlije s standardno kašo, uporabljeno pri oblikovanju izdelka.



Očiščena vlakna hmelja

Pridobljena vlakna so bila testirana in smo jih uspešno uporabili pri izdelavi obeh končnih BioTHOP proizvodov.

BioTHOP embalaža za steklenica za vina je **prvi tovrsten izdelek na svetu**, ki vsebuje vlakna, pridobljena iz hmeljevih stebel, prepletenih s celulozno ali sisalovo vrvico.

Poleg zastavljenih prvotnih ciljev projekta- ustvarjanja primernih dodatkov za bioplastiko in surovine za izdelavo embalaže, je Zelfo Technology ustvaril plošče

brez veziv za notranjo uporabo, ki so izdelane iz hmeljevih vlaken in ostankov PLA vrvic. Trenutno so te plošče debeline do 1 cm in velikosti približno 1,8 m x 0,7 m. Pri 100 % vsebnosti hmeljevih vlaken in PLA je gostota plošč približno 1,4-1,5 g/m³. Nižje gostote je mogoče doseči z uporabo neobdelanih ostankov hmelja/PLA do približno +/- 50 % celotne vsebnosti. Na voljo so predhodno obarvane plošče v barvah Iron Oxide, temno zelena/črna ter naravna srednje rjava (podobno kot MDF plošče).

Biokompozit

Nemško podjetje **Zelfo Tehnology** (ZT) pošlje zmleta hmeljeva vlakna v špansko podjetje **Tecnopackaging** (TECNO), kjer se začne proizvodni proces izdelave BioTHOP kompozita. Vlakna se najprej posušijo, da se iz dobljenega materiala odstrani vsa vlaga. Odstranjevanje vlage je ključnega pomena za pridobitev visokokakovostnega materiala in nadaljnjega dela.

Sledi postopek predelave. Posušena vlakna hmeljevine se pomešajo s komercialnim biopolimerom na osnovi škroba. Ta material je biorazgradljiv in končnemu biokompozitu doda visoko stopnjo elastičnosti, saj je za konkurenčnost v proizvodnji vrtnarskih lončkov na tržišču pomembna tudi njihova deformabilnost in elastičnost.



Dvopolžni ekstruder za pripravo kompozita (COPERION)

Da bi se izognili razgradnji granulata zaradi absorpcije vode med postopkom hlajenja, je potrebno še končno sušenje. Sledi pakiranje in pošiljanje materiala v **Razvojni center orodjarstva Slovenije** (TECOS), kjer material uporabljajo za izdelavo brizganih sadilnih lončkov za uporabo v vrtnarskem sektorju, v TECNO pa so izdelali tudi formule za brizganje različnih drugih izdelkov.



Končna formulacija BioTHOP biokompozita je rezultat večletnega sodelovanja partnerjev projekta ZT, TECOS in TECNO. S ponavljajočimi poskusi in izboljšavami so razvili novo nastali biokompozit z ustreznimi mehanskimi lastnostmi za brizganje sadilnih lončkov. S povratnimi informacijami končnega predelovalca materiala v procesu (TECOS), se je z leti izboljšala zmogljivost in uporabnost pridobljenega materiala.

Oba vhodna materiala se zmešata v cilindru stroja, ki z ustreznim dvigom temperature zagotovi taljenje osnovnega polimera, ne da bi se pri tem poškodovala vlakna. Mešanica teh dveh materialov se premika naprej z vrtenjem in na koncu preide skozi šobo stroja, kjer nastane filament.

Novo nastali BioTHOP kompozit se v cilindru stroja segreje nad temperaturo tališča in ker je vroč potisnjen skozi šobo stroja, ga je potrebno za nadaljnjo predelavo predhodno ohladiti. Ob napravi je nameščena vodna kopel, s pomočjo katere se temperatura proizvedenega filameta zniža. Po ohlajanju v vodni kopeli se filament zgranulira.



Preverjanje mehanskih lastnosti BioTHOP kompozita

Materiali, razviti tekom projekta BioTHOP, so bili ovrednoteni in preverjeni po ISO standardih za natezne in upogibne lastnosti.



Biokompozitni granulat

Proizvodnja biorazgradljive embalaže za steklenice

Češko podjetje **TRIDAS** je kot projektni partner iz hmeljevih vlaken podjetja ZT izdelalo biorazgradljivo transportno embalažo za steklenice vina. Njihova tehnologija v osnovi temelji na oblikovanju celuloznih vlaken. Ideja projekta BioTHOP je bila uporaba hmeljevih vlaken v njihovem proizvodnem procesu. TRIDAS je vlakna dodelal do kaši podobne strukture, ki je uporabna za nadaljnjo obdelavo in oblikovanje končne embalaže. Zaradi usmerjenosti njihove tehnologije v predelavo večinoma celuloznih vlaken, so bila kot osnova zagotovljena hmeljeva stebila, prepletena s celulozno vrvico, saj bi PLA ostanki v materialu njihov prices motili. Za proizvodnjo transportne embalaže so v prilagajanju formule na koncu validirali kombinacijo 50 % hmeljevih vlaken in 50 % odrezkov kartona.



Oblikovanje embalaže in prenos na trak za sušenje



Sušenje embalaže v pečici

TRIDAS z lastno zasnovano proizvodnjo, oblikovanjem različnih materialov, z raziskavami, razvojem in sodobno proizvodno tehnologijo stremi k visoki kakovosti končnih izdelkov in proizvodnim procesom. Njihovi izdelki iz oblikovanih vlaken so uporabni v različnih panogah.

Z možnostjo izdelave embalaže iz vlaken hmeljevine je hmeljevina kot stranski produkt dobila nove dimenzije uporabe. Na ta način ne postane kmetijski odpadke, ampak surovina, ki na okolju prijazen način služi kot odličen primer ponovne uporabe.

Embalaža, izdelana na osnovi oblikovanja vlaken, je povsem naraven material s pridihom tradicije in vizijo prihodnosti. TRIDAS v svoji proizvodnji uporablja obnovljive vire, reciklirane materiale, star časopis, odpadni karton ali čisto celulozo, evkaliptusov papir, ostanke stebel sladkornega trsa ali sirka ter tudi kmetijske odpadke. Vsi izdelki so 100 % reciklrani, prav tako jih je možno ponovno uporabiti. Takšna embalaža ne izpolnjuje samo zahtev za sodobno industrijsko embalažo, ampak hkrati zmanjšuje vplive človeških dejavnosti na okolje s pomočjo zmanjšanja emisij NO_x in CO₂.

Oblikovana vlakna ne vsebujejo strupenih snovi in imajo zelo majhen vpliv na obremenitev okolja (ogljčni odtis). Proizvodnja embalaže je 100 % naravi prijazna, embalažo je možno reciklrati in kompostirati. Je trajnostni izdelek, popolnoma biološko razgradljiv in v skladu s certifikati ISO, OHSAS, FSC in standardi EU za eko točke.



*Končni izdelek -
BioTHOP embalaža za steklenice vina*

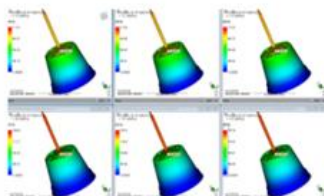
Proizvodnja biorazgradljivih lončkov za uporabo v vrtnarstvu

Razvojni center orodjarstva Slovenije (TECOS) je v okviru projekta Life BioTHOP izdelal demonstrativne brizgane sadilne ločke za hitrorastoče poljedelske kulture, ki so izdelani iz BioTHOP biokompozitnega materiala. Z uporabo vlaken hmeljevine z dodanim biokompozitom smo korak bližje k zapiranju krožnih zank v hmeljarstvu - prispevamo k nadomestitvi obstoječih sadilnih lončkov, narejenih na osnovi fosilnih goriv.

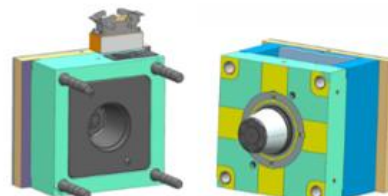
ZASNOVA IZDELKA



OPTIMIZACIJA IZDELKA



IZDELAVA ORODJA



Optimirana formulacija materiala, ki vsebuje približno 20 % hmeljnih vlaken, je v cilindru stroja segreta nad temperaturo tališča in potisnjena skozi šobo stroja v orodno votlino, kjer prevzame obliko končnega izdelka. Akcije, ki so si sledile pri razvoju demonstrativnih lončkov so zasnova izdelka, konstruiranje in izdelava orodja, brizganje izdelkov, njihova validacija in testiranje ob koncu uporabe.

PROIZVODNJA LONČKOV



DIMENZIJSKO PREVERJANJE



PREIZKUŠANJE V PRAKSI



Sajenje sadik hmelja v BioTHOP lončke

lončkov razmeram za proizvodnjo sadik ocenil, katera formulacija materiala je najprimernejša, da lonček kljubuje pogojem, katerim so tekom rastne sezone izpostavljeni.

Ker letna poraba sadilnih lončkov v proizvodnji sadik tako hmelja kot narazličnejših vrtnarskih kultur velika, je potreba po biorazgradljivih in okolju prijaznejših lončkih še toliko bolj pomembna.

BioTHOP lončki imajo tudi certifikat biorazgradljivosti.

Proizvedeni biorazgradljivi lončki za uporabo v vrtnarstvu so bili preizkušeni za gojenje sadik hmelja na **Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS)**. Na podlagi načrtovanih poskusov je bilo v ta namen izdelanih 2.000 lončkov. Lončki so se med sabo razlikovali v vsebnosti vlaken hmeljevine in razmerju termoplastičnih matric.

IHPS je na podlagi preizkusov in izpostavljenosti

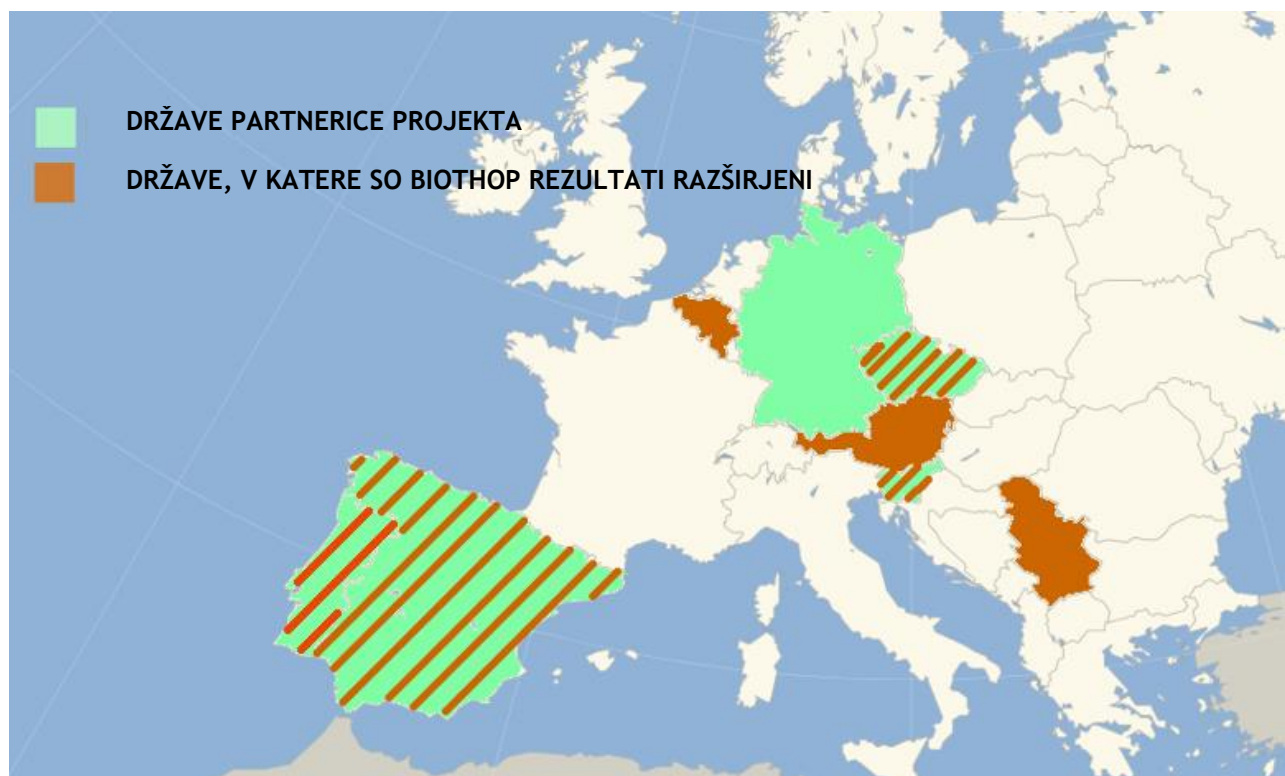


BioTHOP sadilni lonček s kompostom iz hmeljevine

Ponovljivost in prenosljivost rezultatov

Rezultati projekta ter končni produkti in materiali so prenosljivi v druge hmeljarske regije EU in tudi v druge industrijske sektorje, oziroma aplikativna področja uporabe. Z drugimi načini preoblikovanja vlaken hmeljevine, z ekstruzijskim pihanjem in izdelavo biofilmov pa se področja uporabe še razširijo.

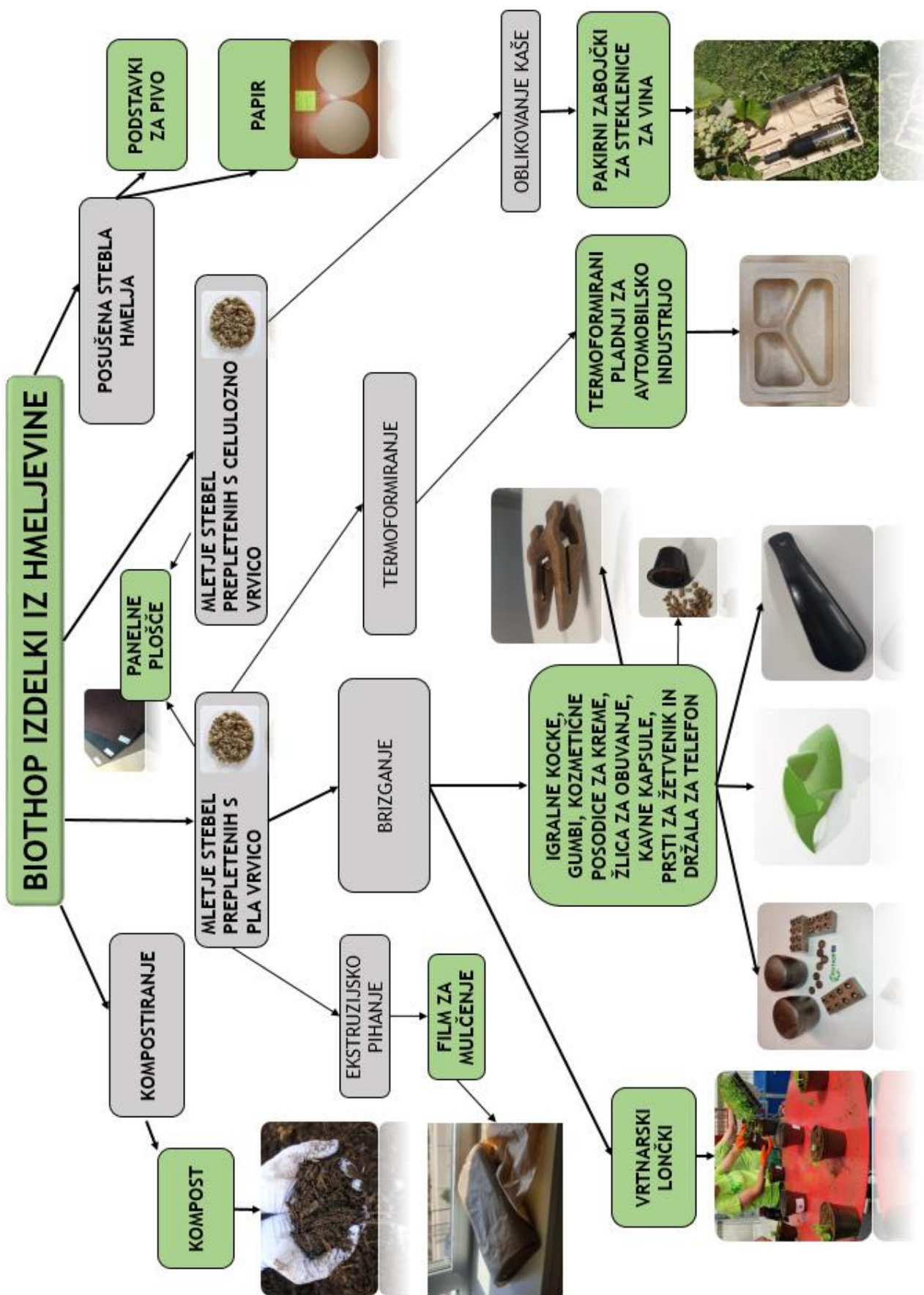
V letu 2021 so po tehnoloških navodilih projekta BioTHOP napeljali BioTHOP vrvico na hmeljiščih površine 1 hektar na hmeljarskih posestvih **v Avstriji, v Žatcu na Češkem, na Koroškem, Dornavi in v Ormožu**. V manjšem obsegu hmeljišč pa so BioTHOP vrvico preizkusili še **v Belgiji, Srbiji, na Portugalskem in Severni Primorski**. Obenem so na Češkem napeljali to vrvico tudi v kombinaciji z žico, kar je njihova ustaljena metoda; pri tem so nadomestili 25 cm polipropilenske vrvice, ki služi za vezavo žice na konstrukcijo žičnice, z BioTHOP vrvico.



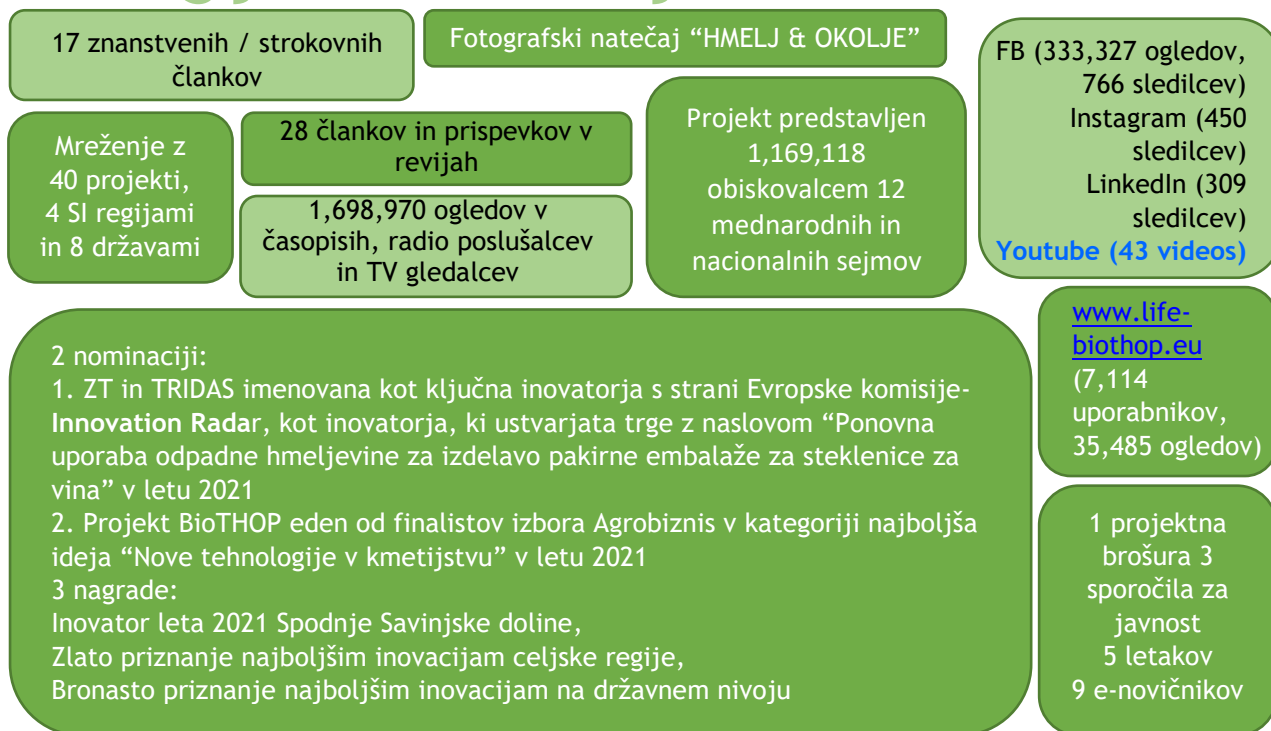
V slovenskih hmeljiščih, v Belgiji in Srbiji z BioTHOP vrvico ni bilo težav. V vseh teh deželah sicer uporabljajo kot vodila za hmelj polipropilenske vrvice in hmeljarji so jo prepoznali kot zelo dobro alternativo tradicionalni vrvici. Težave so se pojavile v Avstriji in na Češkem, saj se njihova tehnologija pridelave hmelja precej razlikuje. V hmeljiščih za oporo hmelju namreč uporabljajo žico, ki je za napeljavo in kasneje na obiralnem stroju povsem drugačna, saj je material trši, zato so tudi obiralni stroji drugače nastavljeni. Zaradi svoje strukture in trdote se lažje reže, medtem ko je PLA vrvica mehkejša. Posledično se težje reže na nožu, vrvica se na nože tudi navija. Trenutno je za preusmeritev na novo tehnologijo najboljša rešitev nadomestitev polipropilenske vrvice v kombinaciji z žico, torej 25 cm na vsakem vodilu.

Poleg dveh glavnih produktov v projektu so bili iz BioTHOP biokompozita izdelani termoformirani pladnji za avtomobilsko industrijo, gumbi, igralne kocke, kozmetični lončki, držala za telefon, prsti za žetvenik, kavne kapsule, itd. - izdelki so prikazani v shemi na naslednji strani. Material in izdelki so bili razširjeni tudi v druge sektorje (primer: industrija izdelkov za široko potrošnjo v Španiji in Nemčiji).

Izdelane so bile smernice za ponovljivost in prenosljivost BioTHOP materialov v druge potencialne sektorje s poudarkom na pomenu in potencialu hmeljevine za širšo uporabo in izdelavo uporabnih izdelkov.



Strategija komunikacije



Dolgoročni vpliv projekta na okolje

Cilj projekta je bil zamenjati polipropilensko vrstico v hmeljiščih z biorazgradljivo vrstico iz polimlečne kisline (PLA), ki je narejena iz obnovljivih virov in pri kompostiranju razpade na vodo, CO₂ in biomaso. Hmeljevina s tem postane primarna surovina za izdelavo komposta na kmetijah (gnojilo, izboljševalec rodovitnosti tal) in za izdelavo biorazgradljivih izdelkov (biokompozitni material, sadilni lončki, embalaža). S tem se drastično zmanjša količina odpadkov v hmeljarstvu in omogoči dodaten prihodek s prodajo hmeljevine za izdelavo novih produktov.

Po končani obiralni sezoni hmelja, ko so hmeljevi storžki obrani, hmeljevina predstavlja stranski produkt - odpadki. S ponovno uporabo le-te, pa se njena dodana vrednost poveča. Z njeno vključitvijo v predelovalni proces - ekstrahiranje vlaken in izdelava biokompozita se njena uporabnost razširi v predelovalni sektor. Na ta način se zmanjša uporaba plastike iz fosilnih goriv. Dva glavna visokokakovostna izdelka BioTHOP - **sadilni lonček za vrtnarstvo, ter pakirna embalaža za steklenice konkurirata primerljivim izdelkom na trgu, izdelanim iz plastike**. Njihova kvaliteta se ne meri le v funkcionalnosti in primerljivosti s plastičnimi izdelki temveč se odraža tudi v možnosti kompostiranja po uporabi. S končnim proizvodom - kompostom pa se organska masa in hranila vrnejo nazaj na metijske površine. **To je dodana vrednost izdelkov, narejenih iz obnovljivih materialov z možnostjo ponovne uporabe in vpeljavo krožnega gospodarstva v hmeljarstvo.**

Projekt sledi modelu krožnega gospodarstva s ciljem zvišanja stopnje predelanih odpadnih produktov iz hmeljarske panoge za 100 %, izboljšano energetska učinkovitostjo za 25 % preko zamenjave nerazgradljive plastike z biopolimernimi alternativami, medtem ko bodo emisije toplogrednih plinov v primerjavi z zdajšnjimi dejavnostmi predelave sintetičnih plastičnih proizvodov bistveno zmanjšane.

Najdete nas na spletni strani: www.life-biothop.eu

Zaradi interesa vpeljave krožnega gospodarstva v hmeljarstvo so partnerji v projektu želeli hmeljevini po spravi hmeljevih storžkov z dodano vrednostjo povrniti uporabo, da ne bi bila zavrnjena kot odpadki. Sledila je razširitev predelave hmeljevine v biokompozit v panoge vrtnarstva, kmetijstva in pakirnega sektorja. Projekt LIFE BioTHOP je v hmeljarsko panogo uvedel 100 % razgradljivo in kompostabilno vrstico kot okolju prijazno zamenjavo polipropilenski vrstici, ki je trenutno v uporabi in katere razgradnja v naravi lahko traja tudi do 450 let.

Poročilo za širšo javnost je nastalo s finančno podporo Programa LIFE EU.

Koordinator in vodilni partner projekta je **Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije**. Pri projektu sodeluje šest projektnih partnerjev iz petih članic Evropske Unije: portugalski **Lankhorst Euronete Group**, nemški **Zelfo Technology**, **TRIDAS** iz Češke, španski **Tecnopackaging**, ter slovenska partnerja **Razvojni center orodjarstva Slovenije TECOS** in **Razvojna Agencija Savinja**.



Model krožnega gospodarstva LIFE BioTHOP projekta



Biorazgradljiva in kompostabilna vrstica BioTHOP za oporo hmelja



Ekstrahirana vlakna iz hmeljevine



Kompost iz hmeljevine



Biokompozitni granulat iz hmeljevine



Biorazgradljivi sadilni lončki



Biorazgradljiva embalaža za transport steklenic vina