



Premostitev vrzeli v biogospodarstvu  
od gozdne in kmetijske biomase  
do inovativnih tehnoloških rešitev

## Ovrednotenje in karakterizacija biomase

CRP V4- 1824	R.2.1 R.2.2	9. maj 2020
-----------------	----------------	----------------

### Avtorji:

Darja Stare

Špela Ščap

Rok Mihelič

Sara Mavsar

Mateja Mešl

Miha Humar

Ilja Gasan Osojnik Črnivec

Nina Barbara Križnik

Blaž Likozar

Primož Oven

Luka Juvančič

Projekt financirata Ministrstvo za kmetijstvo,  
gozdarstvo in prehrano in Agencija za  
Raziskovalno dejavnost Republike Slovenije v  
skladu s pogodbo št. 2330-18-000246 v okviru  
Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si  
hrano za jutri«.





Šifra projekta:	V4-1824
Naslov projekta:	Premostitev vrzeli v biogospodarstvu: od gozdne in kmetijske biomase do inovativnih tehnoloških rešitev (angl. <i>Bridging gaps in Bioeconomy: from Forestry and Agriculture Biomass to Innovative Technological solutions</i> )
Akronim projekta:	BRIDGE2BIO
Trajanje projekta:	11/2018 – 10/2021
Nosilna RO:	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Vodja projekta:	Luka Juvančič
Sodelujoče RO:	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta Inštitut za celulozo in papir Kemijski inštitut Gozdarski inštitut Slovenije Gospodarska zbornica Slovenije Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede
Delovni sklop:	Surovinska baza, izkoriščenost virov in analiza vrzeli v razvoju biogospodarstva v Sloveniji (DS2)
Delovni nalogi:	Ovrednotenje in karakterizacija biomase iz primarne proizvodnje (kmetijstvo, gozdarstvo) (DN2a); koordinacija: Nike Krajnc (GIS), Rok Mihelič (BF)  Ovrednotenje in karakterizacija biomase kot sekundarnega produkta industrijskih procesov in potrošnje (DN2b); koordinacija: Miha Humar (BF), Ilja Gasan Osojnik Črnivec (BF)
Rezultata – šifri:	R.2.1, R.2.2
Rezultat – naslov:	Ovrednotenje in karakterizacija biomase iz primarne proizvodnje (kmetijstvo, gozdarstvo) in kot sekundarnega produkta industrijskih procesov in potrošnje
Avtorji:	Darja Stare, Špela Ščap (GIS), Rok Mihelič, Sara Mavsar, Miha Humar, Ilja Gasan Osojnik Črnivec, Primož Oven, Luka Juvančič (BF), Mateja Mešl (ICP), Nina Barbara Križnik (GZS), Blaž Likozar (KI)



## Vsebina

Razširjeni povzetek .....	5
1 Uvod .....	14
2 Viri, količine in izkoriščenost gozdno-lesne biomase.....	16
2.1 Les iz gozdov in gozdnih nasadov.....	16
2.1.1 Resursi za pridobivanje gozdno-lesne biomase, časovni pregled rabe resursov	16
2.1.2 Proizvodnja gozdnih lesnih sortimentov .....	18
2.1.3 Raba gozdno-lesne biomase .....	20
2.1.4 Mednarodna trgovina .....	22
2.1.5 Možnosti in neizkoriščeni potenciali gozdno-lesne biomase.....	26
2.2 Sekundarni viri v procesih pridobivanja, predelave in potrošnje lesne biomase.....	29
2.2.1 Vrste in količine lesnih odpadkov .....	29
2.2.2 Ostanki pri pridobivanju gozdnih lesnih sortimentov .....	31
2.2.3 Ostanki v predelavi lesa .....	33
2.2.4 Odpadna biomasa in odpadki iz proizvodnje papirja .....	33
2.2.5 Potenciali rabe odsluženega lesa in lesnih ostankov .....	35
3 Viri, količine in izkoriščenost biomase kmetijskega izvora.....	47
3.1 Primarna kmetijska proizvodnja.....	47
3.1.1 Obseg in struktura rabe kmetijskih površin, naravne in strukturne razmere za kmetijsko proizvodnjo.....	47
3.1.2 Obseg in struktura primarne kmetijske proizvodnje .....	51
3.1.3 Mednarodna trgovina .....	56
3.1.4 Skupna bilanca proizvodnje in porabe .....	61
3.2 Ostanki primarne kmetijske proizvodnje.....	62
3.2.1 Viri .....	62
3.2.2 Vrste, obseg koriščenja, razpoložljive količine in izkoriščenost potencialov ostankov primarne kmetijske proizvodnje .....	63
3.3 Ostanki v proizvodnji in potrošnji živil.....	74
3.3.1 Viri .....	78
3.3.2 Vrste, količine in trenutna raba odpadnih in stranskih tokov biomase v proizvodnji živil in pijač .....	81
3.3.3 Vrste, količine in trenutna raba tokov zavrnjene in zavržene hrane .....	96
3.3.4 Izkoriščenost potencialov ostankov v proizvodnji in potrošnji živil.....	98



4	Kemijske, strukturne (tehnološke?) lastnosti in energetska vrednost biomase kmetijskega in gozdno-lesnega izvora.....	105
4.1	Strukturne in tehnološke lastnosti izbranih virov biomase.....	105
4.1.1	Les in drugi lignocelulozni viri .....	105
4.1.2	Izbrani stranski proizvodi v kmetijski proizvodnji in v proizvodnji hrane .....	107
4.2	Kemijske lastnosti izbranih virov biomase.....	110
4.2.1	Les in drugi lignocelulozni viri .....	110
4.2.2	Izbrani stranski viri v kmetijski proizvodnji in proizvodnji hrane.....	112
4.3	Biorafinacija .....	114
4.3.1	Les in drugi lignocelulozni viri .....	114
4.3.2	Izbrani stranski proizvodi v kmetijski proizvodnji in v proizvodnji hrane .....	116
4.4	Energetska raba.....	119
4.4.1	Les in drugi lignocelulozni viri .....	119
4.4.2	Ostanki kmetijske proizvodnje ter proizvodnje in porabe hrane.....	120
5	Zaključek.....	121
6	Literatura .....	122
	Priloge .....	131
	Priloga 1: Vsebnost suhe snovi, žetveni indeksi in koeficienti zelenega odreza v primarni kmetijski proizvodnji.....	131
	Priloga 2: Vrste, zakonodaja in sistemi ravnanja z odpadki.....	133
	Priloga 3: Način obdelave lesnih »odpadkov«.....	140
	Priloga 4: Ravnanje z odpadki v živilskih obratih .....	151



## Razširjeni povzetek

### Namen: ovrednotenje razpoložljivih virov biomase (gozdni viri, kmetijstvo)

V tem poročilu skušamo prvič na enem mestu zbrati podatke o virih, količinah in rabi kmetijske in gozdno lesne biomase v Sloveniji in sicer tako primarne proizvodnje, kot tudi ostankov biomase, nastalih v fazah predelave in potrošnje. S tem želimo postaviti izhodišče za podatkovno podprto in opredmeteno razpravo o snovni, energetski in ekonomski (ne)učinkovitosti trenutne rabe biomase v Sloveniji, o realno izvedljivih scenarijih prestrukturiranja ali razširitve verig vrednosti ter o korakih, ki bi nas vodili k tem cilju.

Viri primarne biomase v Sloveniji so izrazito razpršeni, posledično so tudi baze podatkov dostikrat nepovezane in neažurne. V poročilu smo na podlagi rezultatov statističnih raziskovanj ter dosegljivih podatkov (npr. odkup in prodaja kmetijskih pridelkov, odkup lesa) pridobili ocene o stanju (količini, sestavi in izkoriščenosti) ter dinamiki razpoložljive biomase iz primarne proizvodnje (kmetijska in gozdno-lesna biomasa ter njuni ostanki). V fazi karakterizacije biomase smo podatke pretvorili v kategorije, relevantne za načrtovanje biorafinerijskih postopkov in proizvodnjo novih bioosnovanih produktov.

### Potencial gozda: izjemna gozdnatost, vendar realne strukturne omejitve

Slovenija spada med najbolj gozdnate evropske države, saj gozd pokriva več kot polovico površine, gozdnatost znaša kar 58,2 %. Večji del gozdov se nahaja v območju bukovih (44 %), jelovo-bukovih (15 %) in bukovo-hrastovih gozdov (11 %), vsi pa imajo relativno močno proizvodno sposobnost.

Slovenija se uvršča med evropske države z najnižjim deležem državnih gozdov. Danes je 76 % gozdov v Sloveniji v zasebni lasti, 21 % gozdov je v lasti države in 3 % gozdov v lasti lokalnih skupnosti. Zasebna gozdna posestva so majhna, povprečna površina znaša le 2,9 ha. Le 11 % zasebnih lastnikov v Sloveniji ima v lasti gozd, večji od pet hektarjev in ti upravljajo z več kot polovico gozdnih zemljišč v zasebni lasti. Po zadnjih podatkih je v Sloveniji že 314.000 lastnikov gozdov.

### Vpliv naravnih nesreč na gozdne sestoje in izkoriščenost lesnega potenciala

Do leta 2014, ko je slovenske gozdove prizadel žled, se je izkoriščenost lesnega potenciala gibala med 60 in 70 %. Naravne motnje, ki so najprej prizadele gozdove v obliki obsežnih žledolomov leta 2014, so se nadaljevale z intenzivnim napadom podlubnikov, ki še vedno traja in je nepovratno posegel v vrstno strukturo gozdov z drastično razredčitvijo sestojev iglavcev (zlasti smreke). Ko temu dodamo še intenzivne vremenske pojave (npr. vihar v letu 2017, pridemo do obsežnih škod zgodovinskih razsežnosti. Potreba po hitrem ukrepanju z namenom zaježitve škod na gozdovih se je odrazila v znatno povečanju obsega sanitarne sečnje. Letni posek se je v obdobju 2014-2016 približal najvišjemu možnemu poseku, pri čemer je delež sanitarne sečnje obsegal več kot 50 %. Situacija se v zadnjih letih umirja, izkoriščenost lesnega potenciala se umika nazaj na 70 % raven.



### Nizka dodana vrednost gozdnih lesnih sortimentov

Povečanje sečnje od leta 2014 naprej (v letih 2014-2016 je letni posek na letni ravni 6 mio. m<sup>3</sup> pomenil 50-odstotno povečanje) gre v veliki meri na račun iglavcev, katerih delež v strukturi poseka predstavlja okrog 70%. Med iglavci v proizvodnji gozdnih lesnih sortimentov s 75-odstotnim deležem prevladuje hlodovina, les za celulozo in plošče predstavlja nadaljnjih 20 %. Več kot polovico lesa listavcev (56 %) je trenutno namenjenega kurjavi, preostali del se enakomerno deli med les za celulozo in plošče ter hlodovino. Skupni delež okroglega industrijskega lesa znaša okrog 2 % celotne proizvodnje. Največji domači porabnik okroglega lesa je industrija žaganega lesa (nad 1 milijon m<sup>3</sup>), sledijo industrije lesnih kompozitov, mehanske celuloze in kemikalij s skupnim obsegom predelave okrog 0,5 milijona m<sup>3</sup>. Velik porabnik okroglega lesa so gospodinjstva, ki letno porabijo nad milijon m<sup>3</sup> lesa za kurjavo letno. S tem se domača poraba lesa bolj ali manj zaključi in ves preostali del gozdno-lesne proizvodnje je namenjen izvozu. Slovenija je z letnim obsegom izvoza na ravni 3 mio. m<sup>3</sup> izrazit izvoznik nepredelanega okroglega lesa, kar je še posebej izraženo v kategoriji hlodovina iglavcev, katere obseg je v letu 2017 znašal 1,3 milijona m<sup>3</sup>. Z vidika dodane vrednosti gozdnih lesnih sortimentov imamo v Sloveniji izrazite rezerve. Te kaže iskati zlasti v povečanju gospodarske rabe okroglega lesa znotraj Slovenije ter v krepitvi tehnološko naprednejših alternativ energetske rabi okroglega lesa.

### Neizkoriščeni potenciali so najvišji pri lesu slabše kakovosti (možnost biorafinacije)

Za oceno stanja v gozdno-lesni verigi je poleg poznavanja teoretičnih potencialov gozdov pomemben podatek o realno razpoložljivi tržni količini lesa. To je količina, od katere je odšteta poraba lastnikov gozdov za lastne potrebe (v prvi vrsti za kurjavo). Po oceni GIS največje razlike med ocenjenimi potenciali in količinami, ki so dejansko vstopile na trg, beležimo pri lesu slabše kakovosti. Z vidika dolgoročne perspektive gre za kategorijo, ki bo s spremembami gozdnih sestojev (rastoč delež bukve) pridobivala na pomenu. Neizkoriščene možnosti so torej zlasti v kategorijah lesa, ki so primerna vstopna surovina za procese biorafinacije in njim sledečo proizvodnjo novih bioosnovanih materialov.

### ...pa tudi pri stranskih proizvodih in ostankih iz lesnopredelovalne industrije

Perspektivno surovino za dodajanje vrednosti v kaskadnem procesu predelave predstavljajo tudi sekundarni viri surovin (odpadna biomasa, les, lignocelulozna vlakna), ki nastajajo v procesih pridobivanja, predelave in potrošnje v gozdno-lesni-papirni verigi. V letu 2017 je skupna količina predelanih lesnih odpadkov znašala skoraj 119 tisoč ton, predelava pa pomeni sežig in sosežig odpadkov kot gorivo (36 %), recikliranje vključno s kompostiranjem odpadkov (10 %), ostalo (54 %) pa je bilo namenjeno za druge načine predobdelave.



### V primeru sečnih ostankov je to predvsem skorja...

Potencial sečnih ostankov za zbiranje in predelavo v industrijsko relevantnih količinah je omejen, saj iznos sečnih ostankov v (prevladujočem) spravilu lesa s traktorjem ni ekonomičen, pri strojni sečnji in spravilu pa je večina sečnih ostankov uporabljena za zaščito tal. V tej kategoriji lahko kot pomemben surovinski potencial izpostavimo skorjo, ki volumsko predstavlja okrog 20 % poseka, je pomembna surovina za biosnovane proizvode (npr. tanin) je zaradi vsebnosti (npr. tanin) in tudi dober strukturni material za kompostiranje biogenih odpadkov. Omeniti kaže tudi (nišni) komercialni potencial sečnih ostankov (grče, skorje nekaterih drevesnih vrst), ki imajo z bogato vsebnostjo polifenolov široko uporabnost v kemični in farmacevtski industriji, pa tudi v proizvodnji hrane.

### ...med ostanki v predelavi lesa in odsluženem lesu so ključni izzivi v nadomestitvi odlaganja in prostega sežiganja s predelavo

O bioekonomskem potencialu ostankov v predelavi lesa zgovorno priča podatek o snovnem izkoristku, ki pri primarni predelavi lesa hlodov v žagane sortimente znaša približno 50 %, pri izdelavi pohištva iz masivnega lesa pa se giblje med 5 in 20 %. Ko temu prištejemo še odslužen les, pridemo do trenutne letne količine predelave 40.000 ton. Prevladujoča načina rabe odsluženega lesa in lesnih ostankov sta danes odlaganje v obliki inertnih odpadkov in prosto sežiganje v domačih kotlih. V obeh primerih gre za rabo, ki je sporna z vidikov škodljivih vplivov na okolje, nizke energetske in praktično nikakršne snovne izkoriščenosti. Med ustrežnejšimi načini rabe lesnih ostankov in odsluženega lesa v poročilu opisujemo alternative, ki so že preizkušene v praksi: različni postopki predelave (fizikalno- kemijski, termični in elektrokemijski postopki), izdelava kompozitov, termična predelava v aktivno oglje ali lesni plin, biorafinacija (predelava v metanol, etanol), raba v kmetijstvu in okoljskih aplikacijah (nastilj, zastirka, ozelenitev degradiranih površin), nenazadnje tudi energijska izraba v specializiranih kurilnih napravah.

### ... podobno velja tudi za odpadno biomaso in odpadke iz proizvodnje papirja

Glede na dejstvo, da več kot polovica (57 %) surovin v slovenski papirniški industriji izhaja iz papirja za recikliranje lahko rečemo, da gre za panogo, ki ima že danes v velikem delu deluje po načelu krožnosti. V sami proizvodnji in predelavi papirja oziroma kartona nastajajo različni odpadki, ki predstavljajo sekundarni vir biomase oz. celuloznih vlaken. Glavni vir odpadne biomase so primarna blata (nastala pri odstranjevanju tiskarske barve iz recikliranih vlaken), sekundarna blata (nastala v procesu čiščenja odpadnih vod), lesni odpadki (nastalih v papirnicah z integrirano proizvodnjo lesovine) in manjše količine papirnega prahu (nastalega pri rezanju papirja). Del odpadne biomase papirnice uporabljajo kot energent v lastni proizvodnji, pri čemer pa ostajajo znatne količine pepela. Oddaja primarnih blat različnim odjemnikom za nadaljnjo uporabo se zaradi različnih vzrokov zmanjšuje, zato narašča potreba po čezmejnem odstranjevanju, ki je draga in netrajnostna rešitev. Primarna blata nudijo več zanimivejših alternativ, odvisno od





njihovih fizikalnih, kemijskih in mikrobioloških lastnosti. Blata z visoko vsebnostjo ogljikovih hidratov so primerna za proizvodnjo biogoriv ter kot gnojila v kmetijstvu, medtem ko se blata s pretežno anorganskim karakterjem uporabljajo v gradbeništvu. Sekundarna blata so zaradi večje vsebnosti organske snovi zanimiva za proizvodnjo bioplina, v kombinaciji z odpadnimi pepeli pa kot gradbeni material.

Raznoliki produkti primarne kmetijske proizvodnje so v prvi vrsti namenjeni verigi oskrbe s hrano, kjer potenciali dodajanja vrednosti ostajajo neizkoriščeni

Naravni pogoji (v strukturi kmetijskih zemljišč s 58 % deležem prevladuje travinje, tri četrtine kmetijskih površin je v območjih z naravnimi in drugimi omejitvami) determinirajo obseg in strukturo primarne kmetijske proizvodnje. Dve tretjini kmetijskih gospodarstev se ukvarja z živinorejsko proizvodnjo, pri čemer prevladujeta (vse bolj specializirani) reja govedi za meso in prireja mleka. Živinoreja (skupaj s pridelavo krmnih rastlin) prispeva tudi največji delež (56 %) k vrednosti kmetijske proizvodnje. V smislu vloge kmetijstva kot ključnega člana v verigi oskrbe s hrano in izkoriščenosti potenciala dodane vrednosti v oči bode podatek, da v zgoraj navedenih panogah kmetijstva skoraj tretjina celotne proizvodnje gre v izvoz kot osnovna surovina (surovo mleko oziroma žive živali). Po drugi strani v panogah, kjer povpraševanje po živilih domačega izvora izrazito narašča (npr. sveža zelenjava, ekološka hrana), nikakor ne pride do oblikovanja sistemov ponudbe, ki bi bili zmožni oskrbe prodajnih formatov široke potrošnje. Na tem temelji prva ugotovitev, povezana s kmetijsko proizvodnjo v Sloveniji, da so največje rezerve v boljši vertikalni povezanosti in konkurenčnosti celotnih verig vrednosti, kot tudi celotnega sistema oskrbe slovenskega trga s hrano domačega izvora.

Izkoriščanje biogospodarskega potenciala ostankov in stranskih proizvodov rastlinske pridelave je smotno v obsegu, ki ne ogroža bilance organske snovi v tleh

V poročilu so podrobno predstavljeni proizvodni resursi in obseg primarne kmetijske proizvodnje (poljščin, zelenjadnic, krmnih rastlin, sadjarstva, vinogradništva in živinoreje). V snovnem smislu je ta informacija pomembna za uvid v realni potencial vstopanja (primarnih ali sekundarnih) tokov biomase kmetijskega izvora v nove bioosnovane verige vrednosti. Glede na dejstvo, da je prevladujoči del primarne kmetijske proizvodnje vključen v prehransko verigo in upoštevajoč načelo 'najprej hrana' (SCAR, 2015) v kaskadni rabi primarnih kmetijskih proizvodov, gre komercialno zanimive tokove iskati v odpadnih in stranskih tokovih kmetijske biomase. Med ostanki iz rastlinske proizvodnje najprej poročamo o ostankih pridelkov. Gre za neprodano proizvodnjo, po podatkih iz leta 2016 smo večje količine zabeležili zlasti v pridelavi zelenjave (83.000 ton) in sadja (20.000 ton). Ker gre za hitro pokvarljivo in heterogeno biomaso, gre najbolj smotno rabo iskati v smeri proizvodnje komposta ali bioplina. Med sekundarnimi pridelki in ostanki po spravilu poljščin po količini izstopajo ostanki po spravilu žit (katerih letna količina se giblje okrog 300.000 t SS) in koruze za zrnje (okrog 250.000 t SS). npr. strnišča). Možni so različni načini dodajanja vrednosti žetvenih ostankov: od nižnih proizvodov (npr. gradbeni materiali, embalaža, rastni substrati) do energetske rabe (toplota, biogoriva). V razmerah, v katerih deluje slovensko kmetijstvo,





je smotrno pretežni del žetvenih ostankov še naprej porabiti za vzdrževanje bilance organske snovi v tleh, pri čemer bi prevladujoči način rabe (zaoravanje, stelja) lahko zamenjali z metodami minimalne obdelave tal (žetveni ostanki kot zastirka). Hmeljevina, ostanki zelenjadnic, oljnic in korenovk, predstavljajo dodatnih 100.000 t SS biomase. Poleg uporabe ostankov v namene krme in zelenega gnojenja imajo lahko ostanki različnih pridelkov veliko možnosti uporabe na področju energije (biorafinerijski razklop in pridobivanje biogoriva, kot so bioetanol, biometan in biovodik). Tovrstna raba je možna tudi pri zelenem odrezu trte in sadnih rastlin (letna količina nadaljnjih 30.000 t SS), pri odrezu vinske trte je zaradi vsebnosti bioaktivnih spojin je smotrna tudi kombinacija s predhodno ekstrakcijo.

Pri ostankih in stranskih proizvodih rastlinske pridelave v komercialnem smislu postaja vse bolj perspektivna izdelava lastne embalaže iz vlakninskih odpadnih tokov, po možnosti za postopkom ekstrakcije snovi z dodano vrednostjo in pred uporabo za energetske namene.

Biogospodarska raba stranskih proizvodov živinorejske proizvodnje je v prvi vrsti povezana z uporabo v energetiki

Daleč najobsežnejši stranski proizvod živinorejske proizvodnje so živalski izločki, katerih letna količina se giblje v rangu 500.000 t SS za gnojevko, 60.000 t SS perutninskega gnoja in 65.000 t SS hlevskega gnoja. Živalski izločki so seveda ključna komponenta organskih gnojil, pomembnih za rast in razvoj rastlin oziroma pridelkov ter izboljševanja kakovosti tal (organska snov, zadrževalna kapaciteta vode in zmanjševanje zbitosti tal). Živalska gnojila so lahko tudi pomemben vir pri pridobivanju toplote, elektrike (in potencialno tudi bioplina), katerega izkoriščenost je danes globoko pod 10 % potenciala (nekoliko višja zgolj v primeru prašičereje). Obstoječa mreža bioplinskih naprav (med katerimi prevladujejo tiste reda velikosti med 1 in 4 MW) je velikostno predimenzionirana za način in organiziranost kmetijske proizvodnje v Sloveniji, kar povzroča točkovne prekomerne okoljske obremenitve (premalo površin za gnojenje z digestatom bioplinskih naprav). V prevladujočih razmerah slovenskega kmetijstva z razmeroma majhnimi in prostorska razpršenimi kmetijami je ključni izziv v vzpostavitvi manjših bioplinskih naprav (ranga velikosti 250 kW) na večjih kmetijskih gospodarstvih, oziroma povezovanju kmetijskih gospodarstev in drugih uporabnikov (npr. lokalne skupnosti) pri skupinskih naložbah in obratovanju manjših bioplinskih naprav. Pri slednjih bi bil, v kolikor bi se kot substrat kombiniral z drugimi organskimi odpadki, dodaten izziv v okoljsko neobremenjujoči rabi digestata. Med stranskimi proizvodi živinorejske proizvodnje v poročilu kot nišni proizvod opisujemo tudi volno, katere količina in stroškovna učinkovitost zbiranja ne omogoča rabe v tekstilni industriji, se pa zato v zadnjih letih ponovno uveljavlja kot zanimiv nišni proizvod s številnimi možnimi rabami, od gradbeništva (izolacijski materiali), hortikulture (dodatek zemljini, zaščita posevkov) in turizma (okrasni predmeti).



Raznolikost sestave ostankov v proizvodnji živil obeta raznovrsten biogospodarski potencial, ki pa ga je zaradi podatkovnih omejitev težko oceniti

Pri ostankih v živilskopredelovalni industriji gre v snovnem smislu za biomaso z izjemno raznoliko sestavo, ki nastaja v proizvodnji in predelavi mesa, mleka, sadja, zelenjave, pekovskih in slaščičarskih izdelkov ter alkoholnih in brezalkoholnih pijač. Lastnost, ki je skupna večini tovrstnih ostankov, je visoka vsebnost vode in posledično kratka obstojnost, zato je za njihovo učinkovito nadaljnjo rabo treba bodisi omogočiti hitro uporabo ali pa vključiti različne ukrepe za podaljšanje stabilnosti. Hkrati nekateri stranski tokovi nudijo zelo dober vir antioksidantov z protibakterijskim in protiglivnim delovanjem in bi se lahko uporabijo za stabilizacijo drugih.

Določitev razpoložljivih količin posameznih stranskih tokov v predelavi živil, na osnovi katere bi lahko sklepali o njihovem biogospodarskem potencialu je težavna, ker so istovrstne snovi glede na rabo lahko stranski proizvodi (kadar se uporabijo), ali pa odpadki (kadar se zavržejo). Javno dostopna baza podatkov se vodi samo za slednje. V okviru te projektne naloge smo to informacijo dopolnili s podatki o količinah in rabi ostankov proizvodnje za nekatere pomembnejše panoge v proizvodnji živil in pijač, ki smo jo pridobili neposredno od podjetij. Za načrtovanje gospodarskih aktivnosti, ki bi učinkovito izkoriščale biogospodarski potencial stranskih tokov v proizvodnji živil, bi bilo zato treba izboljšati način zbiranja podatkov o stranskih tokovih, po možnosti v interakciji med živilskopredelovalno industrijo (enostavnost, ažurna pretočnost) ter zainteresiranimi uporabniki teh tokov.

Več kot polovica odpadkov v proizvodnji živil se nanaša na predelavo mesa in mleka, prevladuje energetska raba (bioplinarne)

Letna količina stranskih tokov v živilskopredelovalni industriji, ki se v trenutni klasifikaciji uvršča med odpadke, se giblje na letni ravni okrog 30.000. Poglavitni vir odpadkov predstavljata proizvodnja živil živalskega izvora (31 %) in proizvodnja mlečnih izdelkov (22 %), sledijo jim proizvodnja alkoholnih in brezalkoholnih pijač (17 %), ter ostale dejavnosti ki skupaj prispevajo preostalih 10 %. Po podatkih iz leta 2018 je poglavitni način predelave tovrstnih odpadkov predelava na bioplinarnah (50-100 %, za večino tokov med 70-90%). Izjema so odpadna jedilna olja, kjer je poglavitni način predelave rafiniranje oziroma drugi načini ponovne uporabe in stranski živalski proizvodi, ki se predelujejo v različne produkte z dodano vrednostjo (pridobivanje proteinov in maščob za surovine za hrano za domače živali, kemijsko, farmacevtsko in kozmetično industrijo itd.).



Raznolike možnosti izboljšanja rabe odpadkov in stranskih tokov v živilskopredelovalni industriji, najbolj izrazite so v mlekarstvu in pivovarski industriji

Glede na raznovrstnost odpadnih tokov, zlasti odpadkov predelave živil, so neizkoriščeni potenciali v izkoriščevanju snovi z dodano vrednostjo pred njihovo končno rabo za energetske namene (kar je pretežna raba danes). V nekaterih primerih ti predhodni postopki izkoriščanja tarčnih snovi ne spremenijo, ali celo izboljšajo primernost osnovnega substrata za nadaljnjo (končno) uporabo v bioplinarni. Nadalje obstoječa pravila ravnanja z odpadki in zahteve po načinu zbiranja odpadkov v živilskih obratih omogočajo povzročitelju odpadkov relativno nespremenjeno oziroma nezahtevno prilagoditev postopkov zbiranja in oddaje teh tokov za nekonvencionalne namene predelave in uporabe ostankov proizvodnje. V primeru stranskih živalskih proizvodov bi izboljšave (že precej kakovostno vzpostavljenega sistema predelave) lahko vodile v okrepitev proizvodnih možnosti in kakovosti končnih izdelkov, kakor tudi v nove načine encimske predelave in fermentacije.

Neizkoriščene rezerve so bolj izrazite v stranskih tokovih predelave mleka, kjer je najzanimivejši substrat sirotka. Možnosti predelave so raznolike in so vezane bodisi na pridobivanje posameznih frakcij (npr. laktoza, proteini, bioaktivni peptidi), ali pa na biotehnoške postopke, z njimi povezano pridobivanje platformnih kemikalij (npr. alkoholi, polisaharidi, organske kisline, biosurfaktanti, biološko aktivne komponente in encimov) ali kot surovina za proizvodnjo mikrobne biomase (npr. nadomestek mesa).

Količina, potencial za nadaljnjo predelavo, homogena sestava, kontinuiran dotok biomase in konsolidiranost sektorja so značilnosti, ki označujejo dober biogospodarski potencial ostankov pivovarske industrije. Pivske tropine so zanimiv surovinski vir za širok nabor proizvodov, npr. kot beljakovinska komponenta v žitnih izdelkih, substrat za proizvodnjo encimov in organskih kislin, surovinski vir za pridobivanje frakcij (npr. različni sladkorji in organske kisline) ter v proizvodnji bioadsorbentov. Drugi perspektivni ostanek proizvodnje piva je odvečni pivovarski kvas, katerega možne rabe segajo od funkcionalnega dodatka v hrani, dodatka k živalski krmi pa do substrata za mikroba gojišča. Drugi ostanki proizvodnje pijač nudijo podobne različne možnosti uporabe, med katerimi kaže omeniti pridobivanje oligosaharidov (emulgatorji) iz sadnih tropin s ter pridobivanje antioksidantov iz ostankov proizvodnje vina.

Pri drugih stranskih tokovih živilskopredelovalne industrije ni vprašanje biogospodarskega potenciala, temveč količin in logistične zahtevnosti

Tudi predelava sadja in vrtnin daje ostanke proizvodnje z zanimivim biogospodarskim potencialom, ki pa so zaradi manjših količin in zahtevne logistike omejeni na pridobivanje nišnih produktov. Možnosti rabe so raznolike, od izolacije biološko aktivnih komponent ali proizvodnje mikrobnih encimov iz ostankov predelave krompirja, do izolacije vlaknin, polisaharidov, polifenolov in drugih bioaktivnih komponent iz ostankov v predelavi sadja in vrtnin. V to skupino vključujemo še oljne pogače in tropine, ki se deloma že uporabljajo kot hrana ali krma ter gnojenje in zaščito rastlin, nudijo pa tudi druge možnosti predelave



v proizvode z visoko dodano vrednostjo (npr. proizvodnja antibiotikov, bioloških pesticidov, encimov, biorazgradljivih polimerov, bioadsorbentov idr.).

Zanimiva surovina so tudi ostanki mlevske industrije, zlasti otrobi, ki omogočajo izolacijo frakcij oziroma obogatitev živil s proteini in prehranskimi vlakninami, polisaharidi, sladkorji in fitosteroli. Otrobi so zanimivi tudi kot substrat za proizvodnjo širokega nabora encimov, organskih kislin (jantarna kislina, mlečna kislina, idr.) in antibiotikov. Zanimivi aplikaciji sta tudi uporaba pridobljenega vlakninskega materiala za izdelavo papirja in embalaže ter proizvodnja droži na pekovskih ostankih.

#### Pri zavrženi hrani je aktivnosti smiselno zastaviti v smeri zmanjšanja količin in čim večje vključitve le-te v prehranski cikel

Zavržena hrana predstavlja znaten vir odpadkov, katerega trenutne količine (povprečno 130.000 ton/leto) so večkratnik količin odpadkov v proizvodnji hrane. V zvezi z zavrženo hrano je zaradi visoke hranilne vrednosti, etičnih vidikov, pa tudi zaradi visokega energetskega in razvojnega vložka v pripravo končnega živila, smotrno strategije razvijati v naslednjem vrstnem redu: (1) minimiranja količin zavržene hrane; (2) vključevanje uporabne zavržene hrane za prehrano ljudi; (3) uporabe zavržene hrane za prehrano živali in šele na zadnjem mestu (4) uporabo zavržene hrane, ki ni povezana s prehrano. Pri tokovih zavržene hrane, ki niso primerni za prehrano, je iz tehnološkega vidika potrebno upoštevati še, da njihovo uporabo omejuje kratka ali oporečna stabilnost (potreba po higienizaciji ali dodatni stabilizaciji) in visoka heterogenost. Trenutna raba zavržene hrane, ki ni primerna za prehrano, je v najboljšem primeru energetska (bioplin), potencialno pa bi bila uporabna tudi za pridobivanje glavninskih komponent v postopku frakcionacije.

#### Iskanje skupnih tehnološko relevantnih značilnosti, ki omogočajo sprostitev biogospodarskih potencialov biomase

V nadaljevanju projektnih aktivnosti nameravamo v sodelovanju s ključnimi akterji (podjetja, raziskovalno-razvojne institucije, načrtovalci politik) identificirati perspektivne vire biomase in tehnologije, ki bi omogočili aktivacijo neizkoriščenega (snovnega, energetskega, ekonomskega) potenciala. Za veliko večino virov biomase, ki izhajajo iz gozdno-lesne in kmetijske proizvodnje in jih obravnavamo v tem poročilu, sta značilna prostorska razpršenost in omejene količine za predelavo v industrijskem obsegu. Oboje seveda omejuje bioekonomski potencial biomase kmetijskega in gozdno-lesnega izvora v Sloveniji. Način, na katerega lahko presežemo te omejitve je, da raznolike vire biomase opišemo s tehnološko relevantnimi parametri, na osnovi katerih bi v nadaljevanju lahko zasnovali modularne in prilagodljive sisteme zbiranja, predobdelave, biorafinacije in drugih postopkov, potrebnih za stroškovno učinkovito pretvorbo biomase v biosnovane proizvode. Temu je namenjen tudi zaključni del poročila, kjer najprej opisujemo strukturne posebnosti biomase. Gre za značilnosti, ki so relevantne tako z vidika logistike (zbiranje, priprava, skladiščenje), kot tudi gospodarsko relevantnih fizikalnih lastnosti. Nadaljujemo z osnovno kemijsko karakterizacijo in z njo povezanimi



postopki biorafinacije. Zlasti pri lignoceluloznih virih (ostanki primarne gozdarske proizvodnje, predelave in potrošnje lesa ter nekateri ostanki v poljedelstvu in hortikulturi) lahko zaradi podobnosti strukturnih elementov in kemijske sestave razmišljamo v smeri prilagodljivih in modularnih predelovalnih zmogljivosti. Pregled tehnološko relevantnih parametrov zaključujemo s pregledom uporabnosti nekaterih virov biomase za energetska raba. Ker gre za trenutno prevladujočo rabo nekaterih kategorij biomase (npr. les listavcev, lesni ostanki), tovrstni podatki predstavljajo izhodišče za primerjalno analizo z alternativnimi možnostmi kaskadne rabe biomase. Energetska raba se izkazuje kot racionalna alternativa izkoriščanja heterogenih virov biomase, kot so npr. ostanki hrane, klavniški odpadki ali čistilni odkos travinja.



## 1 Uvod

Dostopnost in dosegljivost virov sta med ključnimi dejavniki prehoda v biogospodarstvo, za kar je potreben celovit pregled nad količinami in strukturo razpoložljivih virov biomase. V slovenskem prostoru je surovinski potencial velik, vendar zelo lokalno razporejen, kar posledično predstavlja logistični izziv za zbiranje biomase v industrijsko relevantnih količinah. Ključni izziv, povezan z dobavo biomase za industrijsko predelavo je vzpostavitev učinkovitih logističnih tokov, ki zagotavljajo kontinuirano in stroškovno učinkovito dobavo biomase, katere fizikalne lastnosti in kemijska sestava je čim bolj homogena (Langeveld, 2012).

Naslednji izziv prehoda v biogospodarstvo je zagotovitev drugih dveh kriterijev trajnosti, okoljske in družbene. Z razvojem tehnoloških postopkov biorafinacije in sinteze bioosnovanih proizvodov (npr. bioplastika, biokompoziti, biogoriva) ter njihovo aplikacijo v industrijskem obsegu so vzpostavljeni pogoji za manjšanje odvisnosti družbe od rabe neobnovljivih virov, zlasti fosilnih energentov. Globlje, ko apliciramo načelo zamenjave fosilnih virov z obnovljivim ogljikom v gospodarskem sistemu, bolj povečamo pritisk na vire obnovljivega ogljika in s tem povezano konkuriranje (panožno, regijsko) za biološke vire (O'Brien in sod., 2015). To vprašanje je še posebej občutljivo na področju oskrbe s hrano, kjer bi konkuriranje za biološke vire v skrajnem primeru lahko poslabšanje trajnosti prehranskega sistema kot ene od temeljnih javnih dobrin (Schmid in sod., 2012). V zvezi s tem izpostavljam načelo 'najprej hrana', ki je temeljno vodilo evropskih javnih politik na področju biogospodarstva (SCAR, 2015). Zato je za okoljsko in družbeno sprejemljiv prehod v biogospodarstvo ključnega pomena učinkovita raba - zlasti stranskih - tokov v primarni proizvodnji in predelavi biomase v snovno in energetske čim bolj zaključenih ciklih. Govorimo torej o organiziranosti (bio)gospodarskih procesov v skladu z načeli krožnega gospodarstva.

Naslednji vidik trajnostnega prehoda v biogospodarstvo, katerega pomen posebej izpostavlja tudi novelirana biogospodarska strategija EU (European Commission, 2018), je vidik ekosistemskih storitev (ESS). V ožjem smislu to pomeni upravljanje z viri na način, da je zagotovljeno ohranjanje in obnavljanje vodnih virov, tal, virov, energije in biotske raznovrstnosti (Østergård in sod., 2010). V širšem smislu pa pojem ekosistemskih storitev vključuje različne ekološke procese, ki predstavljajo regulativne in kulturne storitve ekosistema za človeka (D'Amato in sod., 2019). Poleg zgoraj opisanih vidikov trajnostnega upravljanja zemljišč in naravnih virov je pomemben tudi vidik vključevanja deležnikov v upravljanje ekosistemov na načine, ki so prilagojeni lokalnim danostim ter krepijo človeški in kulturni kapital lokalnih skupnosti.

Kakor velja za celoten raziskovalni projekt, se tudi v tem poročilu osredotočamo na dva vira biomase in z njima povezanimi verigami vrednosti. Prvi surovinski vir izhaja iz primarne proizvodnje v gozdarstvu in se nanaša na pridobivanje gozdnih lesnih proizvodov iz gozdov. Gozdni lesni proizvodi so osnovna surovina za gozdno-lesno predelovalno verigo (lesna, papirna industrija) in obrt, za domačo porabo lastnikov





gozdov ter za proizvodnjo energije. Kot je razvidno iz podatkov FAOSTAT (2020), se globalno porabi 68% surovine za okrogli, rezan les, 20% za goriva (energija), 10% za panele in plošče ter 2% za proizvodnjo celuloze. Z gospodarskega vidika zagotavlja pridobivanje gozdnih lesnih proizvodov delovna mesta, pripomore k ohranjanju poseljenosti podeželja, predstavlja dodaten dohodek lastnikov gozdov, hkrati pa omogoča ohranjanje delovnih mest in dodajanje vrednosti lesu v celotni lesno predelovalni verigi od gozda do končnega lesnega izdelka (Priročnik ..., 2017).

Drugi surovinski vir predstavlja primarna kmetijska proizvodnja in se nanaša na proizvodnjo rastlinskih in živinorejskih proizvodov (seznam v Prilogi I k Pogodbi o delovanju Evropske unije (UL C 59, 7.6.2016)) brez kakršnih koli nadaljnjih postopkov, ki bi spremenili naravo proizvodov. Pod primarno kmetijsko proizvodnjo tako sodi pridelava, pobiranje, skladiščenje primarnih kmetijskih proizvodov ter njihova priprava s strani primarnih proizvajalcev za prvo prodajo prodajnim posrednikom ali predelovalcem. Kot priprava primarnih kmetijskih proizvodov za prvo prodajo se razume njihovo čiščenje, luščenje, sortiranje, kratkotrajna zaščita pred gnitjem ter pakiranje oziroma embalaranje. K primarni pridelavi kmetijskih proizvodov prištevamo tudi stranske proizvode in odpadke v primarni (rastlinski in živinorejski) kmetijski proizvodnji, pa tudi stranske proizvode in odpadke, nastale v procesih proizvodnje in potrošnje hrane.

V tem poročilu skušamo prvič na enem mestu zbrati podatke o virih, količinah in rabi kmetijske in gozdno lesne biomase v Sloveniji in sicer tako primarne proizvodnje, kot tudi ostankov biomase, nastalih v fazah predelave in potrošnje. S tem želimo postaviti izhodišče za podatkovno podprto in opredmeteno razpravo o snovni, energetski in ekonomski (ne)učinkovitosti trenutne rabe biomase v Sloveniji, o realno izvedljivih scenarijih prestrukturiranja ali razširitve verig vrednosti ter o korakih, ki bi nas vodili k tem cilju. Glede slednjega izpostavljam vlogo javnega podpornega okolja, katerega pomen je posebej močno izražen zlasti v začetnih fazah vzpostavljanja razširjenih verig vrednosti, t.i. biogrozdom (BERST, 2016). V okviru projekta bomo te izzive naslavljali v nadaljevanju našega dela v okviru DN3 (Povezovanje akterjev v izkustvene skupnosti, scenariji razvoja biogospodarstva v Sloveniji) in DN4 (Predlog podpornih ukrepov in spremljajočih aktivnosti prehoda Slovenije v biogospodarstvo).

Viri primarne biomase v Sloveniji so izrazito razpršeni, posledično so tudi baze podatkov dostikrat nepovezane, neusklanjene glede prikazovanja kumulativnih kategorij podatkov in neažurne. V okviru delovne naloge smo na podlagi rezultatov statističnih raziskovanj ter dosegljivih podatkov (npr. odkup in prodaja kmetijskih pridelkov, odkup lesa) ter neposredno pridobljenih podatkov s strani industrije (sporočeni stranski tokovi v živilski industriji) pridobili ocene o stanju (količini, sestavi in izkoriščenosti) ter dinamiki razpoložljive biomase iz primarne proizvodnje (kmetijska in gozdno-lesna biomasa ter njuni ostanki). V fazi karakterizacije biomase smo podatke pretvorili v kategorije, relevantne za načrtovanje biorafinerijskih postopkov in proizvodnjo novih bioosnovanih produktov.





## 2 Viri, količine in izkoriščenost gozdno-lesne biomase

### 2.1 Les iz gozdov in gozdnih nasadov

#### 2.1.1 Resursi za pridobivanje gozdno-lesne biomase, časovni pregled rabe resursov

Slovenija spada med najbolj gozdnate evropske države, saj gozd pokriva več kot polovico površine, gozdnatost znaša kar 58,2 %. Večji del gozdov se nahaja v območju bukovih (44 %), jelovo-bukovih (15 %) in bukovo-hrastovih gozdov (11 %), vsi pa imajo relativno močno proizvodno sposobnost. Lesna zaloga in prirastek slovenskih gozdov se povečujeta že več kot 50 let. Delež iglavcev v lesni zalogi znaša 47 % in delež listavcev 53 %.

Površina gozdov se je v preteklih 130 letih povečala predvsem zaradi zaraščanja odmaknjenih in za kmetijsko proizvodnjo manj primernih zemljišč. Vse kaže, da se trend zaraščanja v Sloveniji zaključuje. Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS), je v letu 2017 znašala površina gozdov 1.180.281 ha, lesna zaloga pa 352.878.333 m<sup>3</sup> oziroma 299 m<sup>3</sup>/ha. Do leta 2014, ko je slovenske gozdove prizadel žled, je bogati lesni potencial ostajal dokaj neizkoriščen. Naravne motnje so se po letu 2014 nadaljevale (podlubniki v letu 2015 in 2016, vetrolom konec leta 2017 in podlubniki v letu 2018) in prizadele gozdove v večjem obsegu, zato se je posledično delež in obseg sanitarne sečnje znatno povečal. Letni posek se tako približuje najvišjemu možnemu poseku. Letni možni posek lesa je v slovenskih gozdovih v letu 2017 (ob upoštevanju v letu 2017 izdelanih gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot) znašal 6.607.265 m<sup>3</sup> (v obdobju 1994–2017 se je povečal kar za 110 %), letni posek pa je znašal 4.984.635 m<sup>3</sup> lesne mase. V celoti se je posek v letu 2017 precej zmanjšal v primerjavi s preteklimi tremi leti in glede na možni posek po gozdnogospodarskih načrtih dosega 75 %, pri iglavcih je le-tega sicer presegel (111 %), pri listavcih pa je s 46 % izjemno majhen (Poročilo Zavoda ..., 2018).

Slovenija se uvršča med evropske države z najnižjim deležem državnih gozdov. Danes je 76 % gozdov v Sloveniji v zasebni lasti, 21 % gozdov je v lasti države in 3 % gozdov v lasti lokalnih skupnosti. Zasebna gozdna posestva so majhna, povprečna površina znaša le 2,9 ha. Le 11 % zasebnih lastnikov v Sloveniji ima v lasti gozd, večji od pet hektarjev in ti upravljajo z več kot polovico gozdnih zemljišč v zasebni lasti. Po zadnjih podatkih je v Sloveniji že 314.000 (s solastniki še več) lastnikov gozdov. Največji delež (> 40 %) lastnikov gozdov pripada starostni skupini 60-79 let. Ti lastniki imajo v lasti največji odstotek gozdov (> 40 %).

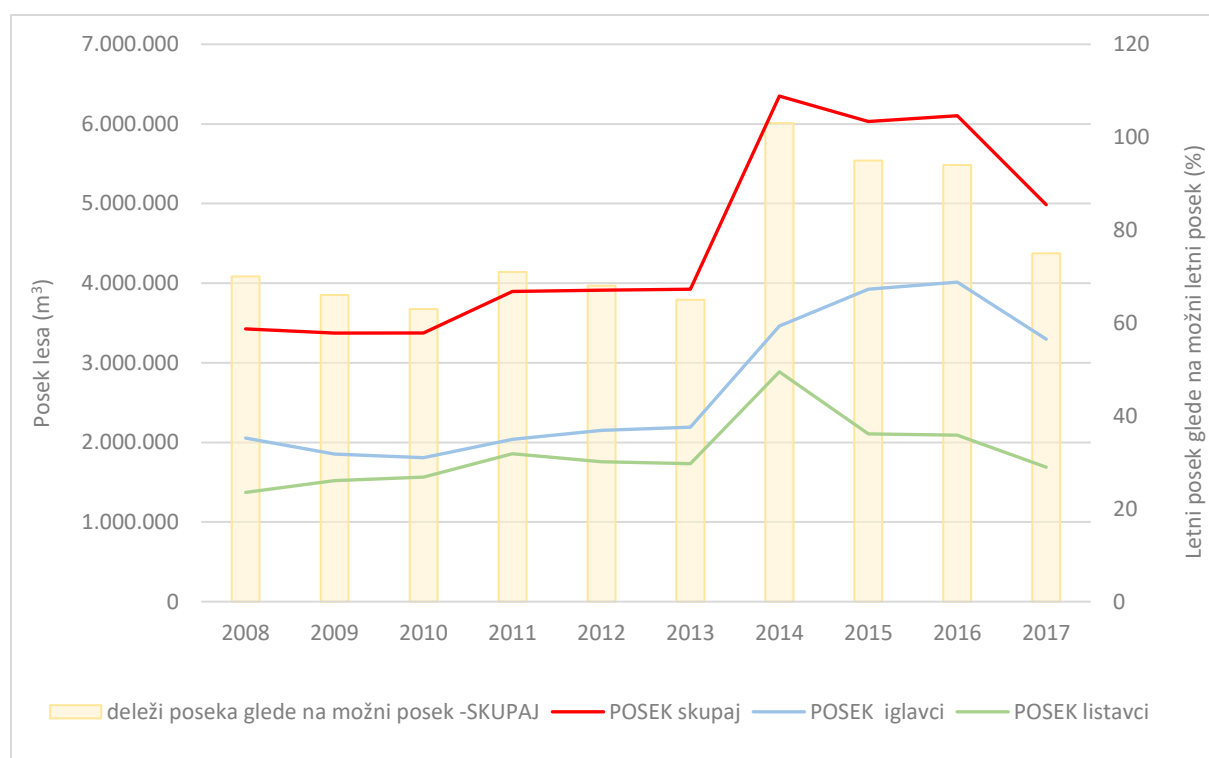
Primarna proizvodnja v gozdarstvu se začne s pridobivanjem in predelavo okroglega lesa, ki ga v lesno-predelovalnih verigah predelamo v lesne izdelke z visoko dodano vrednostjo, okrogli les slabše kakovosti pa uporabimo za proizvodnjo bioosnovanih izdelkov ali energije. Pomemben stranski produkt primarne predelave okroglega lesa so lesni ostanki, ki jih lahko uporabimo v proizvodnji bioosnovanih izdelkov z visoko dodano vrednostjo ali za proizvodnjo lesnih goriv. Lesno-predelovalna veriga omogoča multiplikacijske



gospodarske učinke (zaposlitve, dodana vrednost) in krepiti zavest o pomenu lesa kot materiala ali energenta.

Glavni viri lesa, ki vstopajo v gozdno lesne verige v Sloveniji, so:

- Les iz gozdov in plantaž: les iz gozdov (redna ali sanitarna sečnja), parkov, nasadov hitrorastočih drevesnih in grmovnih vrst ter drugih nasadov.
- Stranski proizvodi in ostanki iz lesnopredelovalne industrije: kemično neobdelani lesni ostanki (npr. ostanki pri odstranjevanju skorje, žaganju, razžagovanju, oblikovanju ali stiskanju) ali ostanki kemično obdelanega lesa, če leti ne vsebujejo težkih kovin ali halogeniranih organskih sestavin, ki izvirajo iz uporabe lesnih zaščitnih sredstev ali premazov.
- Odslužen les: les, ki je pri potrošniku oz. uporabniku že zadostil svojemu osnovnemu namenu in ga ta jemlje kot odpadek. Glede obdelave veljajo ista merila kot pri skupini »stranski proizvodi in ostanki iz lesnopredelovalne industrije«. To pomeni, da odslužen les, ki bo uporabljen kot vir za nadaljnjo uporabo/predelavo, ne sme vsebovati težkih kovin ali halogeniranih organskih sestavin, ki izvirajo iz uporabe lesnih zaščitnih sredstev ali premazov (več v 3.2.5)..



Slika 1: Posek lesa v slovenskih gozdovih v zadnjih desetih letih, in prikaz deleža letnega poseka v primerjavi z možnim posekom (vir: SURS, preračun: GIS GTE).

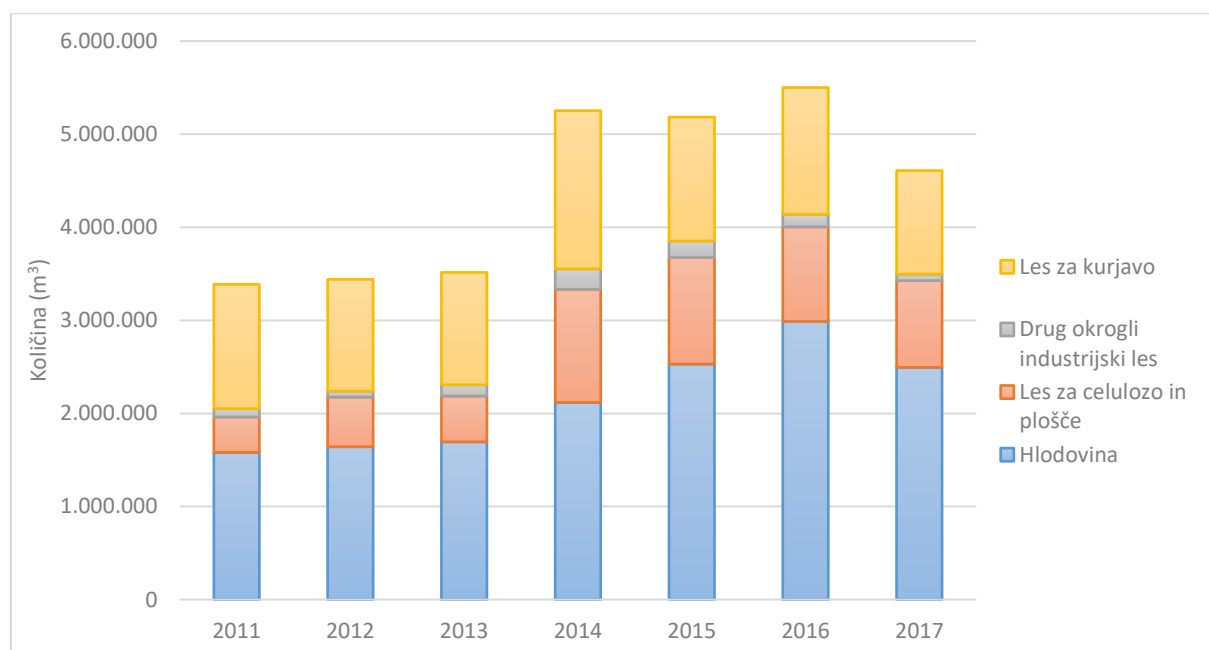


Skladno z intenzivnostjo in dinamiko naravnih motenj v zadnjih letih (žled, podlubniki, viharji), se je s povečanim posekom od leta 2014 naprej povečal predvsem delež sanitarne sečnje in ta je v obdobju 2014-2016 znašal več kot 50 % celotne sečnje. V letu 2017 se je delež sanitarne sečnje znižal in je znašal 40 % celotne sečnje.

## 2.1.2 Proizvodnja gozdnih lesnih sortimentov

### 2.1.2.1 Proizvodnja gozdnih lesnih sortimentov glede na namen rabe

Prav tako kot sečnja, je tudi proizvodnja gozdnih lesnih sortimentov (GLS) pod vplivom sanacije škod zaradi naravnih motenj in je bila glede na povprečje v zadnjem desetletju še vedno na visoki ravni (4.610.000 m<sup>3</sup>). Pri tem je bila proizvodnja sortimentov listavcev v primerjavi z rekordnim letom 2016 za 15 % manjša, proizvodnja sortimentov iglavcev pa za 17 %.



Slika 2: Struktura proizvodnje gozdnih lesnih sortimentov v Sloveniji od leta 2011 naprej (vir: GIS GTE).

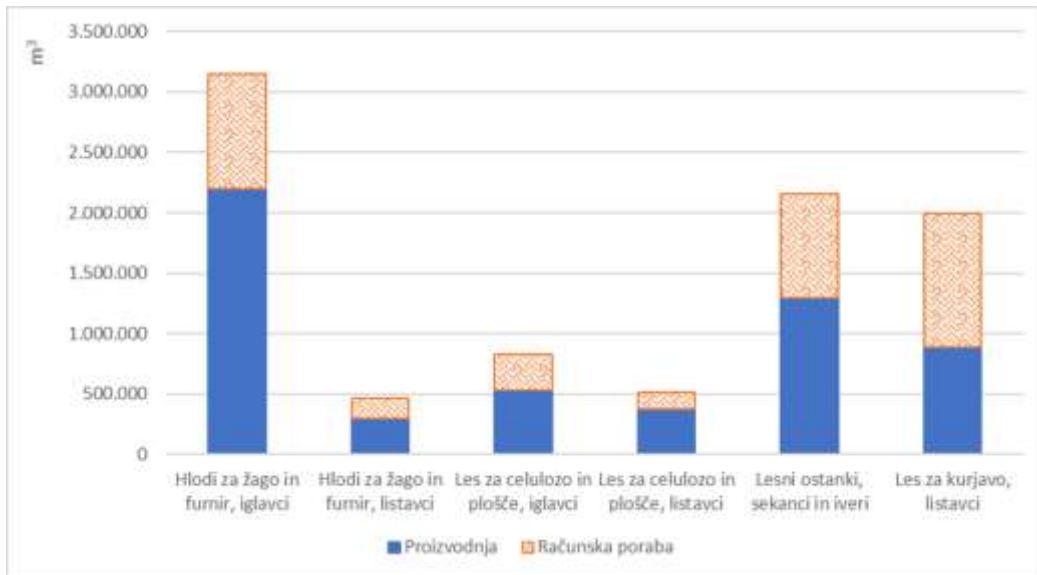
V letu 2017 je bilo proizvedenih največ hlovov iglavcev, temu pa sledi proizvodnja okroglega lesa listavcev za kurjavo (preglednica 1 in slika 3). Podatke o količini letne proizvodnje posameznih kategorij lesnih proizvodov pridobimo iz več različnih virov (podjetja, anketni vprašalniki GIS, druge inštitucije). Računska poraba (gl. slika 3) je bilančni izračun letne porabe posameznih kategorij lesnih proizvodov. Izračuna se z enačbo: proizvodnja + uvoz – izvoz.



Potencialen vir za vstop v biorafinerijsko predelavo in proizvodnjo novih bioosnovanih produktov predstavljajo kategorije drug okrogel industrijski les, les za celulozo in plošče ter les za kurjavo. Proizvodnja teh treh kategorij je v letu 2017 znašala 2.115.000 m<sup>3</sup>. Hlodovina in les za celulozo in plošče pa lesno-predelovalna industrija predela v izdelke z dodano vrednostjo. Kljub temu, da se veliko hlodovine izvozi iz Slovenije še nepredelane in se velik del dodane vrednosti ustvari v tujini, imamo nekaj dobrih zgledov lesnopredelovalne industrije tudi doma. Slovenska pohištvena industrija je imela v letu 2017 skupno 346 milijonov evrov čistih prihodkov iz prodaje, kar je za 10 % več kot v letu 2016. Slovenski žagarski obrati ohranjajo visok nivo predelave, kar je tudi posledica povečanih količin hlodovine na trgu ter nižjih cen lesa zaradi sanacije ujme in gradacije podlubnikov (Market Statement, 2018). Največjih pet lesnopredelovalnih družb v Sloveniji v letu 2017 so predstavljali: Novem Car Interior design, d.o.o., Elan d.o.o., Inotherm d.o.o., Lesonit d.o.o. in Extraform d.o.o. (Sodja, 2018).

*Preglednica 1: Struktura proizvodnje gozdnih lesnih sortimentov v Sloveniji v letu 2017.*

	<b>Iglavci (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Listavci (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Skupaj (m<sup>3</sup>)</b>
Hlodovina	2.200.000	295.000	2.495.000
Les za celulozo in plošče	532.000	400.000	932.000
Drug okrogli industrijski les	20.000	50.000	70.000
Les za kurjavo	170.000	943.000	1.113.000
<b>Skupaj</b>	<b>2.922.000</b>	<b>1.688.000</b>	<b>4.610.000</b>

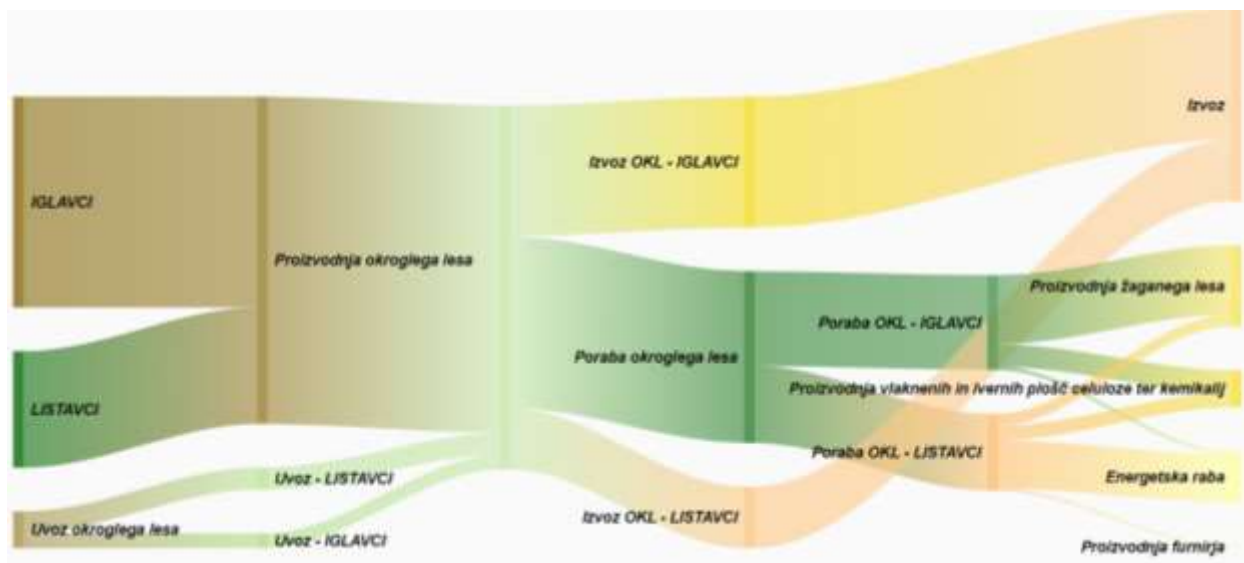


Slika 3: Struktura proizvodnje in računske porabe določenih kategorij gozdnih lesnih sortimentov v letu 2017 (vir: Market Statement Slovenia, 2018 in SURS).

### 2.1.3 Raba gozdno-lesne biomase

Podatki o proizvodnji in zunanji trgovini z okroglim lesom so zelo pomembni za gozdarstvo pa tudi za lesarstvo in druge, z lesom povezane panoge. MFA (Material Flow Analysis) opisuje in analizira materialno bilanco sistema. Glavni elementi metode MFA so: meje sistema, notranja in zunanja bilanca volumnov, dobrin ali materialov in tokovi med različnimi procesi. Z metodo MFA pridobimo vpogled v materialne tokove, kar lahko pripomore k boljšemu razumevanju trajnostne proizvodnje in rabe (Slika 4)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Podatki, prikazani v pregledu snovnih tokov gozdno-lesne biomase izhajajo iz naloge spremljanja, ki se odvija v okviru javne gozdarske službe na Gozdarskem Inštitutu Slovenije. Materialni tokovi z metodo MFA za drugo biomaso (iz primarne proizvodnje in kot sekundarni produkt industrijskih procesov in potrošnje) bodo v skladu s Programom dela pripravljene v okviru delovne naloge (DN) 2c: Snovna bilanca (kmetijske in gozdne) biomase v industrijskih procesih ter analiza vrzeli.



Slika 4: Tokovi okroglega lesa v Sloveniji; podatki za leto 2017 (vir: EUROSTAT, SURS, preračun: GIS GTE).

Proizvodnja gozdnih lesnih sortimentov je bila v letu 2017 pod vplivom sanacije škod zaradi podlubnikov. Največ okroglega lesa so predelala podjetja v industriji žaganega lesa (nad 1 milijon m<sup>3</sup>), sledijo industrije lesnih kompozitov, mehanske celuloze in kemikalij, ki so skupno predelale pol milijona m<sup>3</sup>. Velik porabnik okroglega lesa so gospodinjstva, ki porabijo nad milijon m<sup>3</sup> lesa za kurjavo letno, vendar del tega izvira tudi iz negozdnih virov. Po zadnjih raziskavah GIS se krepi proizvodnja sekancev, ki je v 2017 dosegla 2,2 milijona nasutih m<sup>3</sup>, kar je skoraj 50 % povečanje glede na leto 2010. Med viri prevladujejo sečni ostanki (36 %), okrogli les slabše kakovosti (32 %), žagarski ostanki (28 %), ostali viri imajo 4% delež (Poročilo o stanju..., 2018).

Zaradi neuravnoteženosti med proizvodnjo in porabo (Slika 3) se je v zadnjem desetletju izrazito povečal zunanjetrgovinski presežek v vseh kategorijah okroglega lesa, ki je največji v kategoriji hlodovina iglavcev in je v 2017 znašal 1,3 milijona m<sup>3</sup>. Slovenija je izrazit izvoznik nepredelanega okroglega lesa. Izvoz je predstavljal 59 % celotne proizvedene količine gozdnih lesnih sortimentov, vendar del izvoza izvira tudi iz uvoza. Izvoz hlodovine iglavcev za žago in furnir je v letu 2017 predstavljal 58 % proizvedene količine teh sortimentov. V uvozu je v letu 2017 prevladoval les slabše kakovosti (Poročilo o stanju..., 2018).

V Preglednici 2 prikazujemo podatke o proizvodnji, zunanji trgovini in računski porabi lesnih proizvodov, ki jih je Slovenija proizvedla v letu 2017.



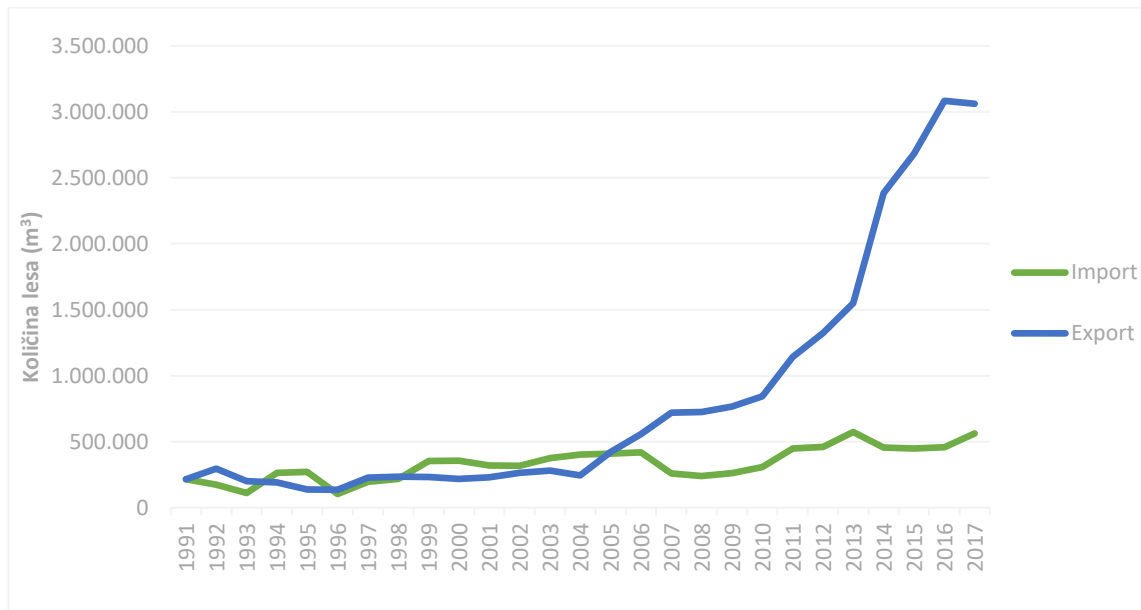
*Preglednica 2: Prikaz količin proizvodnje, uvoza, izvoza ter računski poraba za različne lesne proizvode v letu 2017 (vir: Faostat, 2017).*

	<b>Proizvodnja</b>	<b>Uvoz</b>	<b>Izvoz</b>	<b>Računska poraba</b>
Žagan les, iglavci (m <sup>3</sup> )	625.000	683.000	612.497	695.503
Žagan les, listavci (m <sup>3</sup> )	120.000	102.736	115.808	106.928
Furnir (m <sup>3</sup> )	22.000	11.333	20.909	12.424
Vezane lesne plošče (m <sup>3</sup> )	86.000	45.027	65.939	65.088
Vlaknene plošče (m <sup>3</sup> )	120.000	59.686	153.444	26.242
Lesna celuloza (t)	95.000	240.708	6.093	329.615
Papir in karton (t)	747.010	630.928	647.696	730.242
Lesni peleti (t)	115.000	175.509	177.824	112.685

#### **2.1.4 Mednarodna trgovina**

Poleg domače proizvodnje je v Sloveniji zelo aktiven tudi uvoz in izvoz okroglega lesa. Slovenija je v prvi vrsti izrazita izvoznica nepredelanega okroglega lesa. Dinamika gibanj v zunanji trgovini je pomemben kazalnik stanja predelave in rabe lesa in posledično dodajanja vrednosti domači obnovljivi surovini.

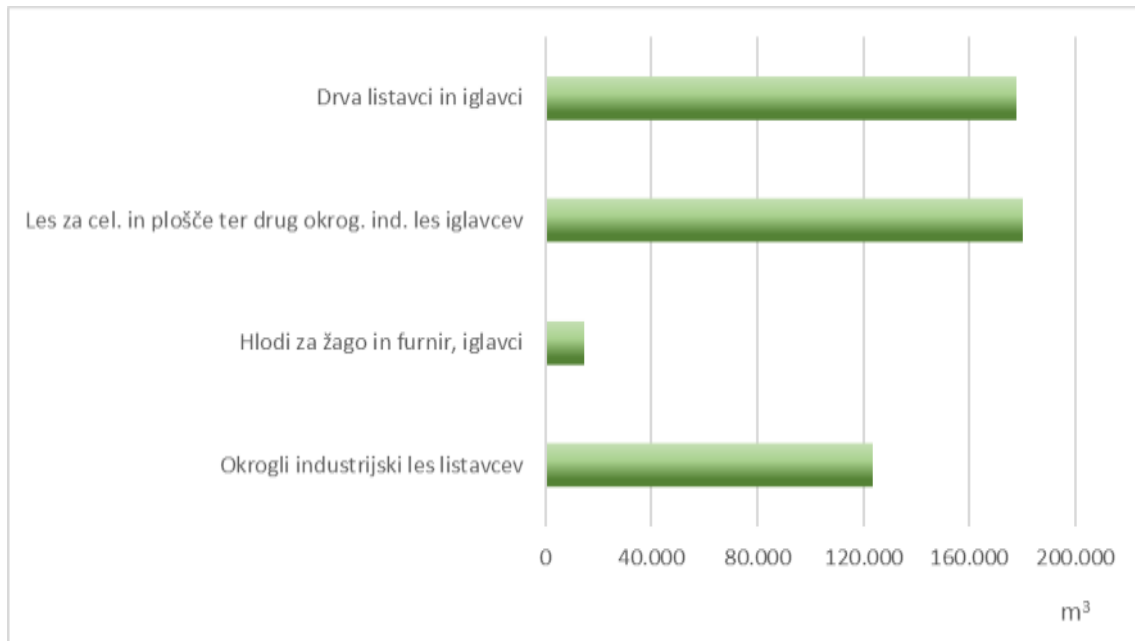




Slika 5: Uvoz in izvoz okroglega lesa v Sloveniji od leta 1991 naprej (vir: SURS, preračun: GIS GTE).

#### 2.1.4.1 Uvoz, struktura uvoza

Uvoz okroglega lesa v Slovenijo se je v letu 2017 glede na leto 2010 povečal za več kot 60 %. V strukturi uvoza okroglega lesa v Slovenijo je v letu 2017 prevladoval les za celulozo in plošče ter drugi okrogli industrijski les iglavcev s 36,3 %, sledi mu les za kurjavo (drva) s 35,8 % glede na skupno količino uvoženega okroglega lesa na slovenski trg.

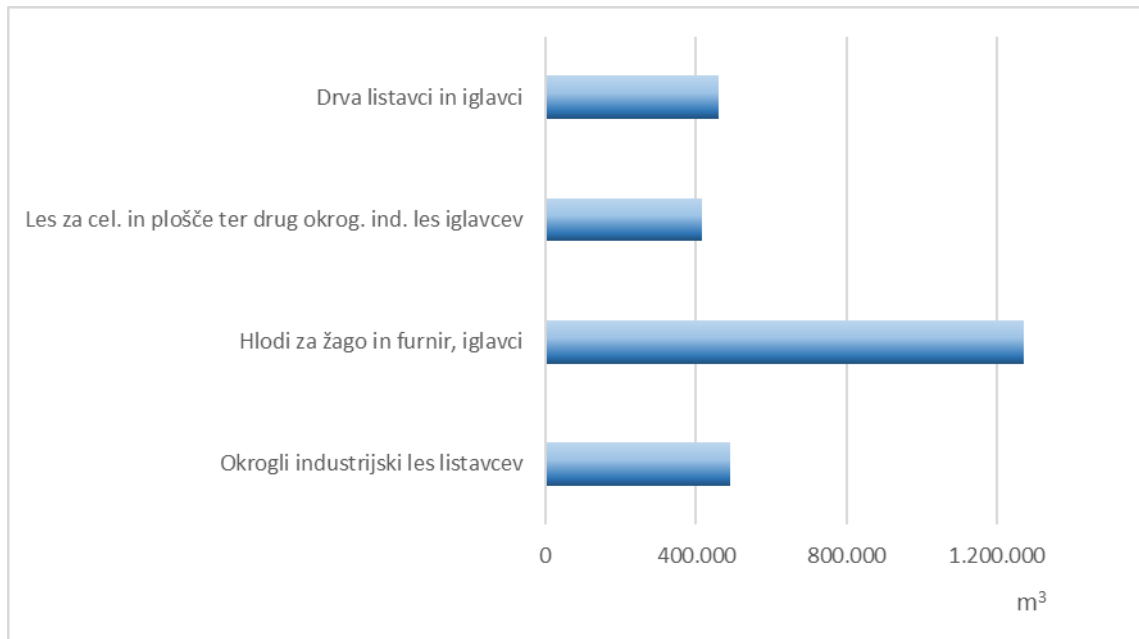


Slika 6: Struktura uvoza okroglega lesa v Sloveniji v letu 2017 (vir: EUROSTAT, preračun: GIS GTE).

Dinamika uvoza nepredelanega okroglega lesa je v obdobju 2007 – 2017 precej konstantna, uvoz posameznih skupin gozdnih lesnih sortimentov pa v tem obdobju med leti precej niha. Količinsko smo v celotnem obdobju 2007 – 2017 uvozili največ okroglega industrijskega lesa iglavcev, od tega prevladuje les za celulozo in plošče ter drug okrogli industrijski les. V obravnavanem obdobju je bilo daleč najmanj uvoženih količin hlodovine iglavcev.

#### 2.1.4.2 Izvoz, struktura izvoza

Izvoz okroglega lesa iz Slovenije se je v zadnjem desetletju izrazil povečal (glede na leto za dobrih 210 %, podatek za leto 2017 je 2.639.833 m<sup>3</sup>). V strukturi izvoza gozdnih lesnih sortimentov je v 2017 močno prevladovala kategorija hlodi za žago in furnir iglavcev, saj predstavlja 48 % celotnega izvoza okroglega lesa v tem letu. Najmanj količin pa je bilo v 2017 izvoženih pri lesu za celulozo in plošče ter drug okrogli industrijski les.



Slika 7: Struktura izvoza okroglega lesa v Sloveniji v letu 2017 (vir: EUROSTAT, preračun: GIS GTE).

Slovenija je izrazit izvoznik nepredelanega okroglega lesa. Rekorden izvoz okroglega lesa iz Slovenije je bil zabeležen v letu 2016 in sicer je znašal več kot 3 milijone m<sup>3</sup>. Izvoz okroglega lesa je od leta 2007 strmo naraščal vse do leta 2016, od leta 2016 pa do lani pa se količine izvoza gozdnih lesnih sortimentov nekoliko manjšajo, vendar so kljub temu še vedno visoke. Količinsko smo v celotnem obdobju 2007 – 2017 izvozili največ okroglega industrijskega lesa iglavcev, od tega prevladuje hlodovina (75 %). Najpomembnejši državi izvoza sta Avstrija in Italija. V prvo izvažamo predvsem hlodovino iglavcev, v drugo pa les slabše kakovosti listavcev.



## 2.1.5 Možnosti in neizkoriščeni potenciali gozdno-lesne biomase

### 2.1.5.1 Gozdna biomasa

Les kot pomemben naravni vir že od nekdaj prispeva k razvoju industrije in vsega gospodarstva v Sloveniji, še posebej na podeželju. Za vse akterje v gozdno-lesni verigi je poleg poznavanja teoretičnih potencialov gozdov pomemben podatek o realno in trenutno razpoložljivi tržni količini lesa. To je količina, ki se dejansko lahko pojavi na trgu in v kateri ni količin lesa, ki se porabijo za lastne potrebe v gospodinjstvih (na primer za ogrevanje gospodinjstev). Gozdarski inštitut Slovenije je razvil metodologijo (Ščap in sod., 2014) za oceno dejanskih in teoretičnih količin in potencialov lesa, in sicer na primeru hlodov smreke in jelke (srednjega premera od 20-59 cm), na primeru hlodov listavcev ter za les slabše kakovosti. Dejanski tržni potencial temelji na podatkih o povprečni količini lesa, ki je bila letno posekana v obdobju 2009-2013 in se je v tem času ponujala na trgu. Teoretični tržni potencial pa je maksimalna količina lesa, ki bi jo lahko posekali in ponudili na trgu in bi pri tem še zagotavljali trajnostno gospodarjenje z gozdovi. Gospodarjenje je trajnostno, kadar zagotavlja trajno ohranjanje gozda in vseh njegovih funkcij. Pridobivanje lesa ter raba gozda morata biti skladna s potenciali in kapaciteto gozdov, ki jih določa naravni razvoj gozdnih združb (ReNGP, 2007).

*Preglednica 3: Ocene dejanskih in teoretičnih tržnih količin lesa v Sloveniji (Ščap in sod., 2014).*

		Državni in občinski gozdovi ter gozdovi drugih pravnih oseb	Zasebni gozdovi	SKUPAJ	Enota
<b>Ocena dejanske tržne količine</b>	Hlodi smreke in jelke srednjega premera 20-59 cm	440.000	800.000	1.240.000	m <sup>3</sup> brez skorje/leto
	Hlodi listavcev	130.000	80.000	210.000	m <sup>3</sup> brez skorje/leto
	Les slabše kakovosti	320.000	150.000	470.000	t <sub>ss</sub> /leto
<b>Ocena teoretične tržne količine</b>	Hlodi listavcev	160.000	250.000	410.000	m <sup>3</sup> brez skorje/leto
	Les slabše kakovosti	420.000	1.030.000	1.450.000	t <sub>ss</sub> /leto

Največje razlike med ocenjenimi potenciali in količinami, ki so dejansko vstopile na trg, so pri lesu slabše kakovosti. Tako je ocena skupne teoretične količine lesa slabše kakovosti 1.450.000 ton absolutne suhe snovi (t<sub>ss</sub>) letno. Preračunano na skupno površino gozda je ta ocena 1,2 t<sub>ss</sub>/ha letno. Iz vidika sodobne predelave biomase v energijo in nove



materiale je pomemben ravno les slabše kakovosti. Preračunano na obdobje 2009-2013 je dejansko na trg vstopilo le 32 % ocenjene teoretične količine lesa slabše kakovosti. Rezultati kažejo na nizko izkoriščenost lesa iz slovenskih gozdov, še posebej to velja za gozdove v zasebni lasti. Pri interpretaciji teh rezultatov pa je treba biti previden, saj je v analizah upoštevan le evidentiran posek, tako da so v realnosti količine, ki vstopajo na trg, verjetno večje (Ščap in sod., 2014). Glede na dogajanje v preteklih letih, ko so slovenske gozdove prizadele različne naravne motnje, se je posledično delež in obseg (sanitarne) sečnje znatno povečal. Letni posek lesa se tako približuje letnemu možnemu poseku in ocena dejanskih tržnih količin ne odstopa toliko od teoretičnih tržnih količin lesa.

*Preglednica 4: Posek v slovenskih gozdovih v letu 2017 po vrstah sečnje in debelinski strukturi v m<sup>3</sup> (Poročilo Zavoda ..., 2018).*

VRSTA POSEKA	IGLAVCI				LISTAVCI				SKUPAJ
	10-30	30-50	nad 50	skupaj	10-30	30-50	nad 50	skupaj	
<b>Negovalni</b>	93.549	422.289	473.472	989.310	267.598	539.473	399.304	1.206.375	2.195.685
<b>Umetna obnova</b>	368	2.925	2.554	5.847	1.959	3.681	2.731	8.371	14.217
<b>Sanitarni-izredni</b>	235.678	944.017	631.229	1.810.924	51.692	81.396	27.629	160.717	1.971.641
<b>Za gozdno infrastr.</b>	8.884	23.826	14.372	47.081	9.884	14.871	4.657	29.411	76.492
<b>Krčitve</b>	11.674	21.679	6.856	40.208	20.811	19.182	5.418	45.411	85.619
<b>Drugo</b>	3.255	12.100	7.781	23.136	5.956	8.522	2.485	16.963	40.099
<b>Brez odobritve</b>	2.790	5.670	4.039	12.499	3.979	8.143	4.593	16.716	29.215
<b>Poškod. drevje</b>	63.307	188.278	115.385	366.970	60.637	107.178	36.882	204.697	571.667
<b>SKUPAJ</b>	<b>419.503</b>	<b>1.620.783</b>	<b>1.255.688</b>	<b>3.295.974</b>	<b>422.516</b>	<b>782.446</b>	<b>483.699</b>	<b>1.688.661</b>	<b>4.984.635</b>

Iz podatkov o količinah in strukturi posekanega lesa pri sanaciji poškodovanih gozdov v letu 2017 je razvidno, da je posekan les listavcev dosegel nižje dimenzije kot les iglavcev. To, in pa dejstvo, da je za slovenske žagarje ali lesnopredelovalno industrijo les listavcev manj zanimiv, se odraža v velikem deležu lesa listavcev, porabljenem v energetske namene, kar potrjujejo tudi tokovi lesa. Za energetske rabo je bilo v letu 2017 porabljenega 0,7 mil m<sup>3</sup> lesa listavcev in 44.000 m<sup>3</sup> lesa iglavcev. Količina se je nekoliko zmanjšala od leta 2014, ko je znašala kar 1,17 mil m<sup>3</sup> za listavce in 0,2 mio m<sup>3</sup> za iglavce. Tudi podatki o odkupu lesa iz zasebnih gozdov za energetske namene na slovenskem trgu kažejo, da je po žledolomu l. 2014 poskočil odkup listavcev in je nekoliko upadel šele v drugi polovici leta 2017. Odkup iz zasebnih gozdov je tudi odraz proizvodnje v gozdovih. Med tem, ko je odkup hlodov listavcev konstanten v vseh letih pojavljanja ujm, skok je šele



v začetku leta 2017 (vzajemno padec odkupa listavcev za energetske namene v drugi polovici 2017). Odkup hlodov iglavcev se je izrazito povečal po l. 2014, najvišji je bil v letu 2016 (WCM, 2019). Kakovost v sanaciji pridobljenih gozdnih lesnih sortimentov in uporabnost lesa je lahko omejena. Prihaja do spremenjene sortimentacije in izgub pri krojenju sortimentov zaradi poškodb ter potencialno negativnega odziva na trgu (npr. Arnold in Steiger, 2007). Prihaja do spremenjene sortimentacije in izgub pri krojenju sortimentov zaradi poškodb ter potencialno negativnega odziva na trgu. Nihanja koncentracij ponudbe lesa na trgu povzročijo še večja nihanja cen ter povečujejo nepreglednost nad ponudbo in povpraševanjem. Podatki kažejo, da je na trgu dostopnega veliko lesa slabše kakovosti, ki pa predstavlja visok potencial kot surovina za različne namene in izdelke z visoko dodano vrednostjo.

Glede na dogajanje v preteklih nekaj letih se spreminja tudi struktura slovenskih gozdov. Delež smreke se zaradi naravnih motenj zmanjšuje v nižje ležečih rastiščih, v smrekove monokulture pa z načrtnim gospodarjenjem gozdarji uvajajo listavce za doseganje večje stabilnosti in odpornosti gozdov. Na račun smreke bo v vrstni strukturi pridobila bukev in predvsem vrste, ki so bolj prilagojene na višje temperature in odporne na sušo (posledici podnebnih sprememb).

#### *2.1.5.2 Lesna biomasa iz zunajgozdnih nasadov hitrorastočih vrst*

Ena izmed možnosti za izkoriščanje lesne biomase so poleg gozdov tudi plantaže hitrorastočih drevesnih in grmovnih vrst, ki dajejo velik hektarski donos lesne biomase, ne posegajo v naravne gozdove in pomenijo razbremenitev naravnih gozdov. Hkrati tudi omogočajo proizvodnjo v neposredni bližini porabnikov in na tak način zmanjšujejo transportne razdalje ter povečujejo varnost oskrbe. Primerne lokacije za nasade hitrorastočih drevesnih vrst so opuščene kmetijske površine in kmetijske površine z manj ugodnimi razmerami za pridelavo živil in krme, vodovarstvena in kontaminirana območja, prodnata in kamnita kmetijska zemljišča, nekdanji kamnolomi, lokacije v bližini železniških prog in cest, površine prizadete zaradi rudniške ali druge industrijske dejavnosti ter strme površine, kjer lahko zaradi poljedelske obdelave pride do večje erozijske ogroženosti. Količina proizvedene lesne mase na hektar se razlikuje glede na zemljišče (kakovost tal), drevesno vrsto in od intenzivnosti nege.

V Sloveniji sta bila v letu 2009 osnovana dva nasada hitrorastočih drevesnih vrst s skupno površino 6 ha, ki sta prva tovrstna komercialna nasada v državi. Trenutno ne razpolagamo s podatki o morebitni ekonomski upravičenosti tovrstnih nasadov v Sloveniji. Nasadi tudi niso zelo velikega pomena, saj je v gozdovih veliko lesnega potenciala za biomaso, prav tako ni dovolj primernih površin za osnovanje teh nasadov (Čebul in sod., 2011).

#### *2.1.5.3 Bukov kot potencial*

Bukov predstavlja eno najpogostejših drevesnih vrst, njen delež pa bi bil še znatno večji, če bi bili gozdovi prepuščeni naravnemu razvoju. Bukov les predstavlja vir tržno



zanimivih komponent in je bogat surovinski potencial (Zule, 2015), saj s 30 % deležem v lesni zalogi slovenskih gozdov predstavlja eno najpogostejših drevesnih vrst (daleč najpogostejša med listavci, med vsemi drevesnimi vrstami je delež podoben deležu smreke) (Poročilo Zavoda ..., 2018). Delež bukve v strukturi prirasta se bo v prihodnosti še povečeval in sicer predvsem na račun smreke, ki je bila v zadnjih letih močno prizadeta in tudi posekana zaradi naravnih motenj. Zaradi podlubnikov se načrtno zmanjšuje delež smreke (sadnja drugih avtohtonih drevesnih vrst); predvsem na območjih, kjer smreka raste v obliki monokultur, se delajo premene in se posledično povečuje odpornost gozdov. Ključno vlogo pri tem ima Zavod za gozdove Slovenije (ZGS) ki na državnem nivoju opravlja javno gozdarsko službo v vseh gozdovih Slovenije, ne glede na lastništvo. ZGS aktivno usmerja razvoj in gospodarjenje z gozdom ter stremi k osnovanju odpornih gozdov, prilagojenih na podnebne spremembe.

Eden od izivov povezanih z bukovim lesom je dejstvo, da je vrednostni izkoristek bukovega lesa slabši kot vrednostni izkoristek smrekovega lesa. Poleg tega je kakovost bukovega lesa slabša, saj bukov les ni odporen in je izrazito dimenzijsko nestabilen. Ker je delež lesa, primerne za predelavo v furnir in žagane sortimente majhen, je za ostale postopke predelave na voljo veliko surovine. Zaradi visoke energetske vrednosti se bukovina zato uporablja v energetske namene. Sekundarnih metabolitov (ekstraktivov) je v bukvi relativno malo. Nekoliko več jih vsebuje le rdeče srce in poranitveni les (Vek, 2013). V literaturi je mogoče najti podatke, da iz bukovega lesa, podobno kot iz drugih vrst, s suho destilacijo pridobimo veliko destilatov, ki se jih uporablja v različne namene. Prav tako so v preteklosti predelovali lesno moko v bakelitne izdelke, danes pa lesno moko ali iveri vključujemo v lesno plastične kompozite. Podobno kot druge lesne vrste je mogoče bukovino uporabiti za lesni plin za energetske namene. Ker so današnji motorji bistveno bolj občutljivi, in ker je lesni plin zaradi velike vsebnosti očetne in drugih kislin zelo koroziven, ta možnost ne pride v poštev pri sodobnih motorjih. V Sloveniji pa podjetje Biomasa iz lesa že pridobiva lesni plin v energetske namene.

## ***2.2 Sekundarni viri v procesih pridobivanja, predelave in potrošnje lesne biomase***

### ***2.2.1 Vrste in količine lesnih odpadkov***

Odpadek je snov ali predmet, razvrščen v eno od skupin odpadkov, določenih v seznamu odpadkov (Sklep Komisije z dne 18. decembra 2014 o spremembi Odločbe Komisije 2000/532/ES o seznamu odpadkov v skladu z Direktivo 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta), ki ga imetnik zavrže, namerava zavreči ali mora zavreči. Podatke o lesnih odpadkih, ki vključujejo ostanke po poseku oz. razrezu gozdnih lesnih sortimentov, ostanke iz industrijske predelave lesa in potrošnje, zbirata Statistični urad Republike Slovenije (SURS) in Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), podatke pa





posredujejo poslovni subjekti iz različnih področij, ki so med opravljanjem svoje proizvodne ali storitvene dejavnosti proizvedli odpadke (Vidic in Žitnik, 2018).

Klasifikacija, standardi in način ravnanja z različnimi odpadki določa zakonodaja in Evropske uredbe, ki so podrobneje predstavljene v Prilogi 2 tega poročila (Vrste, zakonodaja in sistemi ravnanja z odpadki).

V letu 2017 je skupna količina predelanih lesnih odpadkov znašala skoraj 119 tisoč ton, predelava pa pomeni sežig in sosežig odpadkov kot gorivo (36 %), recikliranje vključno s kompostiranjem odpadkov (10 %), ostalo (54 %) pa je bilo namenjeno za druge načine predobdelave.

*Preglednica 5: Količina lesnih odpadkov v Sloveniji za leto 2016 (Vir SURS in ARSO).*

<b>Odpadek</b>	Skupna letna količina odpadkov nastalih v letu 2016 ter zaloge iz preteklih let (000 t)	Skupna letna količina predelanih odpadkov (000 t)	Skupna letna količina odstranjenih odpadkov (000 t)
Odpadki iz gozdarstva	67,830	97,420	
Odpadna lubje in pluta	0,267		
Žagovina, oblanci, sekanci, odrezki, les, delci plošč in furnir, ki vsebujejo nevarne snovi	0,06		
Žagovina, oblanci, sekanci, odrezki, les, delci plošč in furnir, ki niso navedeni pod zgornjo kategorijo	23.268,886	11.685,430	0,58
Drugi odpadki iz predelave lesa ter proizvodnje plošč in pohištva, ki niso navedeni drugje	1.492,540	1.491,800	
Odpadna lubje in les	35.715,369	25.857,316	
Lesena embalaža	20.296,195	29.559,480	7,32
Les	3.347,466	4.107,270	33,46
Steklo, plastika in les, ki vsebujejo nevarne snovi ali so z njimi onesnaženi	175,020		42,80
Les, ki vsebuje nevarne snovi	0,450		
Les, ki ni naveden kot <i>Les, ki vsebuje nevarne snovi</i> pod <i>Odpadki iz mehanske obdelave odpadkov, ki niso navedeni drugje</i>	617,410	11.302,561	
Les, ki ni naveden kot <i>Les, ki vsebuje nevarne snovi</i> pod <i>Ločeno zbrane frakcije</i>	34.138,133	34.833,024	
<b>Skupaj</b>	<b>119.119,626</b>	<b>118.934,301</b>	<b>84,16</b>



V nadaljevanju so predstavljeni podatki o pomembnih sekundarnih virih surovin (odpadna biomasa, les, lignocelulozna vlakna) za nadaljnjo uporabo, ki nastajajo pri pridobivanju in predelavi biomase v gozdno-lesni-papirni verigi:

- ostanki pri pridobivanju gozdnih lesnih sortimentov (skorja, sečni ostanki),
- ostanki v predelavi lesa (sekanci, žaganje, grče, ...),
- odpadki v papirni industriji (papirniški prah, mulji),
- odslužen les.

## ***2.2.2 Ostanki pri pridobivanju gozdnih lesnih sortimentov***

### *2.2.2.1 Sečni ostanki*

Pri pridobivanju gozdnih lesnih sortimentov nastanejo sečni ostanki, ki so posledica rednih sečenj, nege mladovij ter sanitarnih sečenj. Trenutno ne razpolagamo s podatki o stanju in količini dejansko izkoristljivih sečnih ostankov. Najbolj pogosto uporabljena tehnologija v Sloveniji je še vedno motorna žaga za sečnjo, ki ji sledi spravilo lesa s traktorjem. Pri taki tehnologiji, pri sortimentni metodi in pri manjši koncentraciji sečnje (redčenja) je iznos sečnih ostankov zamudno in težavno delo (Čebul in sod., 2011). Pri strojni sečnji in spravilu z zgibnim polprikoličarjem je koncentracija in izkoristljivost sečnih ostankov večja, vendar pa se količina razpoložljivih sečnih ostankov bistveno zmanjša zaradi uporabe sečnih ostankov za zmanjševanje negativnih vplivov strojev na gozdna tla (polaganje sečnih ostankov na vozne poti in vlake). Poudariti je treba, da je pri izvedbi del na prvem mestu zaščita tal in šele zatem gospodarska raba sečnih ostankov (Triplat in sod., 2016).

Strukturo sečnih ostankov pri pridobivanju lesa iglavcev so podrobno preučevali že v preteklosti (Čokl, 1957). Ocena količin izbranih vrst lesnih ostankov pri listavcih se lahko oceni s pomočjo tablic donosov za bukev in dvovhodnih tablic za tanko vejevino za bukev ter dvovhodnih tablicah za količino tanke vejevine in igličevja za iglavce. Meritve na testnih ploskvah so pokazale, da lahko pri izbrani tehnologiji sečnje in spravila na vsak posekan kubični meter lesa (bruto) prištejemo še 0,13 m<sup>3</sup> vejevine in igličevja (Triplat in sod., 2016)

Med sečnimi ostanki bi veljalo še posebej izpostaviti veje. Starejši deli vej iglavcev (smreke, borov, macesna) so tako kot grče eden najbolj bogatih virov polifenolov v naravi. Le-ti imajo široko uporabnost tako v kemični in farmacevtski industriji, kot tudi v proizvodnji hrane (Willför in sod., 2003).



### 2.2.2.2 Skorja

Pomemben surovinski potencial predstavlja skorja. V primarni predelavi lesa nastajajo večje količine odstranjene drevesne skorje, ki predstavlja odpadek. Skorja predstavlja 10-20 % debla in 20-35 % drevesa ter je pomembna surovina za bioosnovane proizvode.

Skorja predstavlja znaten delež drevesa, vendar največkrat predstavlja gospodarsko manj pomemben del in se uporablja kot odpadni produkt za energetske rabe. Ker pa vsebuje tudi do 10-krat več mineralov kot les, ostane po sežigu velika količina pepela, ki znaša približno 10 %. Tradicionalno se skorja uporablja tudi za zastirko v okrasnih vrtovih, kjer preprečuje rast plevela in zadržuje vlogo. Skorja predstavlja potencialno surovino za številne nove proizvode in različne oblike izkoriščanja, česar se zavedajo zlasti na področju medicine in farmacije. Skorja iglavcev je tudi dober strukturni material za kompostiranje biogenih odpadkov. Za izboljšanje zračnosti komposta se volumensko doda 10 do 30 % skorje. Skorja iglavcev je zelo počasi razgradljiva in ni pomemben vir hranil; deluje le kot strukturni material. Prednost je, da med kompostiranjem ne tvori strupenih substanc za razliko od skorje dreves s trdim lesom (listavcev). Ocenjujemo, da je letni potencial za predelavo biološko razgradljivih odpadkov v kompost v Sloveniji okoli 150.000 t oz. 200.000 do 230.000 m<sup>3</sup>, kar pomeni, da bi kompostarne lahko uporabile 20.000 do 70.000 m<sup>3</sup> skorje iglavcev letno.

Danes je ena pomembnejših industrijskih uporab skorje izdelava tanina, predvsem za potrebe usnjarske industrije, industrijo alkoholnih pijač, v veterini ter v zdravilstvu. V Sloveniji na tem področju deluje podjetje Tanin d.d. v Sevnici. V preteklosti je podjetje Tanin prodajalo predvsem usnjarski industriji, danes pa je boljše trge našlo tudi v prehrabeni in farmacevtski industriji. V usjarstvu se tanini uporabljajo le še za strojenje najdražjega usnja za podplate, drugje so jih nadomestile cenejše rešitve.

Izpostaviti velja tudi skorjo bele jelke (*Abies alba*). Iz te skorje na komercialnem nivoju že pridobivajo polifenole, z zelo močnim anti-oksidativnim delovanjem. Številne akcesorne snovi, ki se nahajajo v skorji, bi bilo mogoče uporabiti kot komponente v lepilih za les, ionske izmenjevalce, flokulante in biocidne proizvode za les. Polifenoli iz skorje lahko do določene mere nadomestijo fenole v lepilnih mešanicah. Zaradi nizkih cen nafte te rešitve še niso ekonomsko upravičene. Poleg tega lahko polifenole iz skorje uporabimo za izdelavo biorazgradljivih pen, ki se uporabljajo v cvetličarstvu in vrtnarstvu (Čop, 2015). Skorja je potencialni vir za pridobivanje voskov, redkih maščobnih kislin in maščobnih alkoholov. Ena izmed možnosti povečane uporabe skorje je proizvodnja panelnih proizvodov z zvišano vsebnostjo deleža skorje. Vendar pa velik delež skorje predstavlja moteč dejavnik pri proizvodnji ivernih in vlaknenih plošč, saj bistveno zmanjša njihovo trdnost (Gričar, 2011).



### **2.2.3 Ostanki v predelavi lesa**

Pri proizvodnji pohištva nastaja relativno veliko lesnih ostankov, količine so razvidne iz preglednice v poglavju 2.2.1.. Pri primarni predelavi lesa hlodov v žagane sortimente je izkoristek približno 50 %. Pri izdelavi pohištva iz masivnega lesa, se snovni izkoristek giblje med 5 in 20 %. Če v Sloveniji les predelamo doma, pri tem nastaja dovolj lesnih ostankov, ki so primerni tudi za druge rabe.

Pri proizvodnji ivernih in vlaknenih plošč iz lesa iglavcev ostajajo grče. Grče so izjemno zanimiv vir polifenolov. Ker je zbiranje grč točkovno, je te grče ekonomsko smiselno zbrati in predelati v izdelke z višjo dodano vrednostjo.

Ostanki v predelavi lesa se po strukturnih lastnostih ne razlikujejo bistveno od končnih izdelkov. Razvrstitev ostankov glede na njihove lastnosti in uporabnost, obstoječa raba in različni možni pristopi dodajanja vrednosti so v izogib podvajanju informacij predstavljeni v poglavju 3.2.5 (Potenciali rabe odsluženega lesa in lesnih ostankov).

### **2.2.4 Odpadna biomasa in odpadki iz proizvodnje papirja**

V Sloveniji imamo šest papirnic, ki na letni ravni proizvedejo preko 800.000 ton papirja in kartona. Proizvajajo embalažne papirje in kartone, časopisni papir, nepremazane in premazane grafične papirje ter *tissue* (higienske) papirje. Poleg papirnic obratuje 110 papirno predelovalnih podjetij, kamor uvrščamo predvsem embalažerje, ki na letnem nivoju proizvedejo 225.000 ton izdelkov iz papirja in kartona. Panoga zaposluje 4.370 ljudi in je izvozno naravnana (90 % proizvodnje papirja in kartona). Viri vlaknin, ki so osnovna surovina v papirni panogi, so celuloza, ki jo v celoti uvažamo in predstavlja okvirno 30 % uporabljenih surovin, lesovina (11 %, uvoz 60 %) in papir za recikliranje (57 %, uvoz 50 %).

Večino odpadnega materiala po uporabi (papir, izdelki iz papirja) se klasificira kot odpadek določene kategorije v skladu s standardom SIST EN 643 (Papir, karton in lepenka – seznam evropskih standardnih vst papirja, kartona in lepenke za recikliranje). Odpadni papir in karton ter embalaža iz papirja/kartona se tako že obravnava kot sekundarna surovina in gre v recikliranje in ponovno uporabo v proizvodnji papirja in kartona.

Tudi v proizvodnji in predelavi papirja/kartona nastajajo različni odpadki, ki predstavljajo sekundarni vir biomase oz. celuloznih vlaken. Glavni vir odpadne biomase so blata, ki nastajajo pri procesu čiščenja odpadnih vod in pri odstranjevanju tiskarske barve iz recikliranih vlaken. Dve od šestih slovenskih papirnic imata integrirano proizvodnjo lesovine, pri kateri nastaja lesni odpadki, ki ga sestavljata predvsem skorja, v manjši meri pa tudi grče. Del nakopičene biomase papirnice uporabljajo kot energent v lastni proizvodnji, pri čemer pa ostajajo znatne količine pepela. Pri rezanju papirja nastaja v manjših količinah kot odpadki papirni prah, ki ga proizvajalci običajno primešajo drugim vrstam odpadne biomase.



#### *2.2.4.1 Papirniška blata*

Papirniška blata nastajajo v več fazah proizvodnje kot t.i. primarna, sekundarna ali biološka blata in deinking blata. V l. 2018 je bila skupna količina nastalih primarnih blat 25.245 ton. Njihove glavne sestavine so celulozna vlakna in anorganska polnila, kot sta npr. kalcijev karbonat in kaolin, v manjši meri pa so prisotne tudi druge kemikalije, ki se uporabljajo v proizvodnji (klejiva, retencijska in mokromočna sredstva) ter nizkomolekularne spojine kot razpadni produkti lesnih ogljikovih hidratov. Delež vlaknin se giblje med 30 in 70 % in je odvisen od tehnološkega procesa proizvodnje papirja. Zaradi svoje specifične sestave predstavljajo blata potencialno sekundarno surovino, njihova uporabnost pa je odvisna od fizikalnih, kemijskih in mikrobioloških lastnosti. Blata z visoko vsebnostjo ogljikovih hidratov so npr. primerna za proizvodnjo bioetnola in drugih biogoriv ter kot gnojila v kmetijstvu, medtem ko se blata s pretežno anorganskim karakterjem uporabljajo v gradbeništvu pri proizvodnji opeke in cementa, kot tesnilni sloj v različnih gradbenih konstrukcijah in kot material za sanacijo poškodovanih zemljišč, kot so rudniki in peskokopi. V Sloveniji so doslej papirnice svoja primarna blata oddajale različnim odjemnikom, ki so poskrbeli za njihovo nadaljnjo uporabo, vendar pa ti zaradi različnih vzrokov ne morejo sprejeti vsega nastalega blata, zato ostaja skrajna možnost čezmejno odstranjevanje, ki pa je zelo drago. Enotno mnenje je, da so blata sekundarna surovina, katere potencial ni dovolj izkoriščen.

Količine nastalih sekundarnih blat iz proizvodnje papirja so precej manjše in so v l. 2018 znašale 4.107 ton. Njihov nastanek je posledica biološkega čiščenja odpadnih vod, zato se njihova sestava precej razlikuje od primarnih blat. Sestavljajo jih odmrli mikroorganizmi s primesjo organskih in anorganskih snovi. Biološka blata s prevladujočo organsko sestavo se uporabljajo predvsem za proizvodnjo bioplina, in v kombinaciji z odpadnimi pepeli kot gradbeni material.

V dveh papirnicah uporabljajo postopek flotacijskega deinkanja pri recikliranju starega papirja. Pri tem s pomočjo dodanih kemikalij odstranijo tiskarske barve s površine vlaken. Odstranjena snov predstavlja t.i. deinking blato, ki ga sestavljajo polnila in pigmenti (> 40 %), vlakna in vlakninski fragmenti oz. fini delci (~ 40 %) ter smole, maščobe, veziva in kemikalije. Zaradi specifične sestave so deinking blata uporabna za proizvodnjo cementa, betona, malte, keramike, opeke, različnih vlakninskih plošč in kompozitnih materialov, in sicer v kombinaciji s sintetičnimi polimeri. V l. 2018 je znašala skupna količina proizvedenih deinking blat 53.646 ton.

#### *2.2.4.2 Lesni odpadki*

V brusilnicah lesa papirnice proizvajajo lesovino, katere sestava je skoraj identična sestavi lesa. Gre za mehansko obdelavo, pri kateri se lesna biomasa zmehča, razvlakni in pretvori v lesno pulpo, ki vsebuje do 95 % prvotno prisotnih lesnih komponent. Bistveno je, da se pred procesom brušenja odstrani skorjo, ki ima drugačno kemijsko in morfološko sestavo, zato bi njena prisotnost negativno vplivala na kakovost papirja. Nezaželjene so tudi grče, ker zaradi svoje kompaktne strukture motijo tehnološki proces. Za proizvodnjo



lesovine uporabljajo smrekov les in mešan les iglavcev, v manjši meri pa tudi topolovino. V l. 2018 je nastalo skupaj 43.315 ton lesnega odpadka.

#### *2.2.4.3 Pepeli*

Papirnice uporabijo za pokrivanje lastnih energetske potreb kot kurivo del svoje odpadne biomase, in sicer nekatera primarna blata, deinking blata, v manjši meri rejekte in predvsem lesne ostanke, pri čemer nastajajo znatne količine pepela, katerega skupne količine so v l. 2018 znašale 26.283 ton. Raziskave so pokazale, da je pepel zaradi svoje ugodne sestave uporabna surovina v gradbeništvu in se lahko uporablja za proizvodnjo cementa ali kot sestavina kompozitnih zmesi, npr. v kombinaciji z biološkim ali deinking blatom.

#### *2.2.4.4 Papirni prah*

Pri rezanju izdelanega papirja v pole nastaja papirni prah, ki ima enako sestavo kot papir, iz katerega izhaja. Papirni prah sestavljajo zelo fini delci celuloznih vlaken, škrob, polnila in ostanki kemikalij. Papirnice pridelajo od nekaj 100 kg do nekaj ton tega prahu letno. Prah, ki je zaradi svoje sestave zanimiva sekundarna surovina, običajno primešajo primarnemu blatu, katerega količine so znatno večje. Prah proizvajajo tudi proizvajalci papirne embalaže, ki osnovni papir oblikujejo in pretvorijo v končne izdelke. Zaradi nizkih količin ta kategorija ni relevantna za samostojno industrijsko predelavo oziroma ponovno rabo.

### **2.2.5 Potenciali rabe odsluženega lesa in lesnih ostankov**

V praksi so se uveljavile raznolike možnosti rabe odsluženega lesa in lesnih ostankov. V nadaljevanju so opisane najpogostejše rabe in omejitve povezane z njimi. Direktiva 2008/98/ES o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv odpadke stranskih proizvodnih procesov (člen 5) že zaznava tudi kot sekundarno surovino. Za les to pomeni predvsem odpadke iz skupine 03. Odpadek preneha biti odpadke (člen 6), ko je predelan, vključno z recikliranjem, in izpolnjuje določena merila.

Glavne značilnosti odsluženega lesa so opisane v poglavjih 3.2.1 – 3.2.3. Količinska ocena te kategorije je praktično neizvedljiva. Okvirno bi lahko količine odsluženega lesa ocenili na podlagi novo kupljenega pohištva, novogradenj, rušitev objektov in sanacij. Vendar je ravno na primeru pohištva in gradnje veliko ponovne uporabe in recikliranja. Veliko starega pohištva se predela v police, vrtno pohištvo ali pa se ga skuri na manjših ali večjih grmadah. Ker v mestih to ni mogoče, se ga relativno in absolutno gledano v mestih zbere več, kot na podeželju.

Uradni podatki se nanašajo zgolj na les, ki ga v Sloveniji zberejo v podjetjih za predelavo odpadkov in v komunalnih podjetjih in se giblje na letni ravni okoli 40.000 t. V to količino





je zajeta odpadna embalaža, staro pohištvo, odslužen gradben les. Velika večina tega lesa se uporabi v energetske namene, zato ga ne sortirajo, temveč le zmeljejo v sekance.

V nadaljevanju poglavja opisujemo značilnosti, najbolj pogoste in potencialne rabe odsluženega lesa in lesnih ostankov

### 2.2.5.1 Odlaganje

Glede na način odlaganja ločimo dve kategoriji:

- Odlaganje v nespremenjeni obliki kot nevaren ali nenevaren odpadek (Slika 8),
- Odlaganje po obdelavi kot inerten odpadek

Za odpadek, ki se odlaga v nespremenjeni obliki velja, da se deponira v ustrezni embalaži na ustreznem mestu. Ta odpadki se lahko po obdelavi odlaga kot inerten odpadki.



*Slika 8: Odslužen les na deponiji komunalnih odpadkov*

Odlaganje odpadkov na odlagališča sodi med najmanj zaželene načine ravnanja z odpadki. Kapacitete skladišč so omejene in javnost je izjemno nenaklonjena odpiranju novih deponij. Poleg tega med anaerobno razgradnjo lesa nastajajo toplogredni plin metan, ki ima še večji toplogredni potencial kot ogljikov dioksid. To področje obravnava Direktiva Sveta 1999/31/ES o odlaganju odpadkov na odlagališčih. To direktivo smo v Sloveniji implementirali preko Uredbe o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur. list RS, št. 32/2006, 98/2007, 62/2008, 53/2009, 61/2011). Skupno stališče obeh zakonodajnih paketov je, da želimo omejiti odlaganje odpadkov na deponije, še posebej biorazgradljivih odpadkov. Slovenska direktiva določa mejne vrednosti emisij snovi v okolje zaradi odlaganja odpadkov, obvezna ravnanja in druge pogoje za odlaganje ter pogoje in ukrepe v zvezi z načrtovanjem, gradnjo, obratovanjem in zapiranjem odlagališč ter ravnanja po njihovem zaprtju. Neupoštevanje te uredbe je povzročilo velike težave pri pridobivanju okoljevarstvenih dovoljenj za odlagališča, zato so bila številna zaprta. Namen Uredbe je,





da se v življenjskem obdobju odlagališča zmanjšajo učinki škodljivih vplivov na okolje, zlasti zaradi vplivov onesnaževanja z emisijami snovi v površinske vode, podzemne vode, tla in zrak in da v zvezi z globalnim onesnaženjem okolja zmanjšajo emisije toplogrednih plinov in preprečijo tveganja za zdravje ljudi. Glede na delitev odpadkov iz sheme o delitvi odpadkov, tudi odlagališča delimo na: odlagališča za nevarne odpadke, odlagališča za nenevarne odpadke, odlagališča za inertne odpadke. Žal pa v Sloveniji nimamo ustrezno urejenega odlagališča za nevarne odpadke.

Tudi v svetu praviloma lesnih odpadkov ne odlagajo več, saj so le-ti odlična surovina s številnimi potencialnimi rabami. Še vedno pa odlagamo, pepel in žlindro, ki nastaneta po toplotni obdelavi odsluženega lesa. V tujine te odpadke odlagajo v zaprte rudnike soli. Največ odpadnega lesa še vedno odložijo v ZDA. Pri tem pa so v ZDA prisotne velike razlike. V bolj razvitih državah (Kalifornija, New York) ga veliko uporabijo v energetske namene, v osrednjih delih ZDA pa ga večina konča na odlagališčih. Iz ZDA pa prihaja tudi znan problem povezan z odlaganjem odsluženega lesa. Iz lesa, ki je bil impregniran s pripravki na osnovi arzenovih spojin, se je v vlažnih-močvirnih odlagališčih na Floridi, arzen izpiral in povsem onesnažil podtalnico, ki so jo uporabljali za pitno vodo.

#### *2.2.5.2 Predelava*

Predelava vključuje naslednje postopke: fizikalno- kemijske postopke, termične postopke, elektrokemijske postopke...

Z elektrokemijskimi postopki spremenimo fizikalno-kemijske lastnosti odpadka do mere, da se lahko odlaga na ustrezno mesto ali sežiga. Tipični primeri elektrokemijskih postopkov so:

- Iz hidroksidov težkih kovin pridobimo kovin, Težko topne kovinske soli (primerno kot nadomestilo primarnih surovin), Filtrat, ki ne vsebuje ostanke nevarnih snovi
- S fizikalno kemijskimi postopki se da očistiti tudi onesnažen odslužen les. Tipična primera sta ekstrakcija z vodno raztopino organskih kislin, EDTA, ali elektrokemijsko čiščenje.

#### *2.2.5.3 Prosto sežiganje v domačih kotlih*

Dejstvo je, da veliko odsluženega lesa porabimo v domačih kuriščih. Na prvi pogled se zdi to elegantna rešitev. A dejstvo je, da je odslužen les pogosto onesnažen. Domači uporabniki so praviloma ne zavedajo vseh nevarnosti, povezanih z odsluženim lesom. Tako pogosto uporabljajo les, ki je močno onesnažen. S tem zastrupljajo okolico in sebe. V preteklosti poročajo o številnih zastrupitvah z odsluženim lesom iz Velike Britanije in ZDA. Zastrupili so se upokojeni delavci, ki so za ogrevanje in pripravo hrane uporabljali odslužene pragove in telekomunikacijske drogove. Te primere je moč zaslediti tudi v Sloveniji (Slika 9).

Pri sežiganju v domačih kurilnih napravah predstavljata nevarnost predvsem naslednja onesnaževala:

- arzen pri temperaturi okoli 275 °C preide v hlapno obliko in zaide v dimne pline.



- organoklorove spojine; pri njihovem izgorevanju pri prenizkih temperaturah nastajajo dioksini, ki spadajo med najbolj strupene spojine na zemlji.
- klor povzroča korozijo kotlov.
- težke kovine po izgorevanju zaidejo v pepel. Zaradi težkih kovin ta pepel sodi med nevarne odpadke. Žal ga mali uporabniki ne odlagajo varno.



*Slika 9: Primer neprimerne rabe odsluženega lesa v domačih kurilnih napravah. Leva skladovnica se nahaja pred eno od picerij v okolici Ljubljane.*

#### 2.2.5.4 Energetska raba

V kolikor energetska izraba poteka v za to namenjenih kotlih s kvalitetnim filtriranjem dimnih plinov, lahko v njih predelamo vse štiri kategorije odsluženega lesa. Prednost odsluženega lesa za izrabo v takšnih kotlih je, da je praviloma cenejši kot lesni ostanki. Žal pa sežigalnice, ki uporabljajo odslužen les, pogosto niso upravičene do subvencij, ki izhajajo iz pridobivanja »zelene elektrike«. Ta področja so različno urejena v različnih EU članicah. V Sloveniji na tem področju ni prakse, ker nimamo sežigalnice, ki bi lahko uporabljala onesnažen odslužen les.

Energijska izraba odpadkov vsebuje več postopkov, odvisno od onesnaženosti in kvalitete lesnih ostankov, oziroma onesnaženosti biomase. Tem postopkov v zakonodaji pogosto pravimo termična obdelava odpadkov, ki vključuje:

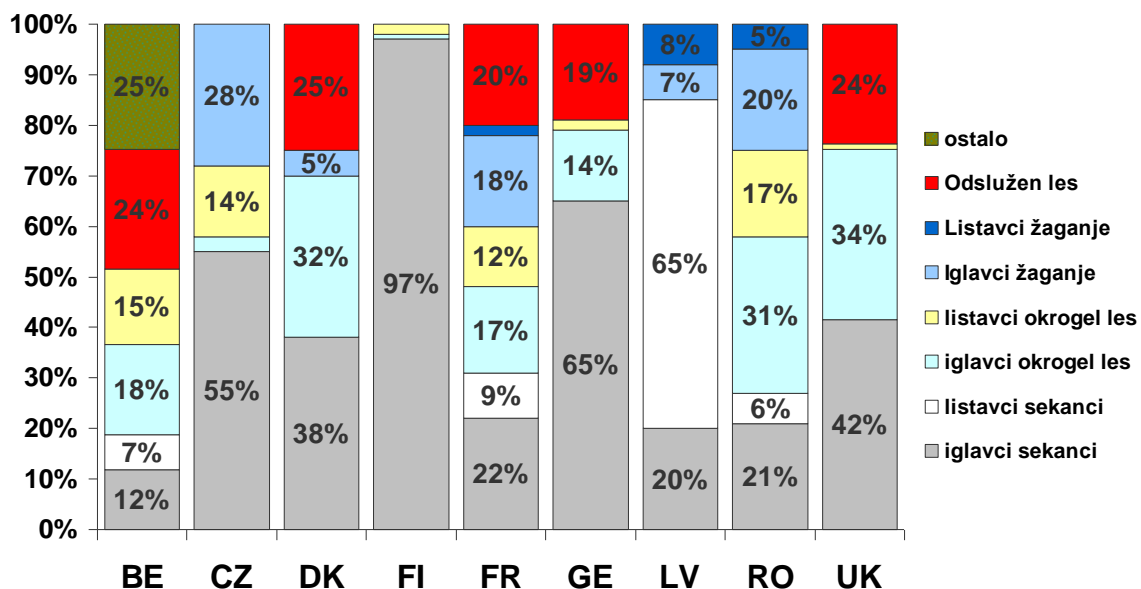
- Incineracija
  - Zahteven, natančno voden in kontroliran postopek visokotemperaturnega oksidativnega sežiga.
  - Incineracija zahteva natančne reakcijske pogoje (temp., zadrževalni čas, turbolenca in hitrost hlajenja plinov, pravilna mešanica odpadkov idr.)
  - Z nadzorom pogojev gorenja preprečimo nastajanje strupenih snovi ter zagotovimo ustrezno čiščenje plinov, nevtralizacijo tekočih odplak.
  - Temperatura mora presegati 1200°C.
- Piroliza



- Termična razgradnja organskih materialov v območju 300 °C do 600 °C brez prisotnosti kisika.
- Produkti so gorljivi plini, katran, olja in koks.
- Nastalo oglje pa vsebuje primesi kovin in stekla, ki jih je mogoče ločiti.
- Zaenkrat se piroliza uporablja le za industrijske odpadke in ker ne zadostuje vsem zahtevam sodobne termične obdelave odpadkov se smatra le kot proces preobdelave.
- Uplinjanje
  - Termična razgradnja oziroma delna oksidacija v atmosferi z omejeno količino kisika in pri temperaturi med 800°C in 2000°C. Dobljeni reakcijski produkti so delno gorljivi plini in bolj ali manj interni trdni preostanki.

### 2.2.5.5 Izdelava kompozitov

Poleg energetske rabe je izdelava kompozitov najbolj pogosta raba lesnih ostankov. Za izdelavo kompozitov je smiselno uporabljati le les, ki sodi v kategorijo AI in nekaj lesa iz kategorije AII. Sortiranje lesa je drago (časovno in delovno intenzivno) in ima smisel le pri večjih sortirnih napravah. Odsluženemu lesu je treba odstraniti kovinske dele. Če je les ustrezno pripravljen, je povsem enakovreden lesnim ostankom (Slika 10). Iz odsluženega lesa se izdeluje več vrst kompozitov. Od ivernih plošč, ki so najpogostejša rešitev, do vlaknenih plošč nizke in visoke gostote (MDF). Lesni ostanki in odslužen les se pogosto uporabljajo tudi za izdelavo lesno-plastičnih kompozitov.



Slika 10: Delež odsluženega lesa v ivernih ploščah proizvajalcev iz izbranih držav (Vir: EPF).

V zadnjem obdobju postaja vedno popularnejša izdelava kompozitov iz odsluženega lesa in ostankov agroživilske verige v kompostabilen pakirni material. Žaganje prerastemo z



glivnim micelijem, nato ga oblikujemo v izbran kalup in posušimo. Takšen pakirni material spominja na ekspandiran polistiren, in ga je mogoče brez problema kompostirati.



*Slika 11: Pakirni material iz lesnih ostankov in/ali odsluženega lesa podjetja <https://mushroompackaging.com/>*

#### *2.2.5.6 Uporaba za nastilj živalim*

Lesni ostanki se že dlje časa uporabljajo za nastilj živalim (matičnim jatam piščancev, ker delujejo baktericidno in preprečujejo nezaželene okužbe), konjem. Odslužen les, ki se uporablja v te namene, mora biti absolutno čist, brez ostankov kovinskih delcev, ki bi lahko poškodovale ali zastupile živali. V ta namen se ne uporablja veliko odsluženega lesa. Pred uporabo za nastilj je treba les presejati, da se odstrani prah, ki bi lahko zašel v dihalni sistem živali.

#### *2.2.5.7 Uporaba za zastirko*

Namen zastirke je, da preprečuje rast plevela in zadržuje vodo. Na igriščih uporabljamo zastirko zato, da blaži udarce in ohranja otroke čiste. V primeru, da je zastirka izdelana iz svežih sekancev, zelo hitro propade. Navadno se učinek zastirke izniči že po enem letu, saj so pogoji za glivni razkroj v zastirki zelo ugodni. Zato nekateri izdelujejo zastirko iz lesa AIV, ki vsebuje z biocidi zaščiten les. Če zastirko izdelamo iz biocidi zaščitenega lesa, bo zdržala bistveno dlje. Pri tem pa se pojavlja problem onesnaženja zemlje in odlaganja izrabljene zastirke.



*Slika 12: Zastirka v parku, omogoča lažji prehod preko blatnega travnika.*

#### *2.2.5.8 Ozelenitev degradiranih površin*

Namen ozelenitve degradiranih površin je ravno obraten kot pri zastirki. Z lesom želimo dovesti hranilne snovi, ki bodo omogočile hitrejšo revitalizacijo degradiranih območij, kot so na primer deponije elektrofilterskega pepela (Slika 13, Piškur et al. 2011). Uporaba lesnih ostankov in odsluženega lesa v te namene je majhna in poteka samo na eksperimentalnem nivoju.



*Slika 13: Primer deponije elektrofilterskega pepela. Na levi fotografiji so v namen revitalizacije uporabili zastirko iz lesa, na desni pa ne. Fotografiji sta posneti eno leto po zastiranju (foto: dr. Barbara Piškur).*





### 2.2.5.9 Zasipanje odlagališč

Komunalna odlagališča zasipajo neenakomerno. V času, ko posamezen del čaka na naslednje zasipanje, se iz njega širi neprijeten vonj. Z namenom preprečiti ta pojav, se deponije pogosto zasipa z lesnimi ostanki, ki omogočajo lažjo manipulacijo in preprečujejo smrad.

### 2.2.5.10 Predelava v aktivno oglje

Pri visokih temperaturah in odsotnosti kisika iz lesa nastane oglje. Tudi odslužen les je mogoče predelati v oglje. V ta namen je bil razvit postopek Charterm (Slika 14). Ta postopek temelji na suhi destilaciji lesa. Organska onesnažila se pri tako visokih temperaturah razkrojijo, kovinske dele pa iz oglaj odstranijo s centrifugiranjem. Postopek dovoli uporabo vseh skupin odsluženega lesa. Omejitev postopka je le njegova ekonomičnost. Aktivno oglje se lahko uporablja v različne namene, od elektrotehnike, do agronomije (Assis et al. 2016).



*Slika 14: Obrat za predelavo odsluženega lesa v aktivno oglje Charterm. Na desni strani se nahaja centrifuga, levo pa reaktor.*



Slika 15: Surovina za izdelavo aktivnega oglja (levo) in aktivno oglje (desno).

#### 2.2.5.11 Predelava v lesni plin

Lesne ostanke in odslužen les je relativno enostavno predelati v lesni plin. Obrati na lesni plin so delovali že pred drugo svetovno vojno. Lesni plin so uporabljali tudi za pogon nekaterih motorjev na notranje izgorevanje. Trenutno so v industrijskem testiranju sistemi (Slika 16), ki lesne ostanke predelujejo v lesni plin. Lesni plin poganja motor na notranje izgorevanje, ta pa generator. Pri tem nastaja veliko »odpadne« toplote energije, ki se uporablja za sušenje lesa, oziroma lesnih sekancev. Opcijsko bi se lahko ta toplota uporabljala tudi za segrevanje plastenjakov za gojenje zelenjave. Takšen sistem testira podjetje Biomasa iz Nazarij<sup>2</sup>.



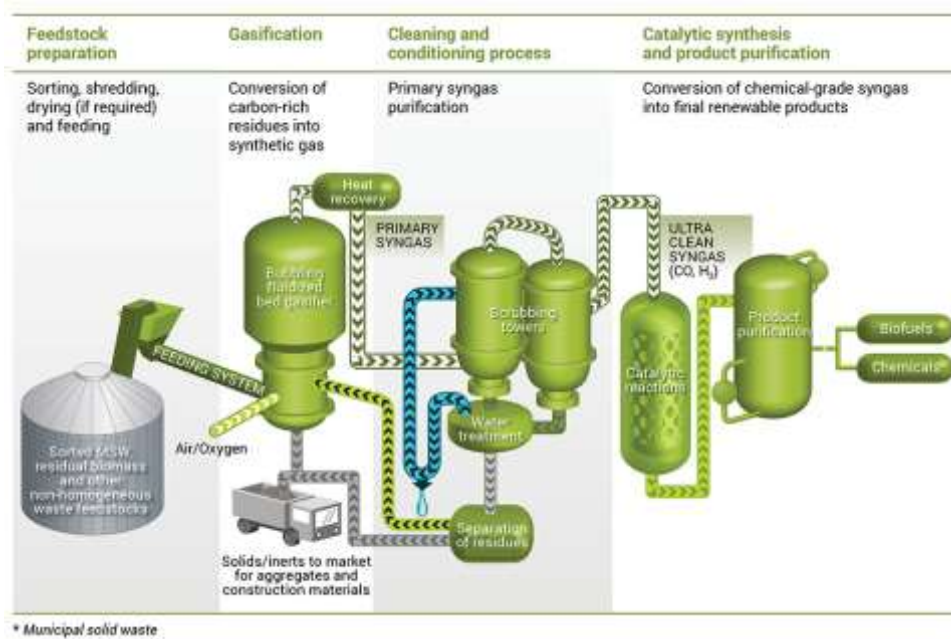
Slika 16: Skica sistema za predelavo lesa v lesni plin za pogon motorja na notranje izgorevanje in pogon generatorja.

<sup>2</sup> Glej: <http://www.biomasa.si/kogeneracija-na-lesni-plin>



### 2.2.5.12 Predelava v etanol ali metanol

Na svetu že potekajo komercialni postopki, ki omogočajo predelavo vseh vrst lesa, lesnih ostankov in odsluženega lesa v metanol ali etanol. Predelava zahteva določeno ekonomijo obsega, vsaj 100.000 t odsluženega lesa letno. Žal pa je investicija kapitalno zelo zahtevna, saj znaša okoli 70 mio €. Ta postopek v praksi poteka tudi na Finskem v podjetju ST7, ki se ukvarja z naftnimi derivati. Na trgu etanola vlada konkurenca, predvsem zaradi poceni etanola iz sladkornega trsa.



Slika 17: Shema procesa ENERKEM, ki omogoča tudi predelavo odsluženega lesa v etanol (<http://enerkem.com/>)

### 2.2.5.13 Gojenje gob

Lesne ostanke se da uporabiti tudi za gojenje gob. Na lesnih ostankih in odsluženem lesu je možno predvsem gojenje lesnih (užitnih in zdravilnih) saprofitskih gliv (Slika 18), kot so npr.:

- Ostrigarji (*Pleurotus* sp.)
- Šitake (*Lentinula edodes*)
- Pisana ploškocevkica (*Trametes versicolor*),
- Svetlikava pološčenska (*Ganoderma lucidum*),
- Resasti bradovec (*Hericiium erinaceus*),
- Zimska panjevka (*Flamulina velutipes*) ...

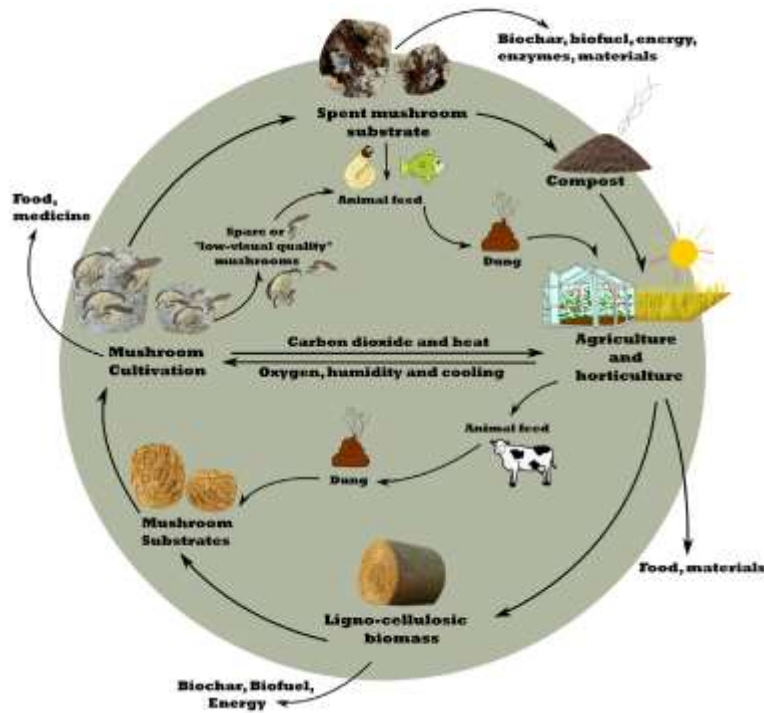
V Sloveniji več podjetij goji gobe na lesnih sekancih in ostankih. Med propulzivnimi podjetji s tega področja izpostavljamo podjetje Mikomedica s Podkorena.





Slika 18: Gojenje zdravilne glive *Ganoderma lucidum*

Pri gojenju gliv lahko nastane več kaskad. Za gojenje gliv se lahko uporabljajo tudi drugi ostanki agroživilske verige. Ostanki, ki ostanejo po gojenju lesnih gliv, se večinoma lahko uporabijo za proizvodnjo bioplina, gnojenje, prehrano živali (Grimm and Wösten 2018)



Slika 19: Vključenost gojenja gliv v krožno (bio)gospodarstvo (Grimm and Wösten 2018)



#### 2.2.5.14 Ponovna uporaba lesa

Odslužen les lahko tudi ponovno uporabimo. Ta pristop je znan in ga tradicionalno že dolgo uporabljamo. Že včasih so staro omaro pogosto predelali v police ali stalažo v kleti. Zelo razširjena je tudi ponovna uporaba železniških pragov (Slika 20). Pri uporabi odsluženega lesa pa je treba biti zelo pozoren. Odslužen les pogosto vsebuje onesnažila. Les je bil pred desetletji lahko zaščiten z učinkovinami, ki so danes prepovedane. Zato moramo biti zelo previdni, da si po nepotrebnem ne zastrupimo svojega bivanjskega okolja. Takšen primer so stari železniški pragovi. Stari pragovi so poseben odpadek, ki bi ga morali varno uničiti. Z odprodajo starih pragov se železnice znebijo nepotrebnega stroška in zelo razpršijo onesnaženje.



*Slika 20: Ponovna uporaba starih železniških pragov za izdelavo vrtno opreme.*

V Sloveniji se, enako kot tudi drugod po Evropi, razvija trg z odsluženim lesom primernim za nadaljno predelavo. Na primer podjetji M Sora in Izimobili odslužen les predelujeta tudi v pohištvo. Cene lepo postaranega odsluženega lesa so pogoste višje od cene sveže posekanega lesa.



### **3 Viri, količine in izkoriščenost biomase kmetijskega izvora**

Poglavje, v katerem poročamo o virih, količinah in izkoriščenosti biomase kmetijskega izvora, je sestavljeno iz treh delov. V prvem delu predstavljamo statistične podatke o obsegu in strukturi primarne kmetijske proizvodnje, ki smo jih pridobili na Statističnem uradu RS ([www.stat.si](http://www.stat.si)). Podani so podatki o obsegu in strukturi kmetijskih gospodarstev v Sloveniji, primarne pridelave v kmetijstvu in mednarodne trgovinske bilance. Pri podatkih o primarni proizvodnji smo upoštevali še vsebnost suhe snovi (Priloga 1). Večjo pozornost namenjamo vrstam ostankov primarne kmetijske proizvodnje, obsegu koriščenja in razpoložljivim količinam, ki so predstavljeni v drugem delu tega poglavja (4.2). Pri izračunu ostankov smo upoštevali žetvene indekse, pri ostankih primarne pridelave sadja pa koeficiente zelenega odreza (Priloga 1). V zadnjem delu poglavja (4.3) smo zbrali podatke o ostankih pri proizvodnji živil.

V poglavju se dejansko skušamo osredotočiti na proizvodnjo in tokove biomase kmetijskega izvora. Bralce, ki bi želeli pridobiti podrobnejše informacije o drugih relevantnih podatkih (npr. struktura in dinamika rabe virov v kmetijstvu, socio-ekonomski kazalniki kmetijstva, kmetijska politika) usmerjamo na podatke, objavljene na spletni strani Statističnega urada Republike Slovenije ([www.stat.si](http://www.stat.si)) in v poročilih (Poročilo o stanju kmetijstva, živilstva, gozdarstva in ribištva), ki jih letno izda Kmetijski inštitut Slovenije in so prosto dostopni na njihovi spletni strani ([www.kis.si](http://www.kis.si)).

#### ***3.1 Primarna kmetijska proizvodnja***

##### ***3.1.1 Obseg in struktura rabe kmetijskih površin, naravne in strukturne razmere za kmetijsko proizvodnjo***

V poročilo smo vključili vsa kmetijska zemljišča, ki so v uporabi (v nadaljevanju KZU). KZU zajemajo njive, drevesnice, trsnice in matičnjake, intenzivne in ekstenzivne sadovnjake, oljčnike, vinograde ter trajne travnike in pašnike. Podatke o strukturi, velikosti in proizvodnih usmeritvah kmetijskih gospodarstev smo pridobili na Statističnem uradu RS ([www.stat.si](http://www.stat.si)). Spremenljivke rabe KZU, ki so v poročilu upoštevane, so opisane v Pravilniku o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (Uradni list RS, št. 122/08, 4/10 in 110/10), v prilogi 1: Šifrant in opis vrst dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč.

###### ***3.1.1.1 Struktura kmetijskih gospodarstev***

V Sloveniji je bilo leta 2016 zabeleženih 69.902 kmetijskih gospodarstev (KMG) v skupni površini 479.589 ha. Od tega je bilo 5,3 % kmetijskih podjetij in 94,7 % družinskih kmetij (preglednica 6).



Preglednica 6: Število KMG in površina (ha) v Sloveniji leta 2016 (Vir SURS).

Kmetijska gospodarstva	2016		
	št. KMG	površina (ha)	odstotek (%)
Kmetijska podjetja	231	25.528	5,3
Družinske kmetije	69.671	454.060	94,7
<b>KMG (skupaj)</b>	<b>69.902</b>	<b>479.589</b>	<b>100,0</b>

Kmetijska zemljišča v uporabi (KZU) po zadnjih dostopnih statističnih podatkih obsegajo 479.589 ha. V rabi kmetijskih zemljišč prevladujejo trajni travniki in pašniki (57,6 %), njivskih površin je 36,8 %, trajni nasadi pa obsegajo 5,6 % vseh kmetijskih zemljišč (preglednica 7).

Preglednica 7: Površina (ha) in deleži (%) kmetijskih zemljišč v uporabi (KZU) glede na rabo zemljišč (Vir SURS).

Raba kmetijskih zemljišč	2016	
	površina (ha)	odstotek (%)
Njive	176.518	36,8
Drevesnice, trsnice in matičnjaki	288	0,1
Intenzivni sadovnjaki	3.856	0,8
Ekstenzivni sadovnjaki	6.405	1,3
Oljčniki	1.037	0,2
Vinogradi	15.241	3,2
Trajni travniki in pašniki	276.244	57,6
<b>KZU (skupaj)</b>	<b>479.589</b>	<b>100,0</b>

Večina kmetijskih površin v Sloveniji se nahaja na območjih, katerim zaradi težjih pridelovalnih razmer v pravni ureditvi skupne kmetijske politike EU pripada status območij z naravnimi omejitvami (angl.: areas with natural constraints, ANC). Največji je delež kmetijskih zemljišč v gorskih območjih (55 %), sledijo jim območja s posebnimi omejitvami (12,1 % kmetijskih zemljišč) in območja, s pomembnimi naravnimi omejitvami (8,3 % kmetijskih zemljišč). Zaradi naravnih danosti v gorskem območju prevladujejo biotsko bogata travnišča, ki so pogosto vključenav omrežje Natura 2000. Z nadaljnjo rabo in obdelanostjo kmetijskih zemljišč se ohranjajo značilni habitatni tipi in vrste. Zaradi prepleta različnih naravnih omejitev tudi v drugih dveh tipih območij z naravnimi omejitvami prevladujejo ekstenzivne oblike kmetovanja. Zaradi visoke stopnje biotske raznovrstnosti je nekaj območij s posebnimi omejitvami v celoti vključeno v omrežje Natura 2000 (Goričko, Ljubljansko barje, Kras, poplavno območje ob reki Krki),



nekaj območij pa je vključeno v omrežje Natura 2000 z delom površin (Slovenske gorice, Dravinjske gorice, območje z močno burjo).

Visok delež območij z naravnimi omejitvami in habitatno pomembnih območij Natura 2000 (v omrežju Natura 2000 je približno 21,3 % kmetijskih zemljišč v uporabi) nakazuje izjemen pomen slovenskega kmetijstva pri ohranjanju dobrega stanja ekosistemskih storitev. Kot opisujemo v uvodnem poglavju tega poročila, ohranjanju dobrega stanja ekosistemskih storitev predstavlja enega od temeljnih ciljev novelirane strategije EU za področje biogospodarstva (European Commission, 2018) in tudi iz tega vidika je pomembno, da kmetovanje na teh območjih poteka na načine, ki omogočajo ohranjanje pestrosti vrst in habitatov, s tem pa tudi enkratne krajine z bogato kulturno in naravno dediščino.

Ohranjanje proizvodnega potenciala kmetijstva na območjih z naravnimi omejitvami je spodbujeno z izravnalnimi plačili na enoto površine (v programskem obdobju 2014-2020 kodiran kot ukrep M13). Kmetije na habitatno pomembnih območjih se poleg tega lahko pogodbeno obvežejo za izvajanje dodatnih aktivnosti, s katerimi skrbijo za biotsko raznovrstnost in dobro stanje narave v okviru ukrepa M10 (kmetijsko-okoljska plačila) v skladu s predpisanimi praksami (operacija Posebni traviščni habitati, Traviščni habitati metuljev, Habitati ptic vlažnih ekstenzivnih travnikov, Steljniki, Ohranjanje habitatov strmih travnikov).

### *3.1.1.2 Velikost kmetijskih gospodarstev*

Struktura kmetijskih gospodarstev je podvržena intenzivnim strukturnim spremembam. O tem priča tudi podatek o spremembi v velikostni strukturi KMG med zadnjima izvedenima popisoma kmetijstva v letih 2000 in 2010. Zvišalo se je število najmanjših KMG (od 0 do 3 ha), medtem ko se je število KMG v vseh velikostnih razredih KMG od velikosti 10 ha naprej zmanjšalo za polovico ali več (preglednica 8). V primerjavi z letom 2000 se je število KMG v letu 2010 zmanjšalo za 13,8 %.



Preglednica 8: Število KMG glede na velikostni razred kmetijskih zemljišč v uporabi (2000, 2010) (Vir SURS).

Velikostni razred KZU	2000	2010	indeks 2010/00
	št. KMG		
0 do pod 1 ha	1.636	8.030	490,8
1 do pod 2 ha	7.052	12.372	175,4
2 do pod 3 ha	8.662	10.201	117,8
3 do pod 5 ha	14.743	14.934	101,3
5 do pod 10 ha	22.293	17.530	78,6
10 do pod 20 ha	20.486	8.100	39,5
20 do pod 30 ha	6.718	1.916	28,5
30 do pod 50 ha	3.612	920	25,5
50 do pod 100 ha	1.036	358	34,6
100 do pod 200 ha	118	59	50,0
200 ha ali več	67	35	52,2
<b>št. KMG skupaj</b>	<b>86.423</b>	<b>74.455</b>	<b>86,2</b>

### 3.1.1.3 Proizvodne usmeritve/tipi KMG

Leta 2016 se je največ kmetijskih gospodarstev ukvarjalo s pašno živinorejo (35,7 %), najmanj pa z vrtnarstvom (0,6 %) ter prašičerejo in perutninarstvom (0,6 %) (preglednica 9).

Preglednica 9: Število KMG glede na glavni tip kmetovanja v letu 2016 (Vir SURS).

Glavni tipi kmetovanja	2016	
	št. KMG	odstotek (%)
Poljedelstvo	13.413	19,2
Vrtnarstvo	432	0,6
Trajni nasadi	9.189	13,1
Pašna živinoreja	24.983	35,7
Prašičereja in perutninarstvo	410	0,6
Mešana rastlinska pridelava	5.720	8,2
Mešana živinoreja	3.793	5,4
Mešano rastlinska pridelava - živinoreja	11.962	17,1
<b>Skupaj</b>	<b>69.902</b>	<b>100,0</b>





### 3.1.2 Obseg in struktura primarne kmetijske proizvodnje

V nadaljevanju je prikazana dinamika primarne kmetijske proizvodnje za 10-letno obdobje 2008–2017 po glavnih proizvodnih skupinah (rastlinska proizvodnja, hortikultura, domača prireja mesa in živinskih gnojil). Podatki izhajajo iz standardiziranih statističnih meritev Statističnega urada RS ([www.stat.si](http://www.stat.si)), večino podatkov smo tudi preračunali na suho snov (podatki o suhi snovi in uporabljeni literaturi se nahajajo v prilogi).

#### 3.1.2.1 Rastlinska proizvodnja

Rastlinska proizvodnja poljščin in zelenjadnic, izraženo v tonah suhe snovi (t SS) za 10-letno obdobje od 2008 do 2017 je predstavljena v preglednici 10. Letnim pridelkom so dodane tudi površine v hektarjih. Proizvodnja krmnih rastlin je predstavljena v preglednici 10, v tisočih ton.

*Preglednica 10: Pridelki (t SS) in površine (ha) poljščin in zelenjadnic v obdobju od 2008 do 2012 (Vir SURS; različna literatura za SS (Priloga 1)).*

poljščina/ zelenjadnica	2008		2011		2014		2016		2017	
	t SS	ha	t SS	ha	t SS	ha	t SS	ha	t SS	ha
Pšenica	138111	35264	132043	29440	148637	32707	138963	30661	120380	27442
Pira	230	149	502	225	891	417	1885	800	1295	575
Rž in soržica	1789	714	2445	808	5794	1640	3421	970	3797	1081
Ječmen	63657	19229	65811	17477	74361	18482	75980	19184	81183	20369
Oves	4438	1887	5178	1842	3959	1364	3851	1332	4131	1448
Koruza za zrnje	276715	43698	301911	40185	303254	38331	299473	36388	235433	38290
Silažna koruza	385308	26543	404264	25970	472700	29485	475325	28690	395353	29194
Tritikala	11801	3241	13143	3347	17861	4229	22000	5288	20402	5032
Proso	271	247	245	203	354	229	458	399	317	347
Ajda	630	761	1071	1180	1310	1979	2493	3127	2502	3647
Sirek, mohor, bar	1095	374	730	272	1867	506	499	206	577	230
Krmni grah	3481	1211	1501	621	502	221	1496	611	1625	658
Krmne korenovke (pesa, koleraba, korenje)	1832	916	1122	654	710	434	498	266	458	294
Druge krmne korenovke	1276	648	967	726	1032	761	1128	626	1258	678
Oljna ogrščica in repica	10413	4442	13265	4770	18909	5563	8169	3156	8558	3435
Sončnice	377	256	888	374	480	252	546	241	477	299
Hmelj	576	1638	539	1376	568	1296	620	1485	540	1591
Detelja	11519	2073	13924	2504	11148	2128	28298	4863	22057	4795
Lucerna	14259	2278	17104	2948	22693	3421	37771	5635	29762	5364
Seno	1257651	285973	1161546	262602	1271282	279916	1329371	276247	998216	279216
Belo zelje	2179	841	1691	582	1689	651	1758	619	1586	613
Ohrovt	127	65	75	33	94	43	100	45	91	44



Cvetača in brokoli	152	95	125	81	163	105	140	91	130	90
Kitajski kapus	75	30	20	8	38	16	42	19	37	19
Solata	595	463	657	542	733	671	858	752	739	738
Endivija	218	184	199	174	271	239	217	199	184	195
Radič	232	244	199	188	296	304	366	399	338	392
Špinača	33	28	21	16	30	20	31	31	28	31
Korenček	403	171	366	149	433	199	688	258	669	255
Rdeča pesa	478	153	388	112	397	122	600	165	551	163
Paradižnik	941	187	1102	201	1321	233	1730	204	1679	200
Paprika	274	182	237	139	230	150	258	150	239	149
Kumare	54	155	65	142	69	166	56	131	51	128
Krompir	17957	4427	17216	3640	17331	3600	15198	3164	13797	3165
Čebula	641	273	760	295	908	371	1306	449	1165	444
Česen	96	48	143	61	290	129	346	183	319	181
Por	90	37	57	25	46	22	105	49	96	49
Fižol za stročje	2603	665	2712	563	2930	686	2735	534	2101	522
Fižol za zrnje	356	355	480	289	655	396	1049	634	771	634
Soja	125	49	267	107	956	404	6752	2466	7050	2908
Grah	219	73	150	51	186	59	223	68	194	66
Motovilec	/	/	40	117	56	144	32	87	30	85
Buče za olje	104	3414	227	5718	129	3943	235	5410	144	4500
Bučke	/	/	169	121	128	113	203	136	214	134
Šparglji (Beluši)	/	/	8	30	14	66	15	54	14	54

/ ni podatka

Primarna kmetijska proizvodnja žit za zrnje (pšenica, pira, rž in soržica, ječmen, oves, koruza za zrnje, tritikala, proso, sirek, mohor, bar in ajda) se je od leta 2000 do leta 2017 zmanjšala. Zmanjšala se je predvsem površina pšenice in koruze za zrnje. Močno se je povečala pridelovalna površina ajde, pire, tritikale, rži in soržice.

Površine z žiti, namenjene za prehrano ljudi, se že nekaj let zmanjšujejo, povečuje pa se površina z žiti za krmo živali. Med krmnimi žiti prevladuje koruza za zrnje, ki smo jo v letu 2019 posejali na 38.817 hektarjev. Glede na leto 2018 se je nekoliko povečala površina z ječmenom in tritikalo, za 54 % se je povečala površina pridelave sirka za zrnje. Drugim krmnim žitom se je pridelovalna površina zmanjšala (Površine poljščin, 2019).

Sladkorna pesa se po podatkih Statističnega urada RS v obdobju od 2008 do 2017 ni pridelovala. Se pa njena pridelava postopoma vrača. V letu 2019 smo jo pridelovali na 184 hektarjih (Površine poljščin, 2019). Pridelava krmnih korenovk (pesa, koleraba, korenje) se je od leta 2008 do 2017 zmanjšala iz 916 na 294 hektarjev.

Med oljnicami se je v opazovanem desetletnem obdobju znatno povečala površina soje, iz 49 ha leta 2008 na 2.908 ha leta 2017. Povečala se je tudi pridelava oljnih buč, iz 3.414 ha





leta 2008 na 4.500 ha leta 2017. Pridelava oljne ogrščice pa se je leta 2017 zmanjšala, iz 4.442 ha leta 2008 na 3.435 ha leta 2017.

### **Krmne rastline**

Glede na poročilo Statističnega urada RS za leto 2019 je bilo pridelavi sveže krme namenjenih 56.501 ha njiv. Polovico (50,6 %) predstavlja silažna koruza, 12,8 % detelja in lucerna ter 35,8 % trave, travne mešanice in travno deteljne mešanice (Površine poljščin, 2019). Površine detelje in lucerne so se v desetletnem obdobju 2008–2017 močno povečale. Leta 2008 smo deteljo pridelovali na 2.073 hektarjih in lucerno na 2.278 hektarjih. Pridelovalne površine detelje so se povečale na 4.795 in lucerne na 5.364 hektarjev. Površine sena so se zmanjšale iz 285.973 na 279.216 hektarjev.

V preglednici 11 so predstavljene količine sveže krme z njiv, krmnih korenovk in krme s trajnega travinja. Med enoletnimi posevki zelene krme z njiv je silažna koruza, krmna ogrščica in repica, krmno žito, mešanice stročnic in žita ter krmni sirek. Večletni posevki sveže krme z njiv so izraženi v senu, mednje prištevamo detelje, lucerno, trave in travne mešanice ter travno-deteljne in deteljno-travne mešanice. V kategorijo krmne korenovke spadajo krmna pesa, koleraba in korenje, krmni ohrovt, buče za krmo in krmno repo.

*Preglednica 11: Količina (1.000 t) proizvodnje krmnih rastlin glede na vrsto krme v obdobju 2008-2017 (Vir: Zagorc in sod., 2018).*

Vrsta krme	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/08
<b>Sveža krma - njive</b>	<b>1374</b>	<b>1433</b>	<b>1389</b>	<b>1427</b>	<b>1245</b>	<b>1067</b>	<b>1627</b>	<b>1623</b>	<b>1635</b>	<b>1355</b>	<b>98,6</b>
1-letni posevki	1148	1188	1145	1204	1069	899	1403	1409	1411	1171	102,0
večletni posevki*	226	245	244	224	177	168	224	214	224	184	81,2
<b>Krmne korenovke</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>54,6</b>
<b>Krma - trajno travinje*</b>	<b>1572</b>	<b>1538</b>	<b>1639</b>	<b>1452</b>	<b>1283</b>	<b>1174</b>	<b>1589</b>	<b>1634</b>	<b>1662</b>	<b>1248</b>	<b>79,4</b>
1-kratna raba	152	147	144	127	115	163	/	/	/	/	
2-kratna raba	607	591	642	573	498	448	/	/	/	/	
3-kratna raba	594	584	595	526	466	372	/	/	/	/	
4 ali več kratna raba	189	185	229	199	181	164	/	/	/	/	
<b>Skupaj</b>	<b>2978</b>	<b>3008</b>	<b>3052</b>	<b>2901</b>	<b>2548</b>	<b>2260</b>	<b>3233</b>	<b>3273</b>	<b>3314</b>	<b>2620</b>	<b>88,0</b>

/ ni podatka

\* izraženo v senu

V opazovanem obdobju je bil najvišji pridelek zabeležen leta 2016 in sicer 1.635.000 t sveže krme z njiv in 1.662.000 t krme s trajnega travinja, hkrati pa tudi najmanjši pridelek krmnih korenovk (16.000 t). Leta 2017 smo pridelali 12 % manj krmnih rastlin glede na leto 2008.



### 3.1.2.2 Hortikultura

Podatki primarne proizvodnje sadja v enotah tonah suhe snovi (t SS) so podani v preglednici 12. Poleg pridelka so podani še podatki o površini trajnih nasadov (ha), kjer so v površino zajeti le intenzivni trajni nasadi.

*Preglednica 12: Pridelki (t SS) sadja in površine (ha) nasadov v obdobju od 2008 do 2017 (Vir SURS; različna literatura za SS (Priloga)).*

Vrsta sadja	2008		2011		2014		2016		2017	
	t SS	ha	t SS	ha	t SS	ha	t SS	ha	t SS	ha
Jabolka*	14713,7	2874	15065,8	2734	14287,0	2545	8517,9	2416	2862,7	2355
Hruške*	1329,8	221	1633,8	207	1459,7	207	1184,0	198	518,1	203
Breskve in nektarine*	739	513	937,7	468	595,0	358	605,6	300	326,6	282
Marelice*	45,2	28	115,4	37	113,1	51	161,5	68	183,5	75
Češnje*	422,2	92	677,6	124	842,2	158	652,8	176	444,2	186
Višnje*	57,6	36	61,9	14	86,6	7	53,9	8	22,7	7
Češplje in slive*	596,9	27	703,7	30	573,4	34	467,2	40	253,3	44
Orehi*	2753	92	2817,8	142	3558,4	195	2542,0	273	1669,8	339
Oljke*	567,1	837	393,6	892	188,03	996	383,9	1173	389,2	1243
Grozdje	25901,2	16086	29742	16351	23081,2	16009	23221,1	15824	21906,9	15839
Jagode	140,4	124	149,5	99	119,8	87	138,4	111	126,5	108
Drugo jagodičje	7,8	31	13,3	42	21,9	103	54,7	174	62,2	231

\* Pridelak je seštevek ekstenzivne in intenzivne pridelave; površina je podana v hektarjih intenzivnih nasadov

Površine trajnih nasadov so se v opazovanem desetletnem obdobju (2008 – 2017) spreminjale. Površine so se povečevale oljkam, orehom, drugemu jagodičevju in češnjam. Najbolj se je povečala površina oljk, in sicer za 406 ha od leta 2008 do 2017. Zmanjševale so se površine jablan, višenj, breskev in nektarin, najbolj pri tem se je zmanjšala površina jablan, za 519 ha. Nasadom hrušk, marelic, češpelj in sliv, vinogradom in jagodam se površine v opazovanem obdobju niso veliko spreminjale.

### 3.1.2.3 Živinoreja

#### **Domača prireja mesa**

V domačo prirejo mesa smo upoštevali meso živali, vzrejenih na območju Slovenije. Predstavlja vse pridobljeno meso, kjer je odšteto v meso preračunana masa živih uvoženih živali in prišteta v meso preračunana masa živih izvoženih živali. Podatki o količini prireje mesa (1000 t) so predstavljeni v preglednici 13.

*Preglednica 13: Domača prireja mesa v tisoč ton (1.000 t) v obdobju 2008-2017 (Vir SURS).*

Skupina živali	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/08
Govedo	44,5	41	43,2	44,7	43,4	41,1	39,6	38,6	44,4	47,4	106,5
Prašiči	61,3	45,3	44,5	40,2	36	29	29,6	26,4	28,9	29,6	48,3
Perutnina	59,9	62,5	63,6	60,9	62,2	59,7	61,8	61,3	66	70	116,9
Ovce	1,6	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	87,5
Koze	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	100,0
<b>Skupaj</b>	<b>167,6</b>	<b>150,8</b>	<b>153,3</b>	<b>147,7</b>	<b>143,4</b>	<b>131,4</b>	<b>132,6</b>	<b>128</b>	<b>140,9</b>	<b>148,7</b>	<b>88,7</b>

Prireja mesa koz se v opazovanem desetletnem obdobju ni spremenila. Glede na leto 2008 se je leta 2017 prireja mesa prašičev zmanjšala za 51,7 % in mesa ovac za 12,5 %. Najbolj se je povečala prireja mesa perutnine, za 16,9 % in prireja mesa govedu za 6,5 % (preglednica 13).

### **Proizvodnja mleka**

Proizvodnja namolzenega mleka je v obdobju 2010–2014 beležila nihljaj navzdol - najvišjega v letu 2013 in sicer za 9 odstotkov glede na izhodiščno leto 2008. V zadnjem opazovanem letu, 2017, je obseg proizvodnje mleka s 656.300 tonami dosegel in presegel obseg proizvodnje iz leta 2008. Ogromno glavnino (99,7 %) proizvedenega mleka predstavlja kravje mleko. Prireja kravjega mleka se je leta 2017 glede na leto 2008 povečala za 0,1 %, ovčjega mleka za 5,7 % in kozjega mleka zmanjšala za 4,2 % (preglednica 14).

*Preglednica 14: Proizvodnja mleka (v 1.000 t) za obdobje 2008-2017 (Vir: Zagorc in sod., 2018).*

Vrsta mleka	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/08
Kravje	653,7	625,5	603,9	601,6	620,9	595,5	616,6	631,7	649,7	654,4	100,1
Kozje	1,539	1,760	1,326	1,123	1,188	1,017	1,441	1,684	1,274	1,475	95,8
Ovčje	0,470	0,534	0,541	0,612	0,473	0,397	0,504	0,467	0,447	0,497	105,7
<b>Skupaj</b>	<b>655,7</b>	<b>627,8</b>	<b>605,8</b>	<b>603,3</b>	<b>622,6</b>	<b>596,9</b>	<b>618,5</b>	<b>633,8</b>	<b>651,4</b>	<b>656,3</b>	<b>100,1</b>

### **Prireja jajc**

V obdobju 2008 – 2017 je bil največ obseg proizvodnje jajc zabeležen leta 2017. Glede na leto 2008 se je proizvodnja povečala za 10,6 % (preglednica 15).

*Preglednica 15: Proizvodnja jajc (v 1.000.000) za obdobje 2008 - 2017 (Vir: Zagorc in sod., 2018).*



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/08
<b>Jajca</b>	358,8	360,3	357,1	369,2	322,7	357,6	340,3	391,3	386,9	397,0	110,6

### **3.1.3 Mednarodna trgovina**

Podatke o mednarodni trgovini povzemamo po Statističnem uradu RS. Predstavljamo uvoz in izvoz poljščin (pšenica, rž in soržica, ječmen, oves in mešanica žit, koruza v zrnju, tritikala, ostala žita), zelenjave, sadja in živinskih gnojil. Enako velja za podatke o količinah uvoženega in izvoženega gnoja in gnojevke. Ker so bili podani v enotah m<sup>3</sup>, smo količine glede na prostorninsko maso živalskega izločka in suho snov ter preračunali v tone suhe snovi (Mihelič in sod., 2010).

Na koncu poglavja je predstavljena tudi skupna dinamika mednarodne trgovine s potrošnjo primarne kmetijske proizvodnje, ki vključuje izgubo, krmo, seme, industrijsko potrošnjo in prehrano.

#### *3.1.3.1 Uvoz, struktura uvoza*

##### **Rastlinska proizvodnja**

Količine uvoza poljščin in zelenjave po posameznih letih od 2008 do 2017 so predstavljene v preglednici 16. Iz podatkov je razvidno, da se je leta 2017, glede na leto 2008, uvoz poljščin in zelenjave povečal za 18,2 %. V letu 2017 smo uvozili največ koruze v zrnju, in sicer 229.300 ton (31,3 %) in najmanj tritikale (2.600 ton oz. 0,4 %).



Preglednica 16: Količine uvoženih poljščin in zelenjave (1000 t) v obdobju 2008 - 2017 (Vir SURS).

Poljščine in zelenjava	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/08
Navadna pšenica	164,1	135,3	140,4	184,3	122,4	152,8	165,0	173,8	197,8	194,5	118,5
Trda pšenica	31,0	37,6	35,5	41,3	48,7	61,5	54,2	54,6	58,0	71,2	230,0
Rž in soržica	9,1	8,3	5,7	5,2	4,1	2,3	3,9	1,7	3,0	4,1	45,5
Ječmen	65,3	50,2	55,1	59,1	41,9	43,5	62,1	54,7	46,7	57,5	88,0
Oves in mešanica žit	4,1	3,5	3,5	3,6	5,7	3,3	3,4	2,8	3,4	4,4	106,8
Koruza v zrnju	188,1	178,0	182,3	210,4	186,6	221,7	214,1	181,3	175,3	229,3	121,9
Tritikala	6,3	7,7	3,6	4,2	3,0	4,6	5,2	5,5	5,4	2,6	40,7
Zelenjava	152,4	150,6	152,1	147,1	149,6	155,4	157,7	163,7	164,2	169,4	111,2
<b>Skupaj</b>	<b>620,4</b>	<b>570,9</b>	<b>578,1</b>	<b>655,1</b>	<b>561,9</b>	<b>645,1</b>	<b>665,6</b>	<b>638,0</b>	<b>653,8</b>	<b>733,0</b>	<b>118,2</b>

/ ni podatka

Glede na leto 2008 se je v letu 2017 uvoz trde pšenice znatno povečal (130 %), povečal se je tudi uvoz koruze v zrnju (21,9 %), navadne pšenice (18,5 %), zelenjave (11,2 %) ter ovsa in mešanic žit (6,8 %). Zmanjšal se je uvoz tritikale (59,3 %), rži in soržice (54,5 %) ter ječmena (12 %) (preglednica 15).

### **Hortikultura**

V preglednici 17 so predstavljene količine uvoženega sadja po posameznih letih od 2008 do 2017. Opazimo lahko, da smo leta 2017 v Slovenijo uvozili največ sadja, in sicer 252.100 ton. Glede na leto 2008 se je uvoz zvišal za 46,7 %.

*Preglednica 17: Količine uvoženega sadja (v 1.000 t) v obdobju 2008-2017 (Vir: Zagorc in sod., 2018).*

Sadje	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/08
<b>Pečkarji</b>	<b>22,2</b>	<b>23,1</b>	<b>25,7</b>	<b>24,7</b>	<b>32,3</b>	<b>35,0</b>	<b>49,3</b>	<b>64,2</b>	<b>35,0</b>	<b>57,9</b>	<b>261,2</b>
jabolka	17,2	18,0	20,1	18,9	26,9	30,5	44,0	58,9	29,2	51,9	302,3
hruške	5,0	5,1	5,5	5,8	5,4	4,5	5,2	5,3	5,9	6,1	120,6
<b>Koščičarji</b>	<b>16,0</b>	<b>16,0</b>	<b>14,8</b>	<b>13,2</b>	<b>15,1</b>	<b>15,0</b>	<b>15,4</b>	<b>16,2</b>	<b>17,3</b>	<b>20,9</b>	<b>130,6</b>
breskve	12,9	12,7	11,3	10,6	11,4	10,6	11,7	12,1	12,3	13,9	107,6
<b>Jagodičje</b>	<b>2,0</b>	<b>1,8</b>	<b>2,0</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>2,6</b>	<b>2,0</b>	<b>2,4</b>	<b>3,0</b>	<b>149,7</b>
jagode	1,8	1,6	1,8	1,9	2,1	2,1	2,3	1,7	2,1	2,2	121,6
<b>Lupinasto sadje</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,3</b>	<b>2,7</b>	<b>3,0</b>	<b>3,2</b>	<b>3,7</b>	<b>186,9</b>
<b>Lubenice, melone</b>	<b>14,0</b>	<b>12,6</b>	<b>13,9</b>	<b>12,4</b>	<b>14,8</b>	<b>14,6</b>	<b>14,8</b>	<b>14,9</b>	<b>17,2</b>	<b>19,4</b>	<b>138,5</b>
<b>Citrusi</b>	<b>52,1</b>	<b>51,6</b>	<b>52,2</b>	<b>49,9</b>	<b>46,2</b>	<b>49,0</b>	<b>51,4</b>	<b>52,7</b>	<b>55,1</b>	<b>54,3</b>	<b>104,3</b>
pomaranče	19,8	17,8	20,1	18,7	16,2	19,8	20,7	20,1	19,7	21,0	105,8
mandarine	18,8	20,4	19,8	18,0	19,1	16,0	17,9	18,0	19,4	15,7	83,4
limone	10,2	8,3	7,5	8,0	7,9	8,8	9,3	11,1	12,7	14,2	138,9
<b>Drugo južno sadje</b>	<b>63,6</b>	<b>73,5</b>	<b>58,7</b>	<b>72,4</b>	<b>45,5</b>	<b>53,3</b>	<b>65,5</b>	<b>79,9</b>	<b>81,5</b>	<b>93,0</b>	<b>146,2</b>
banane	59,2	69,3	54,0	67,5	39,5	46,7	58,1	72,1	73,5	82,7	139,7
ananas	3,5	3,3	3,7	3,6	3,3	3,0	3,0	2,5	2,7	4,3	121,8
<b>Skupaj</b>	<b>171,8</b>	<b>180,7</b>	<b>169,3</b>	<b>176,5</b>	<b>158,0</b>	<b>171,4</b>	<b>201,6</b>	<b>232,9</b>	<b>211,7</b>	<b>252,1</b>	<b>146,7</b>

## **Živinoreja**

V preglednici 18 so predstavljene uvožene količine mesa in surovega mleka v 1.000 t in števila jajc (1.000.000). Ugotavljamo, da uvoz mesa z leti narašča. Največ smo ga uvozili leta 2016 (105.500 t) in najmanj leta 2008 (67.300 t). Največ surovega mleka smo uvozili leta 2010 (41.900 t) in najmanj leta 2016 (6.700 t). Glede na leto 2008 se je leta 2017 uvoz zmanjšal za 59,9 %. Količina uvoženih jajc je bila največja leta 2017 (75.600.000) in najmanjša leta 2008 (50.600.000). Glede na leto 2008 se je količina uvoženih jajc v letu 2017 povečala za 49,4 %.

*Preglednica 18: Količine uvoženega mesa (v 1.000 t), surovega mleka (v 1.000 t) in jajc (v 1.000.000) v obdobju 2008 - 2017 (Vir: Zagorc in sod., 2018).*

Vrsta pridelka	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/08
Meso	67,3	73,4	77,9	79,6	82,0	83,3	88,9	100,2	105,5	101,8	151,3
Surovo mleko	39,9	21,9	41,9	37,5	34,7	27,8	13,8	8,7	6,7	16,0	40,1
Jajca	50,6	58,3	61,8	52,5	56,5	58,3	67,4	60,9	63,2	75,6	149,4



Količine uvoženega gnoja in gnojevke za leti 2010 in 2016 so predstavljene v preglednici 19.

*Preglednica 19: Količine uvoženega gnoja in gnojevke/gnojnice (v 1.000 t SS) v letih 2010 in 2016 (Vir SURS; Mihelič in sod., 2010).*

Živinsko gnojilo	2010	2016	indeks 2016/10
Uvožen gnoj	53,7	22,5	41,9
Uvožena gnojevka/gnojnica	21,7	26,4	122,0

Uvoz gnoja se je v letu 2016 glede na leto 2010 zmanjšal za 57,1 %, medtem ko se je uvoz gnojevke/gnojnice povečal za 22 %.

### 3.1.3.2 Izvoz, struktura izvoza

#### **Rastlinska proizvodnja**

Količine izvoza poljščin in zelenjave po posameznih letih od 2008 do 2017 so predstavljene v preglednici 20. Iz podatkov je razvidno, da se je leta 2017, glede na leto 2010, izvoz poljščin in zelenjave povečal za 102,9 %. V letu 2017 smo izvozili največ koruze v zrnju, in sicer 151.200 ton (46,5 %) in najmanj ovsa in mešanic žit (1.200 ton oz. 0,4 %), rži in soržice (1.300 ton oz. 0,4 %) ter tritikale (1.400 ton oz. 0,4 %).

*Preglednica 20: Količine izvoženih poljščin in zelenjave (v 1.000 t) v obdobju 2008-2017 (Vir SURS; različna literatura za SS (Priloga)).*

Poljščine in zelenjava	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/10
Navadna pšenica	5,3	36,6	60,1	31,6	93,3	63,5	66,7	81,7	82,0	113,7	189,3
Trda pšenica	5,5	9,5	12,7	7,6	6,3	11,1	7,4	7,8	12,2	16,4	129,3
Rž in soržica	0,3	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6	1,3	2640,0
Ječmen	3,5	2,6	5,1	7,4	8,4	5,2	5,8	11,1	6,2	24,2	474,5
Oves in mešanica žit	0,2	0,0	0,1	0,3	0,9	0,3	0,4	0,8	0,2	1,2	1377,8
Koruzna v zrnju	47,9	55,3	68,7	84,4	89,6	90,1	91,2	129,4	132,3	151,2	219,9
Tritikala	0,0	0,0	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,5	0,8	1,4	470,0
Zelenjava	51,9	58,3	74,3	92,8	99,5	96,4	98,4	142,2	140,3	15,4	117,7
<b>Skupaj</b>	<b>76,1</b>	<b>114,8</b>	<b>160,1</b>	<b>144,3</b>	<b>211,4</b>	<b>183,1</b>	<b>188,4</b>	<b>249,3</b>	<b>251,1</b>	<b>324,8</b>	<b>202,9</b>



Glede na leto 2010 se je v letu 2017 izvoz povečal v vseh skupinah poljščin in v zelenjavi. Znatno se je povečal izvoz rži in soržice (2.540 %), tudi izvoz ovsa in mešanice žit (1.277,8 %) ter še ječmena (374,5 %), tritikale (370 %), koruze v zrnju (119,9 %), navadne pšenice (89,3 %), trde pšenice (29,3 %) in zelenjave (17,7 %) (preglednica 19).

## **Hortikultura**

V preglednici 21 so predstavljene količine izvoženega sadja po posameznih letih od 2008 do 2017. Največ sadja smo izvozili leta 2015 (125 400 t) in najmanj leta 2012 (56 400 t). Izvoz sadja se je leta 2017 glede na leto 2008 povečal za 19,7 %.

*Preglednica 21: Količine izvoženega sadja (v 1.000 t) v obdobju 2008-2017 (Vir: Zagorc in sod., 2019).*

Sadje	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/08
<b>Pečkarji</b>	<b>29,8</b>	<b>25,9</b>	<b>36,3</b>	<b>41,0</b>	<b>33,4</b>	<b>35,6</b>	<b>44,5</b>	<b>63,3</b>	<b>31,7</b>	<b>24,6</b>	<b>82,6</b>
jabolka	27,4	23,9	33,9	39,5	32,1	34,9	43,0	62,1	30,9	23,2	84,5
hruške	2,3	2,0	2,4	1,5	1,3	0,7	1,4	1,2	0,8	1,4	60,9
<b>Koščičarji</b>	<b>2,9</b>	<b>2,7</b>	<b>2,3</b>	<b>1,8</b>	<b>2,5</b>	<b>2,3</b>	<b>1,3</b>	<b>2,0</b>	<b>2,8</b>	<b>3,4</b>	<b>118,4</b>
breskve	2,4	2,0	1,8	1,5	1,9	0,9	1,0	1,3	1,5	1,6	65,6
<b>Jagodičje</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>99,4</b>
jagode	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	29,8
<b>Lupinasto sadje</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>465,6</b>
<b>Lubenice, melone</b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,6</b>	<b>107,7</b>
<b>Citrusi</b>	<b>15,5</b>	<b>11,8</b>	<b>13,9</b>	<b>11,0</b>	<b>7,1</b>	<b>6,2</b>	<b>12,6</b>	<b>12,6</b>	<b>14,2</b>	<b>14,0</b>	<b>90,5</b>
pomaranče	4,8	2,1	3,9	2,0	1,9	1,6	4,0	4,1	4,1	5,3	108,9
mandarine	5,0	4,9	4,7	4,7	3,5	2,8	5,0	4,2	3,9	2,9	57,3
limone	4,3	1,9	1,2	0,8	1,4	1,5	1,8	2,4	4,1	4,8	111,9
<b>Drugo južno sadje</b>	<b>31,7</b>	<b>41,4</b>	<b>27,8</b>	<b>37,9</b>	<b>12,7</b>	<b>18,2</b>	<b>32,9</b>	<b>46,8</b>	<b>39,7</b>	<b>53,4</b>	<b>168,5</b>
banane	31,0	41,4	27,8	37,9	12,7	18,2	32,9	46,8	39,7	53,4	172,3
ananas	0,6	0,6	0,8	0,5	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	1,4	248,1
<b>Skupaj</b>	<b>80,8</b>	<b>83,0</b>	<b>81,5</b>	<b>92,5</b>	<b>56,4</b>	<b>62,9</b>	<b>92,5</b>	<b>125,4</b>	<b>89,2</b>	<b>96,8</b>	<b>119,7</b>

## **Živinoreja**

V preglednici 22 so predstavljene količine izvoženega mesa, surovega mleka in mleka za predelavo ter jajc. Ugotavljamo, da izvoz mesa z leti narašča, največ smo ga izvozili leta 2017 (53.700 t). Največ mleka smo izvozili leta 2016 in najmanj leta 2010, kar sovпада s podatki o uvozu surovega mleka, kjer smo največ mleka leta uvozili 2010 in najmanj leta 2016. Glede na leto 2008 se je leta 2017 izvoz mleka povečal za 30,8 %. Količine izvoženih jajc so podane v preglednici 21. Največ jajc smo izvozili leta 2016 (41.900.000) in najmanj leta 2013 (24.500.000). Leta 2017 se je izvoz jajc povečal za 2,3 % glede na leto 2008.





*Preglednica 22: Količine izvoženega mesa (v 1.000 t), mleka (v 1.000 t) in jajc (v 1.000.000) v 10 letnem obdobju (2008 - 2017) (Vir: Zagorc in sod., 2019).*

Vrsta pridelka	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/08
<b>Meso</b>	35,2	32,5	37,8	38,1	37,3	39,9	41,4	44,6	48,5	53,7	152,6
<b>Mleko</b>	178,3	179,7	178,2	182,5	205,6	206	207,8	245,3	257,4	233,2	130,8
surovo	163,2	161	155,6	161	178,7	188,1	199,3	214,3	210,8	185,5	113,7
za predelavo	15,1	18,7	22,6	21,5	26,9	17,9	8,5	31	46,6	47,7	315,9
<b>Jajca</b>	33,1	31,5	33,5	38,0	29,5	24,5	31,4	31,6	41,9	33,9	102,3

Količine izvoženega gnoja in gnojevke za leti 2010 in 2016 so predstavljene v preglednici 23. Podani so v 1000 tonah suhe snovi in smo jih preračunali iz m<sup>3</sup> glede na prostorninsko maso živinskega izločka.

*Preglednica 23: Količine izvoženega gnoja in gnojevke/gnojnice (1.000 t SS) v letih 2010 in 2016 (Vir SURS, različna literatura za SS (Priloga); Mihelič in sod., 2010).*

Živinsko gnojilo	2010	2016	indeks 2016/10
Izvožen gnoj	68,6	28,6	41,7
Izvožena gnojevka/gnojnica	45,9	27,7	60,4

Izvoz gnoja se je v letu 2016 glede na leto 2010 zmanjšal za 57,3 % in izvoz gnojevke/gnojnice za 39,6 %.

### **3.1.4 Skupna bilanca proizvodnje in porabe**

V tem poglavju smo zajeli primarno kmetijsko proizvodnjo, potrošnjo, uvoz in izvoz živinskih gnojil, mesa, mleka, jajc, sadja, zelenjave in poljščin. Viri podatkov so letna Poročila o stanju kmetijstva, živilstva, gozdarstva in ribištva ([www.kis.si](http://www.kis.si)) in podatki Statističnega urada RS ([www.stat.si](http://www.stat.si)). V skupino poljščine uvrščamo pšenico, piro, rž in soržico, ječmen, oves, koruzo za zrnje, tritikalo, proso, ajdo, sirek, mohor in bar. Za ostale skupine kmetijskih proizvodov so bili podani skupni podatki. Podatka o količini potrošnje živinskih gnojil ni mogoče oceniti. Predvidevamo, da se porabijo na kmetijah.

Količine živinskih gnojil, ki se jo uporabi na kmetijskih gospodarstvih v Sloveniji (potrošnja), ne moremo predvideti. Imamo podatek, koliko jih proizvedemo, uvozimo in izvozimo na letni ravni. Razliko med pridelavo ter neto izvozom živinskih gnojil lahko označimo kot količino, ki jo porabimo na KMG.

Prireja mesa zajema prirejo govejega, prašičjega, ovčjega, kozjega mesa in perutnine. Meso se porabi le za prehrano.



Pri mleku se med potrošnjo upoštevajo izgube, krma in prehrana.

Pri končni bilanci proizvodnje in porabe ostankov poljščin, mesa in mleka ni, saj se končna zaloga preteklega leta uporabi kot začetna zaloga tekočega leta.

Pri proizvodnji jajc se pri potrošnji upoštevajo valilna jajca ter jajca za prehrano in industrijo.

*Preglednica 24: Bilanca proizvodnje in porabe poljščin, zelenjave, sadja, mesa, mleka in živinskih gnojil (v 1.000 t) ter jajc (v 1.000.000 kos) za leto 2016 (Vir SURS; Zagorc in sod., 2019).*

	Uvoz	Izvoz	Potrošnja	Pridelava	Pridelava +U	Potrošnja +I	Razlika (ostanki)
Poljščine	489,7	234,4	777,2	638,1	1127,8	1011,6	*
Zelenjava	164,2	16,7	253	188,6	352,8	269,7	83,1
Sadje	211,7	89,2	285,8	183,7	395,4	375,0	20,4
Meso	105,5	48,5	189,2	140,9	246,4	237,7	*
Jajca	63,2	41,9	408,3	386,9	450,1	450,1	0,0
Mleko	6,7	257,4	493,1	651,4	658,1	750,5	*
Živinska gnojila	309,7	343,0	/	3978,1	/	/	/

\* Končna zaloga = začetna zaloga; U = uvoz; I = izvoz

Leta 2016 smo pridelali 638.100 t poljščin, 188.600 t zelenjave, 183.700 t sadja, 140.900 t mesa, 3.978.100 t živinskih gnojil, 651.400 t mleka in 386,9 milijonov jajc. Potrošnja zajema: izgubo (tj. količine, ki so izgube pri žetvi, prevozu, skladiščenju), krmo, seme, industrijsko potrošnjo in prehrano. Uvozili in pridelali smo jih več kot porabili in izvozili, saj smo imeli 83.100 t zelenjave in 20.400 t sadja, ki so predstavljali ostanek oziroma potencialni sekundarni proizvod (preglednica 24).

## 3.2 Ostanke primarne kmetijske proizvodnje

### 3.2.1 Viri

Rastlinske ostanke, ki nastanejo v primarni kmetijski pridelavi, v poglavju delimo na ostanke pridelkov ter na ostanke iz rastlinske pridelave (žetveni ostanke, ki so sestavljeni iz slame in listov, hmeljevina, zeleni del zelenjadnic, oljnic in korenovk), iz hortikulture (zeleni odrez) in živinoreje (volna). Podatki, s katerimi bi ocenili količine živinskih gnojil, ki se jih porabi na kmetijah in količine, ki ostane neporabljena, niso na voljo.



### ***3.2.2 Vrste, obseg koriščenja, razpoložljive količine in izkoriščenost potencialov ostankov primarne kmetijske proizvodnje***

Podatki o ostankih primarne kmetijske proizvodnje so izračunani iz podatkov pridelkov primarne kmetijske proizvodnje, iz podatkov suhe snovi in žetvenih indeksov za posamezne kulturne rastline (podatki o suhi snovi in žetvenih indeksih se nahajajo v Prilogi 1 tega poročila). Podatke o količini ostankov moramo vzeti kot ocene, saj se lahko posamezni ostanki uporabijo na kmetiji v različne namene in porabljena količina ni znana.

#### ***3.2.2.1 Rastlinska proizvodnja***

##### **Ostanki pridelkov**

V preglednici 24, ki se nahaja v prejšnjem poglavju, so predstavljeni podatki (leto 2016) o količini ostankov zelenjave in sadja, ki ostanejo, ko sta potrošnja in izvoz manjša od pridelave in uvoza. Sama potrošnja pridelkov je v Sloveniji večja od pridelave, kar nakazuje na večje količine uvoza in manjše količine izvoza. Tako nam količine sadja in zelenjave ostajajo in leta 2016 smo imeli presežek 83.100 t zelenjave in 20.400 t sadja.

Na presežke sadja in zelenjave vpliva več dejavnikov. Eden od pomembnejših je ta, da kmetije namenoma zasnujejo svoje pridelke v nekoliko večjih količinah, saj imajo lahko zaradi naravnih razmer (vreme, škodljivci) velike izpade. Prav tako je težje prodati pridelke, ki so nekoliko drugačne oblike ali velikosti od standardov, predpisanih s strani kupca. Zaradi neprodaje presežki pridelkov na kmetiji ostajajo in nekateri pridelki, ki nimajo dolgega roka trajanja, propadejo in predstavljajo ostanek. Ta pa ni primeren za nadaljnjo prodajo oziroma zaužitje. Dogaja se tudi, da kmetija zaradi prenizkih odkupnih cen ne more pokriti stroškov pospravila pridelka ter ga tako pusti na njivi in zaorje v tla (Ayalon in sod., 2017).

Presežki pridelkov so velik problem, saj so na eni strani za njihovo pridelavo potrebni viri (tla, voda, delo,...), na drugi strani pa pridelki predstavljajo breme okolju v obliki odpadka (Ayalon in sod., 2017).

V Sloveniji je bilo že več akcij, s katerimi bi zmanjšali pridelke, ki bi sicer propadli. Ena izmed akcij je bila *Rešimo slovenske pridelke* (2015), s katero so spodbudili kmete, da prodajajo svoje pridelke, ki jih niso mogli prodati, po nižji ceni kar pred gasilskimi domovi (Zapltnik, 2015). Projekt *Oskrbimo Ljubljano* prav tako podpira kmete pri prodaji pridelkov na tržnicah (Švab, 2019).

Pospravljene pridelke, ki propadejo, je mogoče nameniti v proizvodnjo komposta ali bioplina (več o proizvodnji energije v poglavju 4.2.2.4).



## **Žetveni ostanki in sekundarni pridelki**

Količine sekundarnih pridelkov (npr. slame) in ostankov po spravilu poljščin (npr. strnišča) za obdobje 2008-2017 so predstavljene v preglednici 25.

*Preglednica 25: Količine ostankov primarne kmetijske proizvodnje poljščin (t SS) v obdobju 2008-2017) (Vir SURS; različna literatura za HI in SS (Priloga 1)).*

<b>Poljščina</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Pšenica	216020	184248	206379	206529	252932	185484	232484	209700	217352	188286
Pira	230	358	517	502	601	722	891	1500	1885	1294
Rž in soržica	1789	1993	2301	2445	2943	4310	5794	4006	3421	3797
Ječmen	63657	58687	66419	65811	70239	57452	74361	77241	75980	81183
Oves	4438	3791	4600	5178	3872	2765	3959	4470	3851	4130
Tritikala	27537	28101	29212	30666	33054	26251	41675	43473	51333	47603
Proso	271	137	260	245	204	163	354	718	458	316
Ajda	630	855	1178	1071	1152	905	1310	2063	2493	2502
Sirek, mohor, bar	1095	1104	469	730	851	1003	1867	1078	499	577
Koruza za zrnje	276715	261749	269116	301911	239915	196038	303254	292986	299473	235433
<b>Skupaj</b>	<b>592382</b>	<b>541025</b>	<b>580452</b>	<b>615088</b>	<b>605763</b>	<b>475094</b>	<b>665948</b>	<b>637236</b>	<b>656745</b>	<b>565123</b>

Najmanjša količina sekundarnih pridelkov in ostankov (SPO) primarne kmetijske proizvodnje poljščin je bila leta 2013 z 475.094 tonami suhe snovi. V letu 2017 je znašala 565.123 ton suhe snovi (preglednica 26). Od tega predstavljajo največji delež ostanki koruze za zrnje (41,7 %) in pšenice (33,3 %) (preglednica 25).

V preglednici 25 so predstavljene količine SPO v odstotkih v letu 2017 in primerjava s količino ostankov leta 2008 (indeks 2017/2008). Glede na leto 2008 se je skupna količina SPO poljščin zmanjšala za 4,6 %.

Med SPO upoštevamo stebila, liste in luščine žit. Po navadi jih kmetje uporabijo kot krmilo živini. Včasih so slamo žit in koruznico sežigali na kmetijah, sedaj pa so vedno bolj pomemben del ostankov v kmetijstvu. Poleg uporabe za krmo žetvene ostanke pri nas večinoma uporabljamo za steljo ter jih tako vračajo tlom v obliki organskega gnojila (hlevski gnoj), ki je pomembno za rodovitnost tal (Petrač, 2016). Pomemben ukrep ohranitvene obdelave kmetijskih površin je puščanje žetvenih ostankov na površini tal za zastirko, še posebej pri preprečevanju erozije. S takšno obdelavo površin, ko ostanki ostajajo na pridelovalnih površinah, izboljšamo fizikalne (struktura tal, infiltracija, vodni režim), kemične (kroženje dušika, kationska izmenjevalna kapaciteta, pH) in biološke (sekvestracija organskega ogljika, mikrobná biomasa, mikrobiološka aktivnost in biodiverzitetá) lastnosti tal (Shahane in Shivay, 2016).



*Preglednica 26: Količina ostankov primarne kmetijske proizvodnje poljščin (%) leta 2017 in primerjava glede na leto 2008 (Vir SURS; različna literatura za HI in SS (Priloga)).*

<b>Poljščina</b>	<b>Delež (%)</b>	<b>I 2017/08</b>
Pšenica	33,3	87,2
Pira	0,2	563,6
Rž in soržica	0,7	212,3
Ječmen	14,4	127,5
Oves	0,7	93,1
Tritikala	8,4	172,9
Proso	0,1	116,8
Ajda	0,4	396,9
Sirek, mohor, bar, ptičje seme	0,1	52,7
Koruza za zrnje	41,7	85,1
<b>Skupaj</b>	<b>100,0</b>	<b>95,4</b>

Prav tako lahko žetvene ostanke uporabimo za nastilj pri reji perutnine, kot material za embalažo za pakiranje sadja ali stekla (Shahane in Shivay, 2016), izolacijski material v gradbeništvu, zastirka v vrtnarstvu, substrat pri gojenju gob ter v rokodelski obrti (Petrač, 2016).

Na svetovni ravni se veliko žetvenih ostankov uporablja tudi kot vir energije. Pristop je okolju prijazen, saj gre za obnovljiv vir. Poleg tega vsebujejo ostanki velike količine ogljika, zaradi česar imajo veliko energetske vrednosti. Predstavljajo alternativo fosilnim gorivom (Shahane in Shivay, 2016). Kot vir energije na trgu zasledimo na primer slamo v obliki slamnatih bal, briketov in pelet. Te lahko uporabimo za proizvodnjo toplote. Tako na primer v kotlih na slamo poteka kurjenje različnih oblik slamnatih bal, kjer imamo termični izkoristek do 88 %. Za pridobivanje toplote iz peletov je potrebna uporaba posebne peči (Petrač, 2016). O proizvodnji energije z energenti iz kmetijske in prehranske proizvodnje podrobneje poročamo v poglavju 4.2.2.4.

### **Hmeljevina**

V preglednici 26 so predstavljene količine ostankov primarne pridelave hmelja (tone suhe snovi). V obdobju 2008–2017 so se (razen izrazitega upada v letih 2012 in 2013) količine gibale na ravni okrog 5.000 t SS.



*Preglednica 27: Količine ostankov primarne kmetijske proizvodnje hmelja (t SS) v obdobju 2008-2017 (Vir SURS; različna literatura za HI in SS (Priloga 1)).*

Vrsta ostanka	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Zeleni del	5184,0	6005,3	4664,3	4846,5	3010,5	2760,8	5107,5	4646,3	5575,5	4860,0

Hmeljevina predstavlja zeleni del, ki vsebuje tudi vrvico, po kateri se rastlina vzpenja. Vendar to ni nujno. Obstajajo sodobne tehnike obiranja hmelja, pri katerih se rastlinski zeleni deli ločijo od plastičnih vrvic. Poleg tega so na voljo tudi biorazgradljive vrvice, ki so iz naravnih materialov. Primer je vrvica iz polimlečne kisline (PLA), ki pri kompostiranju razpade na ogljikov dioksid, vodo in biomaso (IHPS, 2019).

Na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS) trenutno poteka LIFE projekt BioTHOP (Vpeljava biorazgradljive vrvice v hmeljiščih in uporaba hmeljevine v novih industrijskih izdelkih). Njihov cilj je zamenjati polipropilensko vrvico v hmeljiščih z uporabo biorazgradljive vrvice (PLA). Tako bo hmeljevina primarna surovina za kompostiranje na kmetijah (gnojilo) ali za izdelavo različnih bioplastičnih izdelkov, kot so biokompozitni materiali, sadilni lončki in embalaža. S tem se bo zmanjšala količina ostankov v hmeljarstvu, prodaja hmeljevine za izdelavo bio-osnovanih izdelkov pa bo dodaten vir prihodka hmeljarskih kmetij (IHPS, 2019).

### **Ostanki zelenjadnic, oljnic, korenovk**

Ostanki pridelave zelenjadnic, oljnic in korenovk za obdobje 2008-2017 so predstavljeni v preglednici 28.



*Preglednica 28: Ostanki primarne kmetijske pridelave zelenjadnic, oljnic in korenovk (t SS) za obdobje 2008-2017 (Vir SURS; različna literatura za HI in SS (Priloga)).*

<b>Rastlina</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Oljna ogrščica in repica	10412,5	9362,6	14761,4	13264,5	15874,1	14372,5	18908,7	3464,5	8169,1	8558,0
Belo zelje	1452,4	1533,1	1093,0	1127,0	937,5	875,2	1126,0	1089,5	1171,7	1057,1
Ohrovt	84,5	84,9	48,3	50,0	41,5	57,7	62,8	69,2	66,9	60,8
Cvetača in brokoli	101,4	126,1	66,4	83,1	86,6	86,3	108,3	113,1	93,0	86,6
Kitajski kapus	49,7	49,9	15,3	13,3	12,4	21,9	25,1	28,3	28,0	24,7
Solata	198,3	202,9	134,9	218,9	207,4	198,5	244,4	276,6	285,9	246,2
Endivija	72,8	72,8	42,8	66,5	64,4	76,5	90,3	86,5	72,2	61,3
Radič	130,4	135,6	90,6	111,7	100,9	138,5	166,6	229,0	206,0	190,3
Motovilec	/	/	/	13,4	15,8	14,4	18,7	13,8	10,7	10,0
Špinača	9,7	10,8	7,0	6,4	5,7	7,4	8,8	12,0	9,3	8,5
Korenček	141,7	168,4	88,1	128,5	117,1	135,4	152,0	147,2	241,6	235,0
Rdeča pesa	360,8	439,7	229,3	292,3	264,7	227,9	299,7	317,6	452,2	415,4
Paradižnik	709,7	655,4	568,2	831,6	1103,4	1039,8	996,8	1313,2	1305,4	1266,8
Paprika	487,7	519,1	384,0	421,1	384,7	369,7	408,9	453,6	457,8	424,6
Kumare	69,0	90,0	61,8	83,0	71,0	68,6	87,5	71,6	71,1	64,8
Krompir	1995,2	2057,0	2012,9	1912,9	1576,3	1236,2	1925,6	1810,6	1688,7	1533,0
Čebula	261,9	293,9	228,7	310,4	287,7	297,7	370,7	357,1	533,5	475,9
Česen	258,8	264,0	251,1	386,0	355,1	705,9	784,1	842,6	936,3	862,4
Por	38,7	42,7	29,4	24,4	24,2	17,7	19,7	37,2	44,8	41,3
Fižol za stročje	23429,0	26068,3	14868,5	24412,0	17368,6	18924,3	26370,2	23699,9	24613,2	18908,8
Fižol za zrnje	3204,4	4853,0	4040,3	4318,9	2941,2	2740,0	5890,1	5696,6	9442,8	6935,0
Soja	1127,0	1587,6	2385,5	2402,0	2821,5	3808,6	8604,4	38571,7	60765,5	63447,1
Grah	1973,7	2167,2	1207,4	1346,8	1439,6	1044,9	1671,8	1648,6	2004,7	1749,2
Buče za olje	/	/	/	169,4	142,8	109,0	127,7	121,2	202,7	213,5
Bučke	/	/	/	169,4	142,8	109,0	127,7	121,2	202,7	213,5
Šparglji (Beluši)	/	/	/	4,8	3,9	8,9	9,2	11,0	9,5	8,6

/ ni podatka

V letu 2017 je bilo največ ostankov soje (63.447 t SS), fižola za stročje (18.909 t SS) ter oljne ogrščice in repice (8.558 t SS).

Poleg uporabe ostankov v namene krme in zelenega gnojenja imajo lahko ostanki različnih pridelkov veliko možnosti uporabe na področju energije. Na voljo je že kar nekaj tehnično izvedljivih praks, ki so trajnostne ter okolju prijazne. Iz surove biomase ostankov lahko proizvedemo biogoriva, kot so bioetanol, biometan in biovodik (Prasad in sod., 2020).

Proizvodnjo energije iz takšne biomase predstavljajo biogoriva druge generacije. Takšna goriva so pridobljena s predelavo rastlinskih ostankov in ne iz poljščin, namenjenih za prehrano (biogoriva prve generacije). Ker ta vplivajo na količino dostopne hrane, je



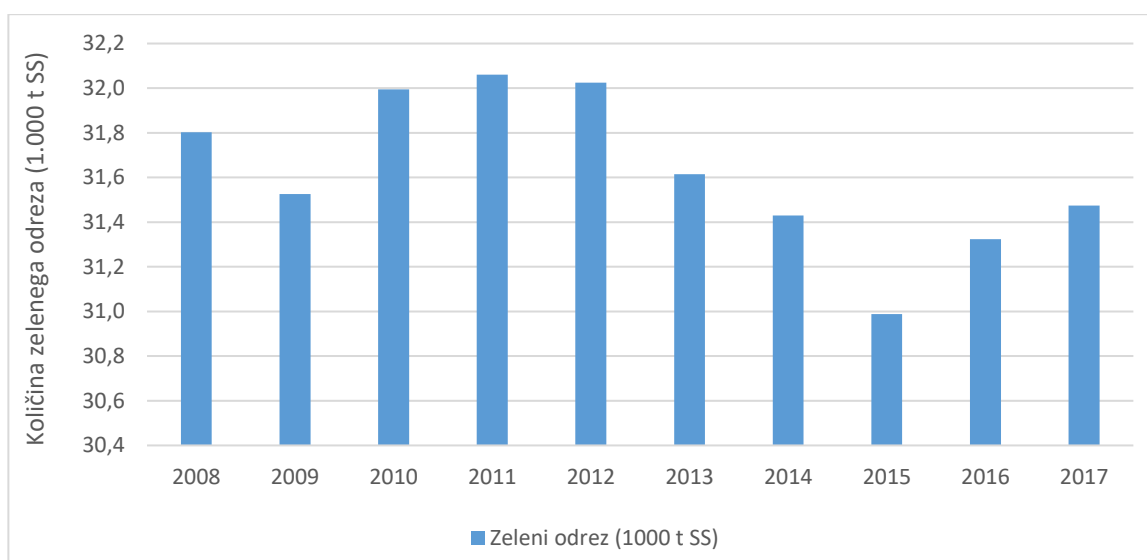


proizvodnja energije iz ostankov pridelovalnih rastlin trajnejša (Prasad in sod., 2020). Proizvodnja energije iz kmetijskih proizvodov je podrobneje predstavljena v poglavju 4.2.2.4.

### 3.2.2.2 Hortikultura

#### **Zeleni odrez**

Pri računanju zelenega odreza sadnih rastlin smo upoštevali količine odreza za posamezne sadne vrste (t SS/ha). Za izračun zelenega odreza na letni ravni smo upoštevali tudi površino trajnih nasadov v hektarjih.



Slika 21: Količina zelenega odreza (1000 t SS) v 10 letnem obdobju (2008 – 2017).

Količina zelenega odreza sadnih rastlin je skozi obdobje 2008–2017 nihala in je pogojena s površino (ha) trajnih nasadov (slika 21). Leta 2017 smo imeli 31.474 ton suhe snovi zelenega odreza. Odrez vinske trte predstavlja kar 73 %, saj je po površini trajnih nasadov vinogradov največ (Preglednica 29). Podatki o količini zelenega odreza se nanašajo na ostanke intenzivnih nasadov.



*Preglednica 29: Količina zelenega odreza (t SS in %) za leto 2017, indeks (2017/2008) in povprečni zeleni odrez (t SS/ha) s podanim virom za posamezno sadno vrsto (Vir SURS; Bisaglia in sod., 2018; Velazques in sod., 2012).*

Sadna vrsta	odrez (t SS)	Delež glede na skupni odrez (%)	indeks (2017/2008)	odrez (t SS/ha)	vir
Trta	22966,6	73,0	98,5	1,45	Bisaglia in sod., 2018
Jablana	4474,5	14,2	81,9	1,9	Bisaglia in sod., 2018
Hruška	320,7	1,0	91,9	1,58	Bisaglia in sod., 2018
Breskev, nektarina	403,3	1,3	55,0	1,43	Bisaglia in sod., 2018
Marelica	279,4	0,9	267,9	3,725	Velazquez-Marti in sod., 2012
Češnja	692,9	2,2	202,2	3,725	Velazquez-Marti in sod., 2012
Višnja	26,1	0,1	19,4	3,725	Velazquez-Marti in sod., 2012
Češplja in sliva	163,9	0,5	163,0	3,725	Velazquez-Marti in sod., 2012
Oreh	481,4	1,5	368,5	1,42	Bisaglia in sod., 2018
Oljka	1665,6	5,3	148,5	1,34	Bisaglia in sod., 2018
<b>Skupaj</b>	<b>31.474,3</b>	<b>100,0</b>	<b>99,0</b>		

V vinogradništvu se zeleni odrez vinskih trt večinoma zmulči in vdela v tla z namenom povečanja organske snovi v tleh. Takšen ukrep pa ima lahko tudi negativne posledice, saj je lahko les vinskih trt okužen z različnimi patogeni ali paraziti, ki prezimijo ter tako postanejo vir nadaljnjih okužb v vinogradu. Ponekod biomaso odreza sežigajo, kar povečuje onesnaženost okolja (Sun in sod., 2020).

Uporaba zelenega odreza vinske trte ima biogospodarski potencial. Med možnimi rabami tega vira Sun in sod. (2020) naštevajo proizvodnjo goriva z visoko kalorično vrednostjo, kemičnega produkta (bioogljje), adsorpcijskih sredstev, celuloze in papirja, substratov, polietilne kompozite z veliko gostoto, ter pri ekstrakciji bioaktivnih spojin (naravni antioksidanti, polifenoli, etanol, lignin, oligosaharidi, mlečna kislina in hlapne spojine), navsezadnje tudi komposta.

Tudi ostanki rezi sadnih dreves so lahko pomemben vir biomase v proizvodnji energije. Nizka vlažnost in visoka vsebnost celuloze in lignina v biomasi rezi sadnih dreves predstavlja dober potencial za proizvodnjo energije. Literatura priporoča mešanje ostankov rezi sadnih dreves z ostanki iz gozdarstva. Tako boljše izkoristimo nizko masno frakcijo vode hortikulturnih ostankov ter nizko vsebnost pepela in drugih nezaželenih komponent gozdnih ostankov. Proizvodnja peletov obeh vrst ostankov rezi predstavlja dobro tehnologijo, kjer pridobimo homogeno biogriivo z manjšo vlažnostjo. Peleti se lahko uporabijo v navadnih gospodinjstvih in industriji (Brand in Jacinto, 2020). Več o proizvodnji energije v pogavju 4.2.2.4.



### **Travna biomasa ki ni primerna za živalsko krmo**

Dejstvo, da se velik del kmetijskih površin (zlasti trajnega travinja) nahaja na območjih z naravnimi omejitvami in na habitatno pomembnih območjih (glej poglavje 3.1.1.1), je pomemben tudi iz vidika snovnih tokov. Zaradi oteženih pridelovalnih razmer so pridelki v splošnem nižji, stroški na enoto proizvoda pa posledično višji. Pretežni del pridelkov, pospravljenih z ekstenzivnih travnatih površine, še posebej tistih, ki so vključene v eno od 'habitatnih' operacij kmetijsko-okoljskih plačil, ni primernih za živalsko krmo. V tem kontekstu izpostavljamo biogospodarski potencial travne biomase, katere pretežni del je danes v najboljšem primeru uporabljen kot vlakninski del krme, pogosteje pa kot stelja, surovina za kompostiranje, ali preprosto kot odpadek.

#### *3.2.2.3 Živinoreja*

##### **Živinska gnojila**

Letne količine živinskih gnojil po posameznih skupinah živali so predstavljene v preglednici 30. Količine so podane v tisoč tonah suhe snovi (1.000 t SS). Preračunali smo jih iz podatkov letnega števila živali po posameznih skupinah živali ([www.stat.si](http://www.stat.si)), koeficientov GVŽ (Uredba o izvedbi..., 2013 - Priloga 1; Mihelič in sod., 2010), količini letnih izločkov/GVŽ (Mihelič in sod., 2010) in vsebnosti suhe snovi (%) živinskega gnojila (Mihelič in sod., 2010).

*Preglednica 30: Količine izločenih živinskih gnojil (1000 t SS) za obdobje 2008-2017 (Vir SURS; Mihelič in sod., 2010; Uredba o izvedbi..., 2013 (Priloga 1)).*

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks 2017/08
<b>Gnojevka</b>	516,0	513,2	505,9	493,9	482,2	481,2	488,4	501,6	503,6	492,4	95,4
Govedo	451,4	451,1	447,3	442,0	437,9	438,7	446,7	461,0	463,9	453,6	100,5
Prašiči	64,6	62,1	58,6	51,9	44,3	42,4	41,7	40,6	39,7	38,8	60,0
<b>Perutninski gnoj</b>	52,9	54,2	49,3	45,3	49,1	51,4	52,6	59,1	63,6	65,6	124,1
<b>Hl. Gnoj</b>	76,9	79,2	104,7	69,1	66,2	61,3	64,1	64,3	67,1	63,2	82,1
Ovce	65,5	65,1	61,2	56,6	53,8	51,3	53,6	51,6	56,5	51,3	78,3
Koze	11,4	14,1	12,4	12,6	12,4	10,0	10,5	12,7	10,6	11,9	104,1
Konji	/	/	31,2	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>Skupaj</b>	645,9	646,6	659,9	608,3	597,5	593,8	605,1	625,0	634,3	621,3	96,2

Govedo in prašiči: gnojevka; ovce, koze in konji: hlevski gnoj.

/ ni podatka

V letu 2017 je bilo v Sloveniji proizvedene za 492.400 ton suhe snovi gnojevke, 65.600 ton suhe snovi perutninskega gnoja in 63.200 ton suhe snovi hlevskega gnoja, torej 621.300 ton suhe snovi živinskih gnojil (gnojevka, perutninski in hlevski gnoj). Količina se je glede



na leto 2008 zmanjšala za 3,8 %. Pri količinah gnojevke so zajete le količine izločkov brez nastilja medtem, ko je pri gnoju upoštevan tudi nastilj (slama, žaganje,...).

Živinski izločki so pomembni v kmetijstvu, saj jih uporabljamo kot organsko gnojilo. Pomembna so za rast in razvoj rastlin oziroma pridelkov, poleg tega izboljšujejo kvaliteto tal (povečuje organsko snov, zadrževalno kapaciteto vode ter zmanjšuje zbitost tal). Živinska gnojila so lahko tudi pomemben vir pri pridobivanju energije za proizvodnjo toplote in elektrike (MacDonald in sod., 2009), o čemer podrobneje pišemo v poglavju 4.2.2.4.

### **Volna**

V preglednici 31 so predstavljene količine nastrižene volne v obdobju 2008-2017. Leta 2017 smo imeli 156 ton volne, količina se je glede na leto 2008 zmanjšala za 17,9 %. Količina nastrižene volne je bila tudi sicer najvišja na začetku obravnavanega obdobja (190 ton v letih 2008 in 2009).

*Preglednica 31: Količina nastrižene volne (t) v 10 letnem obdobju (2008 - 2017) (Vir SUSR).*

Nastrižena volna	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	indeks (2017/08)
		190	190	182	163	155	147	156	150	163	156

Ovčereja v Sloveniji ne predstavlja najpomembnejše kmetijske panoge. Vendar je v zadnjih dvajsetih letih v napredovanju. Tradicionalno se je volna uporabljala za domačo obrt, rokodelstvo in tekstilno industrijo. Njena uporaba pa se je po letu 1990 zmanjševala (Trop, 2013).

Volna je v okviru ovčereje stranski proizvod, ki ima zelo nizko ekonomsko vrednost in ob neuporabi postane organski odpadek. Glede na različne vidike (majhnost slovenske ovčereje, razpršenost kmetij, konfiguracija terena, organiziranost reje, predelave in kompletne nadgradnje osnovne dejavnosti ter drugih pogojev funkcioniranja osnovne dejavnosti) je v novodobnih pogojih lahko ekonomska uporaba nastrižene volne težavna. Poleg tega je pomembna tudi sama kvaliteta volne. Manj kvalitetna volna postane organski odpadek, če pa rejcu uspe prodati manj kvalitetno volno, je cena le-te zelo nizka (Trop, 2013).

V okviru programa čezmejnega sodelovanja je v letih od 2011 do 2014 potekal projekt z naslovom *Tradicija in inovacije v uporabi živalskih materialov – Lanatura*, katerega namen je bil izboljšati valorizacijo stranskih živalskih proizvodov, kot so volna, živalska koža in maščobe. Ugotovitev projekta za volno je bila, da je količina volne, ki jo pridelamo v Sloveniji, glede na ostale države majhna, vendar jo s primerno organizacijo koristno uporabimo. Tako se rešimo organskega odpadka ter pridobimo koristno surovino na področju turizma, gradbeništva in kmetijstva (Trop, 2013).



Kot primer uporabe kvalitetnejše volne je izdelava etnoloških izdelkov v namene prodaje v turizmu. Volno bi morali obdelati bolj ali manj ročno. Takšna uporaba je že prisotna v državah na območju Balkana. Rokodelstvu dajejo večjo pozornost za lastne potrebe kot tudi za prodajo na trgu ter proizvodom dajejo bistveno večjo dodano vrednost (Trop, 2013).

V gradbeništvu lahko uporabimo volno pri pripravi zemljine za ozelenitev s travo ali zasaditev z različnimi rastlinami na dva načina. To sta uporaba volne kot substrat oziroma dodatek zemljini ali kot zelene volnene blazine. Volna se tudi uporablja v izolacijske namene (vrsta filca, toplotna in zvočna izolacija). Vendar volna v namene izolacije s cenovnega vidika težko konkurira drugim izolacijskim materialom (Trop, 2013).

V kmetijstvu lahko volno uporabimo na mestu nastanka oziroma v neposredni bližini. Pri uporabi nimamo stroškov oddajanja, prevozov in postopkov industrijske obdelave; še posebej če so količine neobdelane nastrižene volne majhne (veliko majhnih rejcev). Na kmetiji se volna uporablja v vrtničarstvu, vrtnarstvu in cvetličarstvu (Trop, 2013).

Slovenski uporabniki kupujejo volno za izdelavo obačil, nogavic in raznih prevlek v državah Vzhodne in Zahodne Evrope. Za to se odločajo zaradi slabše obdelane volne v Sloveniji. Morda bi lahko s primernimi ukrepi in pristopi zapolnili prazen prostor pri uporabi kakovostne volne (Trop, 2013).

Točnih in zanesljivih podatkov o količini in kvaliteti volne v Sloveniji, ki je letno na razpolago, količini odkupa ali oddaje in količini porabe volne doma ni. Pri projektu Lanatura so izvedli anketo, s katero so ugotovili, da 18 % rejcev zavrže volno v smeti, 14 % jo zakoplje, 12 % jo sežge, 24 % jo kompostira ter 32 % rejcev uporabi več različnih načinov (Trop, 2013).

#### *3.2.2.4 Prevladujoča raba ostankov primarne kmetijske proizvodnje – proizvodnja energije*

Do leta 2013 je bilo v Sloveniji 24 delujočih bioplinskih naprav z deklaracijami. Največja bioplinarna je Ecos d.o.o. v Lendavi, kjer kot substrat uporabljajo le koruzno in drugo silažo. Ostale bioplinarne v največjem deležu uporabljajo energetske rastline, saj te dajo dober izkoristek metana. V manjši meri kot substrat uporabljajo gnojevko. Pri živinskih gnojilih je C/N razmerje preozko (primanjkuje ogljika glede na dušik), razmerje povečamo z dodajanjem rastlinske biomase (Marinšek Logar in sod., 2015).

Kmetijski ostanki primarne kmetijske proizvodnje zajemajo ostanke ob pridelavi in ostanke, ki ostanejo zaradi nepotrošnje. Vse zelene ostanke je možno uporabiti za proizvodnjo energije v bioplinarnah. Uporabljajo se lahko žetveni ostanke po žetvi žit, koruze, oljne ogrščice, sončnice, graha itn.; ostanke rezi v sadovnjakih in vinogradih, kjer se po kakovosti biomasa trajnih nasadov lahko primerja z gozdno biomaso; energetske trave in pokvarjena krma s travinja.



Pri proizvodnji bioplina so pomembna tudi živalska gnojila. V strukturi kmetijske proizvodnje v Sloveniji zaradi visokega deleža travinja v strukturi kmetijskih zemljišč prevladuje reja prežvekovalcev, katerih izločki predstavljajo velik potencial za proizvodnjo bioplina. Problem predstavlja majhnost ter prostorska razpršenost slovenskih kmetij, zaradi česar bi bila tehnično izkoristljiva le tretjina potenciala gnoja govedi, 13,8 % gnoja prašičev in 5,8 % gnoja perutnine (Pšaker, 2011)

Za osnovo določanja potenciala proizvodnje bioplina je uporabna raziskava Kmetijsko gozdarskega zavoda Celje, kjer teoretično predvidevajo izkoriščanje celotnega tehnično izkoristljivega potenciala živalskih gnojil in z najmanjšim posegom v primarno kmetijsko pridelavo. Količine živalskih gnojil, ki jih lahko izkoristimo pri proizvodnji bioplina, so ocenjene od 84.016 GVŽ goveda, od 29.341 GVŽ prašičev in od 8.674 GVŽ perutnine. Poleg živalskih gnojil scenarij zajema tudi energetske rastline z njiv, vendar pod pogojem, da se te pridelujejo na večjih poljedelskih in poljedelsko travniških kmetijah brez živine z več kot 1 ha njiv ali več kot 3 ha travnikov in na živinorejskih kmetijah z več kot 30 GVŽ goveda in 20 GVŽ prašičev in perutnine. Skupno bi v bioplinarnah iz kmetijske biomase tako potencialno prispevali večino električne energije (66,8 %) in 7,7 % toplote (Pšaker, 2011).

Trenutno za energetske rabo izkoriščamo 0,2 % potenciala gnoja govedi, 13,8 % potenciala gnoja prašičev in 5,8 % potenciala gnoja perutnine (Elektroinštitut Milan Vidmar, 2020). Leta 2015 smo proizvedli 132 GWh električne energije iz bioplina (79,5 % iz bioplina iz biomase) in 304 TJ toplote iz bioplina (89,9 % iz bioplina iz biomase) (preglednica 32) (Al-Mansour, 2016).

*Preglednica 32: Bruto proizvodnja električne energije (GWh) in toplote (TJ) iz bioplina v Sloveniji (Al-Mansour, 2016).*

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Električna energija (GWh)</b>	97	127	153	141	130	132
<b>Toplota (TJ)</b>	194	229	391	367	353	304

Proizvodnja bioplina je zaenkrat mogoča na velikih živinorejskih kmetijah, vendar v Sloveniji prevladujejo majhne kmetije. Zanje je potreben, v namene pridobivanja bioplina, razvoj in izgradnja skupinskih bioplinjskih naprav, ki predpostavlja sodelovanje več manjših kmetij na lokaciji (Al-Mansour, 2008).



### 3.3 Ostanke v proizvodnji in potrošnji živil

Živilskopredelovalna industrija v Sloveniji predstavlja številne in raznolike dejavnosti, ki v zadnjih letih letno prispevajo okrog 1,5 % k skupni bruto dodani vrednosti nacionalnega gospodarstva oziroma 1,7 % k skupni zaposlenosti (Poročilo o stanju..., 2018; Poročilo o stanju..., 2019). Predstavlja ključni člen v verigi oskrbe s hrano, v povezavi z vertikalnimi povezavami po verigi navzdol (primarna kmetijska pridelava, embalaža in druge surovine) in navzgor (različni formati oskrbe s hrano, od prodaje na debelo in drobno, HoReCa sektorja in drugih) se rezultati poslovanja multiplikativno razporejajo po drugih panogah v verigi hrane.

V letih 2017 in 2018 je živilskopredelovalna industrija predstavljala 733 oziroma 755 podjetij (13.683 oziroma 14.125 zaposlenih, kar predstavlja 2.6 in 3.2 % več kot prejšnje leto). Ta podjetja so v letu 2017 ustvarila 499 milijonov evrov dodane vrednosti (32.472 dodane vrednosti/ zaposlenega) in 2,2 milijarde evrov čistih prihodkov od prodaje, od tega 27,8 % na tujem trgu (Križnik in Gorjanc, 2018). Obseg proizvodnje živil in pijač izkazujeta podobne trende. V obsegu proizvodnje živi beležimo od leta 2007 do leta 2014 ~2 % povprečni letni upad, nato pa do leta 2018 ~3,2 % povprečno letno rast. V obsegu proizvodnje pijač beležimo od leta 2007 do 2015 ~5 % povprečni letni upad, nato pa do leta 2018 ~5 % rast.

*Preglednica 33: Izbrani letni kazalniki poslovanja živilskopredelovalne industrije za obdobje 2012–2018 (podatki povzeti Poročilo o stanju ..., 2018; Poročilo o stanju..., 2019).*

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Število podjetij</b>	617	642	689	704	719	733	755
<b>Število zaposlenih</b>	12.886	12.516	12.498	12.658	13.336	13.683	14.125
<b>Prihodki od prodaje (mio EUR)</b>	2.010	1.995	2.009	2.062	2.053	2.156	2.192
<b>Izvozna usmerjenost (%)</b>	22,3	22,0	23,2	24,3	25,9	27,8	28,6
<b>Dodana vrednost (mio EUR)</b>	430	431	444	465	484	499	549
<b>Dodana vrednost/zaposlenega (000 EUR)</b>	33,4	34,4	35,5	36,7	36,3	36,5	38,9
<b>Neto čisti dobiček/izguba (mio EUR)</b>	-27,0	-21,6	34,4	70,3	76,3	81,0	100,4

Pomembnejše kazalnike živilskopredelovalne industrije povzemamo v preglednicah 33 in 34. Struktura živilskopredelovalne industrije je raznolika. Število podjetij v živilskopredelovalni industriji iz leta v leto narašča. Od 733 podjetij v leto 2017 jih 78 % razvrstimo med mikro podjetja (6 % ustvarjene dodane vrednosti), 16 % mala podjetja (13 % dodane vrednosti), 4 % srednja podjetja (16 % dodane vrednosti) ter 2 % velika podjetja (glavnina zaposlenih, 53 % in dodane vrednosti, 64 %). Največje število podjetij (44 %) se ukvarja s peko kruha, peciva in šlaščic, nato sledijo podjetja ki se ukvarjajo s proizvodnjo mesnih izdelkov in mesa ter podjetja ki se ukvarjajo s proizvodnjo piva. Ta podjetja ustvarijo tudi največjo dodano vrednost (celokupno 499 podjetij s 320 mio EUR)





(Križnik in Gorjanc, 2018). Podrobni kazalci o trendih v slovenski živilskopredelovalni industriji so na voljo v letnih poročilih o stanju kmetijstva, živilstva, gozdarstva in ribištva (KIS/ MKGP).

*Preglednica 34: Izbrani kazalniki strukture živilskopredelovalne industrije v letih 2017 in 2018 (podatki povzeti Poročilo o stanju ..., 2018; Poročilo o stanju..., 2019).*

Dejavnost (SKD, 2008)	2017			2018		
	Število podjetij	Število zaposlenih	Dodana vrednost	Število podjetij	Število zaposlenih	Dodana vrednost
	733	13.683	499	755	14.125	549
10 Proizvodnja živil	88,1 %	91,2 %	82,7 %	86,9 %	91,0 %	82,8 %
10.1 Proizv. mesa in mesnih izd.	13,4 %	30,7 %	22,6 %	13,6 %	30,2 %	23,7 %
10.2 Pred. in konzerv. rib, rakov	0,7 %	0,7 %	0,3 %	0,8 %	0,7 %	0,3 %
10.3 Pred. in konzerv. sadja in zelenjave	5,2 %	4,3 %	5,9 %	5,0 %	4,5 %	6,2 %
10.4 Proizv. rast. in žival. olj in maščob	0,8 %	0,8 %	0,8 %	0,8 %	0,8 %	0,7 %
10.5 Pred. mleka	4,2 %	10,2 %	11,9 %	4,2 %	10,8 %	12,1 %
10.6 Mlinarstvo, proizvod. škroba in škrobnih izd.	1,2 %	0,4 %	0,4 %	1,5 %	0,4 %	0,4 %
10.7 Proizv. pekarskih izd. in testenin	47,1 %	32,4 %	24,2 %	44,9 %	32,0 %	22,6 %
10.8 Proizv. drugih prehrabnih izd.	13,9 %	8,7 %	13,0 %	14,4 %	8,8 %	13,0 %
10.9 Proizv. krmil in hrane za hišne živali	1,6 %	3,0 %	3,6 %	1,6 %	2,9 %	3,7 %
11 Proizvodnja pijač	11,9 %	8,8 %	17,3 %	13,1 %	9,0 %	17,2 %
11.2 Proizv. vina iz grozdja	3,7 %	1,2 %	1,2 %	4,0 %	1,2 %	1,3 %
11.5 Proiz. piva	4,4 %	4,6 %	11,9 %	4,4 %	4,5 %	12,0 %
1.7 Proiz. brezalkoholnih pijač in vod	2,5 %	2,9 %	4,1 %	2,9 %	3,1 %	3,9 %

Podjetja se panožno povezujejo v okviru Zbornice kmetijskih in živilskih podjetij pri Gospodarski zbornici Slovenije (GZS-ZKŽP), kjer deluje enajst sekcij. Povezave med sekcijami in dejavnostmi prikazuje preglednica 35.

*Preglednica 35: Sekcije GZS-ZKŽP in pripadajoče dejavnosti.*

Ime sekcije	Dejavnosti (SKD, 2008)
Sekcija za sadjarstvo	01.2 Gojenje trajnih nasadov
Združenje kmetijskih podjetij	01.1 Pridelovanje netrajnih rastlin 01.2 Gojenje trajnih nasadov 01.4 Živinoreja 01.5 Mešano kmetijstvo
Sekcija prašičerejcev	01.4 Živinoreja 10.1 Proizvodnja mesa in mesnih izdelkov
Sekcija bioplinarn	35.119 Druga proizvodnja električne energije
Sekcija proizvajalcev krmil	10.910 Proizvodnja krmil
Sekcija za mlekarstvo	10.5 Predelava mleka
Sekcija za mlinarstvo	10.6 Mlinarstvo, proizvodnja škroba in škrobnih izdelkov 10.7 Proizvodnja pekarskih izdelkov in testenin
Sekcija za pekarstvo	10.6 Mlinarstvo, proizvodnja škroba in škrobnih izdelkov 10.7 Proizvodnja pekarskih izdelkov in testenin
Združenje za prehranska dopolnila	10.890 Proizvodnja drugih prehrabnih izdelkov
Sekcija proizvajalcev brezalkoholnih in alkoholnih pijač	10.3 Predelava in konzervirane sadja in zelenjave 11 Proizvodnja pijač
Združenje slovenskih pivovarn	11.05 Proizvodnja piva

Po oceni GZS-ZKŽP so najbolj stabilni sektorji pekarstvo, predelava mleka, proizvodnja piva in brezalkoholnih pijač, ki so hkrati tudi najbolj perspektivni z vidika valorizacije stranskih tokov biomase v skladu z načeli krožnega biogospodarstva, saj imajo dovolj finančnih in kadrovskih virov za vlaganje v raziskave in razvoj.

V dejavnosti pekarstva je registriranih največ slovenskih živilskih podjetij, največja izmed njih pa sodijo v sam vrh najbolj uspešnih slovenskih živilskopredelovalnih podjetij tako po številu zaposlenih, dodani vrednosti, prihodkih od prodaje in neto dobičku. Prav ta podjetja so tudi precej izvozno usmerjena - z uvedbo novih tehnologij v proizvodnjo, kot na primer dopeka pekarskih izdelkov, je mogoče slovenske pekarske izdelke najti na trgovinskih policah po vsej Evropi.

Podobno lahko izpostavimo tudi slovensko mlečno industrijo. Največje slovenske mlekarne so ene največjih delodajalcev znotraj slovenske živilskopredelovalne industrije, ustvarjajo tudi visoke prihodke od prodaje in dobičke. Brez dvoma je dejavnost mlekarstva v Sloveniji zelo inovativna, saj na policah vsako leto najdemo nove mlečne izdelke, ki so pogosto za svojo inovativnost tudi nagrajeni s strani priznanih inštitucij. Z inovativnimi izdelki na policah konkurirajo tudi manjše slovenske mlekarne.

Tudi proizvajalci brezalkoholnih pijač že nekaj let zapored na police postavljajo inovativne izdelke, predvsem takšne brez ali z manj sladkorja ter se tako prilagajajo potrebam sodobnega potrošnika. Seveda pa ne smemo pozabiti tudi na pivovarje. Tako imenovani mikropivovarji, tržno usmerjenih v Sloveniji je že blizu 100, ustvarjajo na trgu



ugodne razmere za lansiranje raznolikih izdelkov, in na ta način dajejo zagon tudi večji slovenski pivovarni. Skupaj tako vsi slovenski pivovarji ustvarjajo inovativna piva. Ta za naš prostor sicer niso vedno tradicionalna, se pa po njih kaže veliko in rastoče povpraševanje, kar spodbuja nadaljnji skupni razvoj pivovarske panoge.

Tradicionalna slovenska kmetijska-živilska panoga, ki je bila v zgodovini za Slovence zelo pomembna, je prašičereja. V letih po pristopu Slovenije k EU je prašičereja krepko nazadovala predvsem zaradi zaostritve konkurenčnih razmer na enotnem evropskem trgu. Uvažamo namreč večje količine prašičjega mesa po nižjih cenah, kot jih lahko ponudijo slovenski proizvajalci. Nižja prodajna cena, ki jo lahko ponudijo tuji ponudniki, je mogoča bodisi zaradi nižje kakovosti izdelkov ali pa zaradi tehnološko izpopolnjene proizvodnje in ekonomije obsega ter s tem povezane nižje lastne cene (Danska, Nizozemska...). V zadnjem času se tako potrošniki kot politika čedalje bolj zavedajo pomembnosti kakovostne, doma pridelane in predelane hrane, zato si različni deležniki v verigi preskrbe s prašičjim mesom prizadevajo za povečanje konkurenčnosti v slovenski prašičereji.

Potencial za bolj inovativno in okolju bolj prijazno proizvodnjo izkazujejo vse dejavnosti znotraj živilskopredelovalne industrije. Pri tem izpostavljamo problematiko pakiranja živil, saj je le-to še zmeraj usmerjeno v pakiranje v tradicionalno, nerazgradljivo embalažo. Velik izziv inovativnim rešitvam pri pakiranju v živilskopredelovalni industriji predstavljajo barijerne lastnosti biorazgradljive in reciklabilne embalaže. Le-ta pogosto ne uspeva zadostiti določilom področne zakonodaje, ki predpisuje pogoje, pod katerimi je embalaža primerna za stik z živilom. Mnoge spremembe bi se dalo uvesti tudi v same proizvodne procese, ter iz ostankov, stranskih produktov izdelovati inovativne proizvode, vendar je zaenkrat tehnologija še predraga, zanimanje na trgu prenizko, prav tako pa so lahko nove tehnologije pogosto tudi neskladne z obstoječo zakonodajo.<sup>3</sup>

Izziv, ki se ne nanaša toliko na kazalnike uspešnosti poslovanja panoge proizvodnje živil ali uvajanje inovacij v smeri večje okoljske trajnosti proizvodnje, je povezan s slabo izkoriščenostjo potenciala dodane vrednosti, ki ga predstavljajo primarni kmetijski proizvodi. Problematiko dobro odslikava podatek prireje mleka in reje govedi za meso - dveh vodilnih panog slovenskega kmetijstva v smislu skupnih prihodkov dejavnosti, kjer skoraj tretjina primarne proizvodnje gre v izvoz kot osnovna surovina (surovo mleko oziroma žive živali). Gledano z nacionalno-gospodarskega vidika izkoriščanja potencialov dodane vrednosti (in z njimi povezanih multiplikativnih učinkov npr. v smislu rasti dohodkov in zaposlenosti) je takšno stanje neugodno. Neugodno je tudi z vidika zadostitve naraščajočemu povpraševanju po lokalni hrani in kratkih oskrbnih verigah (ENRD, 2012), kateremu daje dodaten zagon tudi trenutna epideomološka kriza Covid-19. S tem v zvezi zaskrbljuje dejstvo, da tudi v panogah, kjer povpraševanje po živilih lokalnega izvora izrazito narašča (npr. sveža zelenjava, ekološka hrana), nikakor ne pride

---

<sup>3</sup> V ponazoritev na tem mestu podajamo primer embalaže iz jabolčne kaše. Ki se v tujini že uveljavlja, pri nas pa tovrstna embalaža še nima zakonodajne podlage.



do oblikovanja sistemov ponudbe, ki bi bili zmožni oskrbe prodajnih formatov široke potrošnje. Na tem temelji ugotovitev, ki velja za celoten system agroživilskega sistema v Sloveniji, da so največje rezerve v večji vertikalni povezanosti in konkurenčnosti celotnih verig vrednosti, kot tudi celotnega sistema oskrbe slovenskega trga s hrano domačega izvora. Ta izziv bi bilo zelo smiselno v bodoče okrepiti z ustreznimi ukrepi kmetijske politike. Ker gre za temo, ki vsebinsko presega okvir te raziskave, bralca na tem mestu napotujemo na primernejše vire, npr. rezultate vrednotenja kmetijske politike v Sloveniji 2015-2020 (Erjavec in sod., 2018).

V nadaljevanju poglavja pa se osredotočamo na ovrednotenje, pregled trenutne rabe in oceno bioekonomskih potencialov odpadkov in stranskih virov biomase, ki nastajajo v procesih proizvodnje in potrošnje hrane.

### 3.3.1 Viri

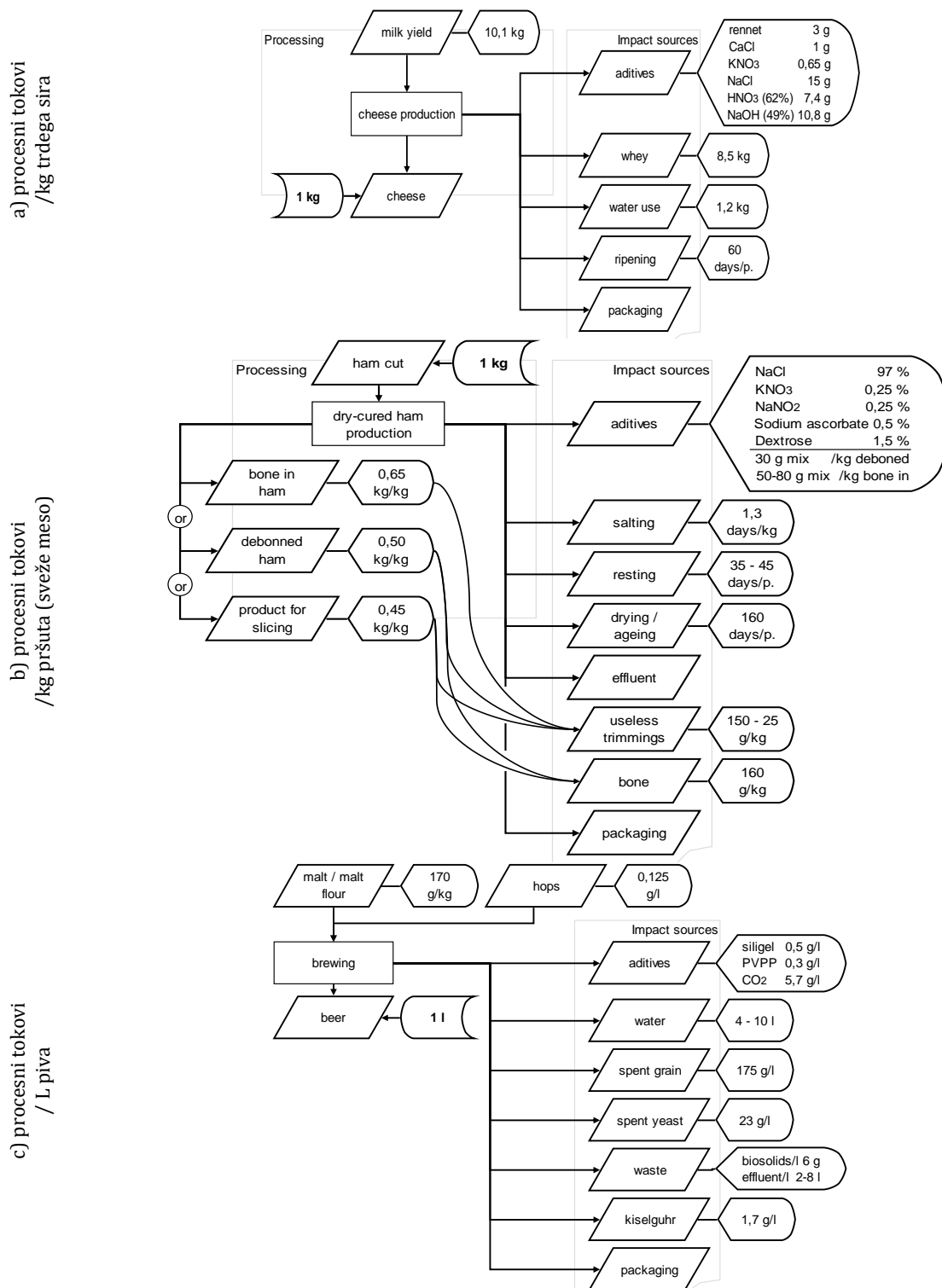
Ostanki v živilskopredelovalni industriji v glavnini predstavljajo biomaso, ki nastaja pri procesiranju organskih surovin v živila z ločevanjem in/ali ekstrakcijo frakcije z visoko hranilno vrednostjo iz osnovne surovine. Poglavitna lastnost tovrstnih ostankov je visoka vsebnost vode (na primer ostanki živalskih in rastlinskih odpadkov vsebujejo 75-95 % vode) in posledično kratka obstojnost, zato je za njihovo učinkovito nadaljnjo rabo treba bodisi omogočiti hitro uporabo ali pa vključiti različne ukrepe za podaljšanje stabilnosti. Poglavitni viri ostankov so proizvodnja in predelava sadja, zelenjave, mesa, sladkorja, mleka, pekovskih in slašičarskih izdelkov in alkoholnih ter brezalkoholnih pijač (Preglednica 36, Slika 22).

*Preglednica 36: Poglavitni viri ostankov v živilskopredelovalni industriji (povzeto po Russ, 2008; ...).*

Vrsta ostankov	Viri ostankov
Ostanki iz proizvodnje in predelave mesa, rib in ostalih živil živalskega izvora	klavnice, kafilerije, mesarstva, obrati za predelavo rib, obrati za predelavo jajc, obrati za predelavo živalskih maščob
Ostanki priprave in predelave sadja, zelenjave, žitaric, jedilnih olj, kakava, kave, čaja in tobaka, konzerviranja hrane	obrati za predelavo sadja in zelenjave, proizvajalci škroba, sladarne, mlini
Ostanki proizvodnje sladkorja	tovarne sladkorja
Ostanki predelave mleka	mlekarne, sirarne
Ostanki v pripravi pekovskih in slašičarskih izdelkov	pekarne, slašičarne, proizvajalci bombonov
Ostanki v proizvodnji alkoholnih in brezalkoholnih pijač	pivovarne, vinske kleti, proizvajalci likerjev, žganjarne, proizvajalci brezalkoholnih pijač in sadnih sokov



## Ovrednotenje in karakterizacija biomase



Slika 22: Primeri procesnih shem in ostankov proizvodnje v (a) proizvodnji trdega sira, (b) proizvodnji pršuta in (c) proizvodnji piva (Osojnik Črnivec in Marinšek Logar, 2007)



Glede na nadaljnjo rabo lahko isti ostanek postane stranski proizvod ali pa odpadek, s slednjim je povezana tudi obveznost evidentiranja načina nastanka in ravnanja z odpadki (več o tem v besedilu spodaj). V smislu biogospodarstva in krožnega gospodarstva pa so ostanki proizvodnje surovine za nadaljnje lastne ali druge proizvodne procese.

*Ostanki proizvodnje* so vse snovi, ki nastanejo pri proizvodnem procesu, katerega glavni namen ni proizvodnja teh snovi. Glede na nadaljnjo rabo lahko ostanki v živilskopredelovalni industriji postanejo stranski produkt ali pa odpadek.

- *Stranski produkti* so ostanki, ki se uporabijo v lastni proizvodnji, vračajo na lastne kmetijske površine kot gnojilo, ali pa prodajo ali oddajo drugam, na primer za krmo živalim. Skladno z Uredbo o odpadkih (Ur.l. RS, št. 37/15 in 69/15) se ostanki proizvodnje lahko štejejo za stranski proizvod, (i) če njihova nadaljnja uporaba dejansko poteka, (ii) če za to uporabo ni potrebna posebna nadaljnja obdelava (razen običajnih industrijskih postopkov), (iii) se uporabijo na način, ki ne vpliva škodljivo na okolje in človekovo zdravje.
- *Odpadki* so ostanki proizvodnje, ki jih zavržemo skladno z Uredbo o odpadkih (Ur.l. RS, št. 37/15 in 69/15) in Odločbo Komisije 2000/532/ES. Kot prednostni vrstni red pri ravnanju z odpadki se upošteva: (1) preprečevanje odpadkov, (2) priprava za ponovno uporabo, (3) recikliranje, (4) drugi postopki predelave (npr. energetska predelava) in (5) odstranjevanje. Ravnanje z odpadki je podrobno urejeno, kjer zakonodaja ureja in predpisuje evidentiranje načina nastanka in ravnanja z odpadki pri povzročitelju, prevoznikih odpadkov, zbiralcih odpadkov in izvajalcev obdelave odpadkov. Uredba se ne uporablja za nekatere snovi živilsko predelovalne industrije, kot na primer za določene živalske stranske proizvode.

Istovrstne snovi so tako glede na rabo lahko stranski proizvodi (kadar se uporabijo) in odpadki (kadar se zavržejo). V pravilno zasnovanem biogospodarstvu ki deluje po načelih krožnega gospodarstva je ključno, da postanejo ostanki proizvodnje surovina v nadaljnjih lastnih ali drugih proizvodnih procesih. Kot takšni postanejo torej na eni strani nepogrešljiv produkt prvotnega proizvodnega procesa, in na ta način ne ustrezajo več definiciji ostanka. Po drugi strani pa postanejo surovina za nadaljnje procese in tako ne ustrezajo več definiciji stranskega toka, še zlasti pa odpadka, saj te definicije tudi z vidika zakonodaje omejujejo smotrno rabo teh tokov v širšem proizvodnem smislu.

Sistematičen pregled nad vsemi ostanki živilskopredelovalne industrije v državi je pomemben, saj ti predstavljajo količinsko različne in raznovrstne tokove z velikim potencialom za biogospodarstvo. Na državni ravni letno beležimo količine nastalih, zbranih in predelanih odpadkov, zato je pregled nad temi količinami in vrstami odpadnih tokov živilskopredelovalne industrije razmeroma enostaven. Enotnega ažurnega pregleda uporabe stranskih tokov, v smislu količinskih, vrstnih pa tudi osnovnih kvalitativnih podatkov (klasifikacija), pa na državni ravni ni.



Pri pregledovanju podatkov o nastalih količinah stranskih tokov v živilski industriji gre za podobne razmere tudi na območju celotne Evropske Unije. Eden izmed ključnih ciljev Zelenega sporazuma nove Evropske komisije je prehranska strategija »Od kmetije do vilic«, znotraj katere je močna prioriteta na zmanjševanju količin odpadne hrane. Sočasno Direktiva (EU) 2018/851 spreminja definicijo odpadne hrane, kot vso hrano, ki je postala odpadek; hrana pa je definirana vključno z vsemi svojimi sestavnimi deli, ki so užitni in ki niso namenjeni zaužitju. V to definicijo so torej zajeti tudi stranski produkti. Kljub temu enotne evidence stranskih tokov v Evropski Uniji ni, tovrstni podatki so slabo razpoložljivi, vse trenutne prioritete pa se usmerjajo v popisovanje količin in ukrepe na področju odpadne hrane. V letu 2022 bodo države morale začeti z enovitim poročanjem o količinah odpadne hrane. Stranski produkti se v tej fazi z vidika problematike ravnanja z odpadki ne obravnavajo, ker je zagotovljena njihova uporaba, se pa v prihodnosti zaradi njihovih količin in zaradi potrebe po optimizaciji pričakuje, da se bo odprlo področje učinkovite uporabe stranskih produktov, za kar bo potrebna vzpostavitev enovitega Sistema spremljanja (Zambrzycki, 2020).

Zaradi zgoraj navedenega je možnost celovitega vpogleda v stranske tokove in odpadke slovenske živilskopredelovalne industrije močno omejena in presega okvir tega raziskovalnega projekta. V poročilu smo se morali omejiti na javno razpoložljive podatke, čemur smo dodali še podatke, pridobljene z neposrednim kontaktiranjem živilskopredelovalnih podjetij ter uporabe relevantne strokovne literature. Po dejavnostih tako prikazujemo celovit pregled količin nastalih odpadkov, ki so predmet evidentiranja in poročanja. V primeru stranskih tokov se omejujemo na količine izbranih stranskih tokov, ki so nam jih bila pripravljena sporočiti slovenska živilskopredelovalna podjetja.

### ***3.3.2 Vrste, količine in trenutna raba odpadnih in stranskih tokov biomase v proizvodnji živil in pijač***

Pregled začnemo s prikazom podatkov o količinah nastalih odpadkov, kjer prikazujemo relevantne podatke za živilskopredelovalni sektor za različne kumulativne kategorije iz podatkovnih baz SURS in ARSO (preglednici 37 in 38).



*Preglednica 37: Skupne količine živalskih in rastlinskih odpadkov (v tonah) za leta 2013–2018\**

<b>Vir odpadka</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Kmetijstvo in lov, gozdarstvo, ribištvo	52.081	74.852	44.373	52.443	46.526	52.156
Predelovalne dejavnosti	38.185	35.765	41.039	33.728	24.746	26.397
Oskrba z električno energijo, plinom in paro	2.153	174	434	132	210	1.942
Oskrba z vodo, ravnanje z odplakami in odpadki, saniranje okolja	2.884	3.528	1.195	2.791	1.129	805
Trgovina na debelo, trgovina na drobno	4.431	3.350	3.478	4.678	3.609	3.584
Gostinstvo	382	528	624	783	822	2.295
Strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti	2.586	3.595	14	31	240	300
Izobraževanje	131	155	152	4.817	310	530
Skupaj – vse dejavnosti	103.548	123.304	92.113	100.507	78.925	89.206

Vir podatkov: Statistični urad Republike Slovenije, 01.02.2020

\*Odpadki se uvrščajo med nenevarne odpadke. Prikazane so dejavnosti, ki v povprečju let prispevajo več kot 0,5 % skupne količine.



*Preglednica 38: Odpadki, nastali v proizvodnih in storitvenih dejavnostih iz kmetijstva, vrtnarstva, ribogojstva, gozdarstva, lova in ribištva ter proizvodnje hrane, kakor tudi izbrani povezani komunalni odpadki\* (v tonah) za leta 2013–2018.*

Vir odpadka	Št. odpadka	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Kmetijstvo, vrtnarstvo, ribogojstvo, gozdarstvo, lov in ribištvo	02 01	55.123	85.228	52.547	67.071	55.489	67.320
Priprava in predelava mesa, rib in drugih živil živalskega izvora	02 02	20.141	19.536	23.316	20.882	14.137	7.513
Priprava in predelava sadja, vrtnin, žitaric, jedilnih olj, kakva, kave, čaja in tobaka; konzerviranja; proizvodnje kvasa in kvasnega ekstrakta, priprave in fermentacije melase	02 03	1.483	2.037	1.665	4.082	2.591	2.507
Proizvodnja sladkorja	02 04	0	185	0	534	0	0
Proizvodnja mlečnih izdelkov	02 05	1.870	1.610	1.698	1.924	3.791	5.310
Pekarne in slaščičarne	02 06	1.392	1.557	1.825	2.562	1.715	2.063
Proizvodnja alkoholnih in brezalkoholnih pijač (razen kave, čaja in kakava)	02 07	1.689	2.801	2.583	2.127	1.823	4.126
Povezani komunalni odpadki	20 - izbrano	3.535	2.787	2.987	6.684	2.391	2.983
Skupaj		85.234	115.741	86.622	105.867	81.937	91.821

Vir podatkov: Agencija Republike Slovenije za okolje, 01.02.2020

\*Prikazana je skupna letna količina, vključno z zalogami

V obeh primerih (opisanih v preglednicah 37 in 38) je razvidno, da se kljub rasti živilskopredelovalnega sektorja v tem obdobju količina nastalih odpadkov zmanjšuje. Podobno kot pri drugih sektorjih gre verjetno za zmanjševanje količine na račun boljše rabe resursov in pa predvsem na račun alternativnih načinov uporabe ostankov. Glavnino odpadkov prispeva kmetijski sektor, tretjino (okrog 30.000 ton letno) pa živilskopredelovalna industrija, kjer je poglobitni vir odpadkov proizvodnja živil živalskega izvora (31 %), proizvodnja mlečnih izdelkov (22 %), proizvodnja alkoholnih in brezalkoholnih pijač (17 %), ter ostale dejavnosti ki vse prispevajo po okoli 10 %. Poglobitni načini obdelave teh odpadkov so v letu 2018 bili recikliranje (80 %, od teh 76 % predelava v bioplinarni), uporaba kot gorivo oziroma za pridobivanje energije (11 %, od teh 10 % za energetske predelavo), 7,7 % v tem letu je bilo izmenjave oziroma skladiščenje odpadkov za predelavo (ostali načini obdelave pod 1 %).



### 3.3.2.1 Meso in druga živila živalskega izvora

Ostanke, ki nastajajo v pripravi in predelavi mesa ter drugih živil živalskega izvora, uvrščamo med živalske stranske proizvode (ŽSP). Pri tem so količine in vrste ŽSP odvisne od posamezne vrste in tipa živali ter samega proizvoda. Že v klavnici lahko tako ŽSP znašajo vse od 10 (drobnica) pa do 90 (mlado govedo) ut. % končne mase proizvoda (Oreopoulou & Russ, 2007). Različni ostanki, ki nastajajo pri pripravi mesa in drugih živilih živalskega izvora, so:

- ŽSP pri zakolu goveda (40-55 ut. %) in prašičev ter perutnine (30-40 ut. %),
- ostanek pri proizvodnji sira (1-5 ut. % glede na maso končnega izdelka),
- izgube in ostanki pri proizvodnji mleka (< 5 ut. %),
- ostanki predelave (50-75 ut. %) in konzerviranja (30-65 ut. %) rib,
- ostanki predelave rakov in školjk (50-60 ut. %),
- ostanki predelave mehkužcev (20-50 ut. %),
- jajčne lupine pri porabi jajc (3-15 ut. %).

Živalski stranski proizvodi (ŽSP) so snovi živalskega izvora, ki niso oziroma se ne namenijo prehrani ljudi. ŽSP nastanejo ob zakolu ali poginu živali oziroma ob predelavi izdelkov živalskega izvora. Da se odstrani zdravstvena tveganja, je potrebno vse ŽSP predelati in jih tako narediti neškodljive za okolje, živali in ljudi (Uredba (ES) št. 1774/2002 Evropskega parlamenta in Sveta; Ur.l. R.S. št. 28/2004-1238; Ur.l. R.S. št. 134/2006-5586). Pod določenimi pogoji se ŽSP lahko ponovno uporabijo v industriji krmnih mešanic, goriva in gnojil. ŽSP ločimo v tri kategorije glede na raven tveganja za javno zdravje in zdravje živali.

ŽSP kategorije 1 so snovi, ki vsebujejo material s posebnim tveganjem, zato jih je potrebno predelati. Najpogosteje so to vsi deli živali, ki so okužene ali obstaja sum, da bi lahko bile okužene (Uredba (ES) 999/2001) oziroma vsebujejo nedovoljene snovi, ki delujejo kot nevarni onesnaževalci okolja (Direktiva 96/22/ES, Direktiva Sveta 96/23/ES). Med ŽSP kategorije 1 uvrščamo tudi vse dele družnih živali, živali iz živalskih vrtov in poskusne živali (Direktiva Sveta 86/609/EGS). Kot ŽSP 1 se obravnava tudi: (i) odpadne vode in ostale odpadne snovi iz predelovalnih obratov in drugih prostorov za odstranjevanje ŽSP kategorije 1, razen če ti tokovi ne vsebujejo rizičnih snovi in (ii) gostinske odpadke iz mednarodnega prometa. ŽSP kategorije 1 lahko predelujemo na naslednje načine:

- Z neposrednim sežigom.
- S predpisanimi načini toplotne obdelave, kateri sledi končni sežig ali sosežig.
- S predpisanimi načini toplotne obdelave, kateri v določenih primerih (Direktiva Sveta 1999/31/ES) sledi zakopavanje na odlagališču.
- Gostinske odpadke iz mednarodnega prometa je dovoljeno odstraniti z neposrednim zakopavanjem na odlagališču, če ni z regulativnim postopkom določeno drugače.



- ŽSP kategorije 1 ni dovoljeno uvažati ali izvažati, razen izjemoma v skladu z Uredbo (ES) št. 1774/2002 Evropskega parlamenta in Sveta in Uredbo (ES) št. 999/2001.

ŽSP kategorije 2 so prav tako snovi, ki lahko vsebujejo material s posebnim tveganjem. Te snovi zajemajo stranske živalske proizvode, kot so gnoj in prebavila prebavnega trakta, vse snovi živalskega izvora ki se zbirajo pri čiščenju odpadne vode in odpadkov predelave (iz klavnic, razen klavnic za ŽSP kategorije 1 in iz predelovalnih obratov za ŽSP kategorije 2), izdelki živalskega izvora ki vsebujejo presežne ostanke zdravil ali onesnažil (Direktiva 96/23/ES), dostavljeni izdelki živalskega izvora ki ne izpolnjujejo veterinarskih zahtev za uvoz in živali ki poginejo drugače kot z zakolom za prehrano ljudi. ŽSP kategorije 2 lahko predelujemo:

- Z neposrednim sežigom.
- S predpisanimi načini toplotne obdelave, kateri sledi končni sežig ali sosežig.
- Topljene maščobe: s predpisanimi načini toplotne obdelave, kateri sledi predelava v oleokemijskem obratu v derivate maščobe za uporabo v organskih gnojilih, sredstvih za izboljšanje tal, ali drugo tehnološko rabo.
- Pridobivanje beljakovin: s predpisanimi načini toplotne obdelave, kateri sledi pridobivanju beljakovin za uporabo v organskih gnojilih ali sredstvih za izboljšanje kislosti tal.
- S predpisanimi načini toplotne obdelave, kateri sledi pridobivanje bioplina, kompostiranje, ali pa zakopavanje na odlagališču (Direktiva Sveta 1999/31/ES). V primeru gnoja, vsebine prebavnega trakta, mleka in kolostruma je ob dovoljenju pristojega organa možno pridobivanje bioplina, kompostiranje ali vnos v tla brez predhodne toplotne obdelave.
- Snovi ribjega izvora, se lahko silira ali kompostira.
- Lovski trofeje: v odobrenem tehničnem obratu se lahko uporablja cele ali dele živali, zakatere ne obstaja sum, da so okužene z boleznimi, nalezljivimi za ljudi ali živali.
- ŽSP kategorije 2 ni dovoljeno dajati na trg ali izvažati, razen izjemoma v skladu z Uredbo (ES) št. 1774/2002 Evropskega parlamenta.

ŽSP kategorije 3 zajemajo snovi, ki so ustrezne za prehrano ljudi oziroma ne predstavljajo tveganj za živali in ljudi, vendar jih ne uporabljamo za prehrano iz tržnih razlogov ali vidika kakovosti. ŽSP kategorije 3 so na primer deli živali (kože, kopita, parklji, rogovi, ščetine prašičev, ptičje perje in kri); presežki izdelkov iz živilsko predelovalne industrije (jajca, mleko, ribe, ipd) in nekdanja živila živalskega izvora, ki niso več uporabna zaradi tržnih in proizvodnih razlogov ali napak pri pakiranju. V to kategorijo se prištevajo tudi razni sveži stranski tokovi agroživilske industrije in odpadki gostinskih dejavnosti (razen iz mednarodnega prometa). ŽSP kategorije 3 lahko predelujemo:

- Z neposrednim sežigom.
- S predpisanimi načini toplotne obdelave, kateri sledi končni sežig ali sosežig.



- Pridobivanje živalskih beljakovin in drugih predelanih proizvodov kot sestavin hrane za rejne živali ali hrano, prehranske pripomočke in tehnične proizvode za družne živali.
- Pridobivanje bioplina ali kompostiranje.
- Snovi ribjega izvora se lahko tudi silira ali kompostira.

Vse mešanice ŽSP se obravnava z najvišjo stopnjo rizičnosti, na primer mešanice ŽSP kategorije 1 in 2 ali 1 in 3 se obravnava kot ŽSP kategorije 1, mešanice ŽSP kategorije 2 in 3 se obravnava kot ŽSP kategorije 2, itd. Pri načinih nadaljnje uporabe ŽSP kategorije 1 in 2, ter v nekaterih primerih tudi ŽSP kategorije 3, ki ne vključujejo sežiga, je pridobljene snovi potrebno trajno označiti, če je tehnično izvedljivo z vonjem.

V Sloveniji nastane več kot 150 ton živalskih odpadkov dnevno. ŽSP kategorije 1 in 2 morajo povzročitelji oddati pooblaščenemu predelovalcu, ki ima dovoljenje za ravnanje s tovrstno surovino. V Sloveniji je to podjetje koncesionar, ki ima z državo Republiko Slovenijo sklenjeno koncesijsko pogodbo o izvajanju obvezne državne gospodarske javne službe ravnanja z živalskimi stranskimi proizvodi kategorije 1 in 2. Podjetje prav tako sprejema ŽSP kategorije 3. Iz odpadnih tokov so v letu 2015 tako zagotovili 4.198 ton kož, 2.798 ton lastne maščobe kategorije 3, 18.993 ton ŽSP kategorije 3 (Koto, 2015; Koto, 2018). V letu 2018 so v obrat sprejeli 41.268 ton ŽSP (Lavrič, 2020).

Na ravni EU predelamo 17 milijonov ton ŽSP, pri tem nastane 6 milijonov ton uporabnih snovi in 186 ton živalskih maščob, ki so primerne za prehrano.<sup>4</sup> Po informacijah podjetja koncesionarja za ravnanje z ŽSP<sup>5</sup> v Sloveniji poteka:

- Sežig ŽSP kategorije 1 in 2.
- Prevzem, obdelava in prodaja surovih govejih kož in telečjih kož različnih kategorij. Kože odkupujejo na evropskem in azijskem trgu za galanterijo, čevljarstvo, oblačilno, pohištveno in avtomobilsko industrijo.
- Predelava ŽSP kategorije 3 v surovine za hrano družnim živalim, industrijo gnojil, ter za tehnično, farmacevtsko in kozmetično industijo.
- Pridobivanje bioplina in predelava odpadkov iz naprav za čiščenje odpadnih voda za proizvodnjo električne in toplotne energije za lastne proizvodne potrebe.
- Proizvodnja živalskih maščob in maščobnih mešanic z različnimi tehnološkimi lastnostmi.
- Predelane živalske beljakovine (mesno-kostna moka kategorije 1 in predelane živalske beljakovine kategorije 3).

Mestno-kostna moka kategorije 1, ki se pridobiva s predelavo živalskih stranskih proizvodov kategorije 1, je primerna za sosežig. Namenjena je sežigalnicam odpadkov in

---

<sup>4</sup> Glej: <https://efpra.eu/what-is-rendering/>

<sup>5</sup> Glej: <http://www.koto.si/Produkti>



cementarnam. Predelane živalske beljakovine, ki se pridobivajo s predelavo živalskih stranskih proizvodov kategorije 3, se uporabljajo kot beljakovinska komponenta v proizvodnji hrane za hišne živali ter v proizvodnji gnojil.

Letne količine sprejema živalskih stranskih proizvodov in drugih odpadkov ter predelane količine ter količine končnih proizvedenih izdelkov so poslovna skrivnost podjetja.

Po Uredbi o odpadkih (Ur.l. R.S. št. 37/15 in 69/15), Uredbi o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in predelavi komposta ali digestata (Ur.l. R.S. št. 99/13, 56/15 in 56/18) in Odločbi 200/532/ES se v evidencah Agencije Republike Slovenije za okolje zbirajo sledeči podatki, povezani z ŽSP (Preglednica 39).

Odpadki iz kmetijstva, vrtnarstva, ribogojstva, gozdarstva, lova in ribištva, povezani z ŽSP (02 01 02 in 06) so bili v letu 2018 glavnini predelani v bioplinarni (85 %, od teh 82 % odpadna živalska tkiva), 15 % (glavnina 02 01 06) pa uporabljeni za energetska predelavo. Odpadki pri pripravi in predelavi mesa, rib in drugih živil živalskega izvora (02 02) so bili v letu 2018 v glavnini predelani v bioplinarni (81 %), 11 % uporabljeni za energetska predelavo, ali pa v 8 %, odstranjeni (koda ravnanja D13) in nepredelani.



*Preglednica 39: Odpadki živalskega izvora nastali v proizvodnih in storitvenih dejavnostih iz kmetijstva, vrtnarstva, ribogojstva, gozdarstva, lova in ribištva ter proizvodnje hrane\* (v tonah) za leta 2013–2018*

Vir odpadka	Št. odpadka	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Odpadna živalska tkiva <sup>1</sup>	02 01 02	4.048	5.268	2.320	5.731	606	323
Živalski iztrebki, urin in gnoj (vključno z onesnaženo slamo), ločeno zbrane odplake in obdelane izven kraja nastanka	02 01 06	50.042	75.816	47.593	59.931	53.868	65.703
Mulji, ki nastajajo pri pranju in čiščenju	02 02 01	617	37	58	1.207	1.451	1.429
Odpadna živalska tkiva <sup>2</sup>	02 02 02	12.188	11.634	15.385	13.997	4.720	1.291
Snovi, neprimerne za uporabo ali predelavo <sup>3</sup>	02 02 03	5.840	6.585	6.676	4.556	6.437	2.512
Mulji iz čistilnih naprav za odpadne vode na kraju nastanka	02 02 04	1.495	1.275	1.194	1.093	1.513	2.246
Odpadki, ki niso navedeni drugje	02 02 99	0	3	4	29	16	35
Skupaj		74.230	100.620	73.229	86.544	68.610	73.539

1 – Odpadki živalskega izvora, ki so uvrščeni med ŽSP kategorije 3, in gnoja ter ločena vsebina prebavnega trakta, ki se uvršča med ŽSP kategorije 2 (vir: 02 01 Kmetijstvo, vrtnarstvo, ribogojstvo, gozdarstvo, lov in ribištvo).

2 – Kože majhnih ali velikih živali, kopita, parklji, ščetine prašičev, perje, volna, dlaka in krzno, če so bile on živali, ki so bile zaklane v klavnici in ki so primerne za hrano, ali od živali brez kliničnih znakov bolezni, prenosljivih na druge živali ali ljudi (vir: 02 02: Odpadki pri pripravi in predelavi mesa, rib in drugih živil živalskega izvora).

\*Prikazana je skupna letna količina, vključno z zalogami

Vir podatkov: Agencija Republike Slovenije za okolje, 01.02.2020

### 3.3.2.2 Predelava sadja in zelenjave

Predelava sadja in zelenjave predstavlja velik in raznolik sektor živilskopredelovalne industrije. Dostopni podatki o proizvodnji in prodaji prikažejo dejavnosti, ki zapadejo pod to kategorijo (Preglednica 39).





*Preglednica 40: Proizvodnja industrijskih proizvodov v letu 2018 za sledeče kategorije po nomenklaturi industrijskih proizvodov 2008: 10.31 predelan in konzerviran krompir; 10.39 drugo predelano in konzervirano sadje in zelenjava; 10.41 olja in maščobe.*

Izdelek	Proizvodnja
Krompir, termično neobdelan ali obdelan s paro ali kuhanjem v vodi, zamrznjen [kg]	z
Krompir, tudi čips, pripravljen ali konzerviran drugače kot v kisu ali očetni kislini, nezamrznjen [kg]	z
Vrtnine in mešanice vrtnin, termično neobdelane ali obdelane s paro ali kuhanjem v vodi [razen krompirja], zamrznjene [kg]	z
Druge sušene vrtnine in mešanice vrtnin, cele, razrezane na kose, rezine, zdrobljene, mlete, vendar ne nadalje pripravljene [kg]	z
Fižol, konzerviran drugače kot v kisu ali očetni kislini, razen pripravljenih zelenjavnih jedi [kg]	z
Grah, konzerviran drugače kot v kisu ali očetni kislini, razen pripravljenih jedi iz vrtnin [kg]	z
Paradižnik, cel ali v kosih [razen paradižnika v kisu ali očetni kislini], konzerviran [kg]	z
Koncentriran paradižnikov pire in pasta [kg]	z
Konzervirani beluši [razen sušenih, zamrznjenih, konzerviranih v kisu ali očetni kislini] [kg]	z
Pripravljene ali konzervirane olive [razen sušenih, zamrznjenih, konzerviranih v kisu ali očetni kislini] [kg]	z
Pripravljena ali konzervirana sladka koruza [razen sušene, zamrznjene, konzervirane v kisu ali očetni kislini] [kg]	z
Druge vrtnine in mešanice vrtnin, d.n. [razen zamrznjenih vrtnin in mešanic vrtnin] [kg]	1.304.117
Vrtnine [razen krompirja], sadje, oreški in drugi užetni deli rastlin, pripravljene ali konzervirane v kisu ali očetni kislini [kg]	6.426.975
Marmelade, džemi, želeji, pireji, paste iz drugega sadja, pripravljene s toplotno obdelavo [razen homogeniziranih pripravkov] [kg]	z
Drugi orehi, praženi, soljeni ali drugače konzervirani ali pripravljene, tudi semena in mešanice orehov [kg]	z
Suho sadje [razen dateljnov, ananasa, avokada, guave, manga, mangostina, agrumov in grozdja], mešanice sušenih oreškov in/ali suhega sadja [kg]	z
Sadje, pripravljeno ali konzervirano, d. n. [razen müslija] [kg]	z
Surovo arašidno olje in njegove frakcije [razen kemično modificiranega] [kg]	z
Deviško oljčno olje in njegove frakcije [razen kemično modificiranega] [kg]	z
Olja, dobljena izključno iz oljk in njihove frakcije, surova [tudi mešana z deviškimi oljnim oljem, rafinirana] [razen deviškega oljčnega olja in kemično modificiranih olj] [kg]	z
Surovo olje iz sončničnih semen in semen žafranike ter njune frakcije [razen kemično modificiranega] [kg]	z
Surovo olje iz oljne repice, ogrščice, gorčice in njegove frakcije [razen kemično nemodificiranega] [kg]	z
Druga rastlinska olja, surova [razen kemično modificiranih olj] [kg]	3.976.820
Oljna pogača in drugi trdni ostanki, dobljeni pri ekstrakciji maščob ali olja iz sončničnih semen [kg]	z
Oljna pogača in drugi trdni ostanki, dobljeni pri ekstrakciji maščob ali olja iz semen oljne repice ali ogrščice [kg]	0
Oljna pogača in drugi trdni ostanki, dobljeni pri ekstrakciji drugih rastlinskih maščob ali olj [kg]	215.021
Sojino olje in njegove frakcije, rafinirano, kemično nemodificirano [kg]	z
Rafinirano olje zemeljskih oreškov in njegove frakcije, kemično nemodificirano [kg]	z
Rafinirano olje iz sončničnih semen in semen žafranike ter njihove frakcije, kemično nemodificirano [kg]	z
Rafinirano olje iz oljne repice, ogrščice ali gorčice in njegove frakcije, kemično nemodificirano [kg]	z
Druga olja in njihove frakcije, rafinirana, kemično nemodificirana, rastlinske masti in druga rastlinska olja in njihove frakcije, d.n., rafinirana, kemično nemodificirana [kg]	z
Rastlinske masti in olja ter njihove frakcije, deloma ali v celoti hidrogenirani, interesterificirani, reesterificirani ali elaidinizirani, rafinirani ali nerafinirani [kg]	z

z – zaupno (podatek ni javen zaradi majhnega števila podjetij na trgu)

Statistični urad Republike Slovenije, 01.02.2020



Primeri ostankov, ki nastajajo v teh dejavnostih, zajemajo:

- ostanke sortiranja sadja in zelenjave pri pobiranju (< 5 ut %)
- ostanke pri predelavi in konzerviranju sadja in zelenjave (5-30 ut. %),
- ostanke neužitnih in neustreznih rastlinskih delov (1-30 ut. %),
- ostanke olupkov, pulpe, semen in rastlin pri predelavi paradižnika (40 ut. %),
- ostanke pri proizvodnji rastlinskih olj (40-70 ut. %), pri oljčnem olju 50-100 ut. % (tropine, vegetacijske vode).

Poglavitni evidentirani odpadki, ki nastajajo pri predelavi sadja in zelenjave, so prikazani v preglednici 41. Nastali odpadki rastlinskega izvora (02 01 03) so bili v letu 2018 v celoti recikrirani, pretežno z uporabo kompostiranja ali drugih procesov biološkega preoblikovanja. Poglavitni način odpadkov v predelavi rastlinskih živil (02 03) je bil prav tako recikriranje (72 %, od teh 53 % predelava v bioplinarni, 16 % pa kompostiranje ali drugi procesi biološkega preoblikovanja), 5 % odpadkov je bilo uporabljeno za energetska predelavo, 22% odpadkov pa je bilo v izmenjavi oziroma v skladišču.

*Preglednica 41: Odpadki rastlinskega izvora (02 01 03) nastali v proizvodnih in storitvenih dejavnostih iz kmetijstva, vrtnarstva, ribogojstva, gozdarstva, lova in ribištva ter odpadki pri pripravi in predelavi sadja, vrtnin, žitaric, jedilnih olj, kakava, kave, čaja in tobaka; konzerviranja; proizvodnje kvasa in kvasnega ekstrakta, priprave in fermentacije melase (02 03)\* (v tonah) za leta 2013–2018.*

Vir odpadka	Št. odpadka	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Odpadna rastlinska tkiva	02 01 03	444	372	423	777	291	353
Mulji, ki nastajajo pri pranju in čiščenju, lupljenju, centrifugiranju in ločevanju	02 03 01	21	236	102	151	95	159
Odpadni konzervansi	02 03 02	0	5	0	0	0	0
Odpadki ekstrakcije s topili	02 03 03	15	0	0	87	0	0
Snovi, neprimerne za uporabo ali predelavo	02 03 04	1.283	1.614	1.428	3.526	2.159	2.158
Mulji iz čistilnih naprav za odpadne vode na kraju nastanka	02 03 05	163	182	132	204	242	90
Odpadki, ki niso navedeni drugje	02 03 99	0	0	3	114	95	100
Skupaj		1.926	2.409	2.088	4.859	2.882	2.859

Vir podatkov: Agencija Republike Slovenije za okolje, 01.02.2020

\*Prikazana je skupna letna količina, vključno z zalogami



### Proizvodnja rastlinskih olj

V Sloveniji proizvajamo deviško oljčno olje, oljčno olje, surovo olje sončničnih semen, oljne repice, ogrščice, gorčice ter druga rastlinska olja ter njihove frakcije. V procesu navadnega stiskanja pridobimo olje, oljno pogačo ali oljne tropine ter vegetacijske vode:

- trdni ostanki stiskanja (tropine/pogače), sončnična semena (30-40 ut. %), soja (7 ut. %), gorčica (18-20 ut. %), oljke (30 ut. %),
- vegetacijske vode (pri oljčnem olju, 50 %). pri ločevanju koščic, 20 % koščič (od tega 16 % ovoja in 6 % semen)

Iz zaključnega poročila CRP projekta »Možnosti uporabe ostankov proizvodnje v oljkarstvu« (ARRS št. V4-1621, 2016-2019, vodja: Butinar Bojan) je razvidno, da smo v Sloveniji v letu 2019 imeli 2.536 ha oljčnikov, v katerih se lahko po ocenah slabe ali dobre letine pridelala od 1.944 do 6.649 ton oljk. Takšen pridelek pri uporabi 3-faznih dekanterjev omogoča proizvodnjo 300-950 ton olja in nastajanje 1300-4500 m<sup>3</sup> (okoli 800-3000 ton suhih tropin) tropin ter 2000-7000 m<sup>3</sup> odpadne vode (dejansko nastaja zaradi različnih načinov pridobivanja oljčnega olja 200-700 m<sup>3</sup> odpadne vode). V slovenski Istri se pretežno uporablja tehnologija kontinuirane predelave z uporabo 2-faznih dekanterjev (Podgornik, 2019).

#### *3.3.2.3 Predelava mleka*

Po podatkih Statističnega urada Slovenije je bila v letu 2018 proizvodnja mleka in smetane v Sloveniji 14.929 ton, proizvodnja skute, sira in drugih nearomatiziranih fermentiranih mlečnih proizvodov 54.734 ton, proizvodnja sirotke kot izdelka pa 407 ton. Poglavitni stranski tokovi pri predelavi mleka v različne mlečne izdelke so odpadne vode, pri katerih v zadnjih letih tehnologija omogoča vse bolj učinkovito pridobivanje in izkoriščanje vsebujočih suspendiranih snovi. Količine ostankov pri proizvodnji mleka, masla ali smetane so izredno majhne, pri proizvodnji jogurta okrog 5 %, medtem ko lahko pri proizvodnji sira zaradi znatnega zmanjšanja volumna stranski tokovi in odpadki predstavljajo tudi 90 % celotne mase. Na primer, pri proizvodnji sira Tolminca nastane okrog 8.5 do 10 kg sirotke na 1 kg sira (Čanžek Majhenič in sod., 2008). Glavni stranski tokovi tako lahko zajemajo:

- sirotko (4-10 x večjo količino glede na maso končnega izdelka – specifični indeks),
- ostanek pri proizvodnji sira (1-5 ut. % glede na maso končnega izdelka),
- izgube in ostanki pri proizvodnji mleka (< 5 ut. %).

S temi ocenami se ujemajo tudi podatki, pridobljeni iz slovenskih mlekarn, kjer skupna letna proizvodnja 4000 ton sira ustreza 10 % mase vhodne surovine (mleka). V preglednici 42 prikazujemo kumulativne podatke.



*Preglednica 42: Dostopni podatki o proizvodnji in oddanih ostankih v mlečni industriji pri proizvodnji sira za leto 2018.*

Vhodno mleko (tone)	Količina sira (tone)	Oddana sirotka (%)	Blato (%)	Neustrezni izdelki (%)
33.900	3.700	7,5	1,0	1,4

Vir podatkov: sporočeni podatki proizvajalcev za leto 2018.

Tako v količinskem smislu, kot tudi v smislu biogospodarskega potenciala, je najpomembnejši stranski tok pri predelavi mleka sirotka. Poglavitna količina nastale sirotke iz sporočenih podatkov se odda v bioplinarne ali javne čistilne naprave in se kot taka beleži v registru nastalih odpadkov. Manj kot 5 % od te celotne količine pa predstavlja stranski tok, kjer mlekarne sirotko oddajo za živalsko krmo. Podatki posameznih večjih mlekarn v Sloveniji nakazujejo, da se je količina sirotke v obdobju 2016–2019 izjemno hitro povečevala (50 % letna stopnja rasti), kar za mlekarne predstavlja vedno relevantnejši tehnološki izziv in – glede na dejstvo, da del odpadne sirotke konča v čistilnih napravah, tudi (privatni in družbeni) strošek. Iz razgovorov s predstavniki podjetij v panogi predelave mleka je razbrati, da podjetja s trenutnim načinom ravnanja z odpadno sirotko niso zadovoljna in aktivno pristopajo k iskanju stroškovno učinkovitejših pristopov valorizacije sirotke.

Kar se tiče preostalih stranskih tokov in odpadkov mlekarske industrije, se le-ti beležijo delno pod klasifikacijsko številko 02 05 (odpadki, nastali pri proizvodnji mlečnih izdelkov), delno pa tudi 20 02 (biorazgradljivi odpadki – zaradi širokega področja in vira odpadkov niso zajeti v našem poročilu) in 16 03 ter 20 01 (organski odpadki – zaradi širokega področja in vira odpadkov niso zajeti v našem poročilu), kar nakazuje da je evidenca nastalih podatkov kompleksna in da je za poznavanje posameznih tokov pomembno izhajati iz količin, ki nastajajo na mestu proizvodnje ter da iz posameznih širokih kategorij odpadkov ni mogoče enovito sklepati na njihov izvor in vrsto.

Poglavitni evidentirani odpadki, ki nastajajo pri proizvodnji mlečnih izdelkov so snovi, neprimerne za nadaljnjo uporabo ali predelavo v dejavnosti, blato čistilnih naprav dejavnosti in drugi tovrstni odpadki – 02 05 99 – kamor je uvrščena predvsem odpadna sirotka (Preglednica 43). Skladno z ugotovljenimi podatki s terena je tudi v registru za leto 2018 razvidno, da so bili odpadki v glavnini predelani v bioplinarni (86 %, od teh 73 % odpadna sirotka v celoti). Nadalje so bili uporabljeni kot gorivo oziroma za pridobivanje energije (5 %), 8 % v tem letu je bilo izmenjave oziroma skladiščenje odpadkov za predelavo (ostali načini obdelave pod 1 %).



*Preglednica 43: Odpadki, nastali pri proizvodnji mlečnih izdelkov (v tonah) za leta 2013–2018.*

Vir odpadka	Št. odpadka	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Snovi, neprimerne za uporabo ali predelavo	02 05 01	628	566	688	1.211	1.295	1.737
Mulji iz čistilnih naprav za odpadne vode na kraju nastanka	02 05 02	1.141	1.044	1.009	713	1.184	1.230
Odpadki, ki niso navedeni drugje	02 05 99	101	0	0	0	1.312	2.343
Odpadki pri proizv. mlečnih izd.	02 05	1.870	1.610	1.698	1.924	3.791	5.310

Vir podatkov: Agencija Republike Slovenije za okolje, 01.02.2020

#### 3.3.2.4 Mlevska industrija, pekarstvo in slašičarstvo

Glavne vrste žit, ki se uporabljajo za prehrana, so pšenica, (riž), kuzuza, ječmen, proso, oves, sirek in rž. V zadnjem času postajajo tržno zanimiva tradicionalna žita, kot so pira, ajda, amarant, brezglutenska moka ter semena drugih kulturnih rastlin za pridelavo proteinske moke (na primer, soja in grah). Stranski tokovi, ki pri nastajajo pri proizvodnji moke in v pekarstvu, so:

- otrobi (10-20 ut. % glede na maso končnega izdelka – specifični indeks),
- zrob (5-10 %),
- izločena zrna, semena, lupine, luščine (< 1 %),
- fini prah, pleve, slama (< 1 %),
- frakcija separatorja semen (1–4 %),
- pekovski odpadki in odpadno testo (~ 1 ‰),
- jajčne lupine (2-8 %).

Nadalje se pri proizvodnji škroba iz pšenice ali kuzuze ocenjuje 40-50 % mase vhodnih predstavljajo stranski tokovi.

Po podatkih GZS ZKŽP je proizvodnja moke v Sloveniji v letu 2018 znašala 126.180 ton. Po podatkih statističnega urada Slovenije smo tega leta proizvedli 79.607 ton kruha in krušnega peciva, 6.420 ton testenin z jajci. Pri presejavanju, mletju in drugi obdelavi pšenice je nastalo 24.460 ton otrobov.

Uveljavljeni načini uporabe stranskih proizvodov vključujejo prehrano za ljudi in živali, in oddajo pooblaščenemu prevzemniku odpadkov.

Poglavitni evidentirani odpadki, ki nastajajo v pekarnah in slašičarnah, so odpadno testo in podobne vrste pekovskih odpadkov, ki so neprimerne za nadaljnjo uporabo ali predelavo v dejavnosti (Preglednica 45). V letu 2018 so se ti odpadki (št. 02 06 01 in 02 06 03) v celoti uporabili v bioplinarnah.

*Preglednica 44: Odpadki, nastali v pekarnah in slaščičarnah (v tonah) za leta 2013–2018.*

Vir odpadka	Št. odpadka	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Snovi, neprimerne za uporabo ali predelavo	02 06 01	1.392	1.492	1.791	2.533	1.690	2.042
Mulji iz čistilnih naprav za odpadne vode na kraju nastanka	02 06 03	0	64	33	29	23	21
Odpadki, ki niso navedeni drugje	02 06 99	0	1	1	0	1	0
Odpadki iz pekarn in slaščičarn	02 06	1.392	1.557	1.825	2.562	1.715	2.063

Vir podatkov: Agencija Republike Slovenije za okolje, 01.02.2020

### 3.3.2.5 Proizvodnja brezalkoholnih in alkoholnih pijač

#### Jabolčni sok

V Sloveniji proizvajamo različne sadne in zelenjavne sokove (jabolčni, pomarančni, drugi citrusi, ananasov, drugi sadni in zelenjavni sokovi, mešanice sadnih in zelenjavnih sokov) od katerih je za pregled dejavnosti kar najbolj primeren jabolčni sok (v letu 2018 proizvodnja 71.744 hl). Pri sočenju sadja in zelenjave nastajajo različne količine ostankov (semena, lupine, omeseneli del), na primer:

- jabolka, 25-35 ut. %
- citrusi, okrog 50 ut. %,
- paradižnik, 3-7 ut. %,
- korenje, 30-40 ut. %
- rdeča pesa, 15-3 ut. %.

S temi ocenami se ujemajo tudi podatki, pridobljeni iz slovenskih podejtij, v katerih so v letu 2018 skupno proizvedli okrog 10 % vsega jabolčnega soka v državi. V preglednici 46 prikazujemo kumulativne podatke.

*Preglednica 45: Dostopni podatki o proizvodnji in nastalih ostankih pri proizvodnji jabolčnega soka za leto 2018.*

Količina soka (hL)	Jabolčne tropine (tone)	Jabolčne tropine Delež (% m/V)
6.700	300	30,9

Vir podatkov: sporočeni podatki proizvajalcev za leto 2018.

Podjetja navajajo, da pri proizvodnji jabolčnega soka nastaja samo ena vrsta ostanka – jabolčne tropine. Stranski proizvod oddaj oza karmo živali, divjadi, ali pa jih shranijo in koristno uporabijo v lastnem proizvodnem procesu (npr. za proizvodnjo kisa).



### Pivovarstvo

V Sloveniji smo v letu 2018 skupaj z izvoženo količino proizvedli 2.303.000 hl piva, pri čemer je velikost slovenskega trga znašala 1.653.000 hl. V pivovarstvu nastajajo sledeči ostanki:

- pивske tropine (20 ut. % mase končnega proizvoda),
- vroča usedlina (2 ut. %),
- odvečni kvas (2 ut. %),
- odpadna filtracijska diatomejska zemlja s filtratom (0,5 %).

Slovenske pivovarne, ki so nam posredovale podatke, so v letu 2018 ustvarile sledeče ostanke:

- Pivske tropine (stranski proizvod): 35.000 ton.
- Odvečni kvas (stranski proizvod): 5.000 ton.
- Diatomejska zemlja (klasificirana kot odpadek): 700 ton.

Količina proizvednega piva je poslovna skrivnost podjetij. Pivske tropine in kvas se uporabljajo kot dodatek živalski krmi, kvas pa tudi kot substrat v proizvodnji bioplina.

### Proizvodnja vina in drugih alkoholnih pijač

V Sloveniji proizvajamo različna vina, ki jih lahko razvrstimo v sledeče kategorije (Preglednica 46, podatki za peneča vina niso dostopni).

*Preglednica 46: Proizvodnja vina v letu 2018 (v hL).*

<b>Vino</b>	<b>Količina (hL)</b>
Belo vino z zaščiteno označbo porekla [ZOP]	175.283
Kakovostno vino in grozdni mošt z zaščiteno označbo porekla, pri katerih je bilo vrenje preprečeno ali ustavljeno z dodatkom alkohola, z vsebnostjo alkohola do 15 vol. %	63.686
Vino in grozdni mošt, pri katerih je bilo vrenje preprečeno ali ustavljeno z dodatkom alkohola, z vsebnostjo alkohola do 15 vol. %	3.978
Vino in grozdni mošt z zaščiteno označbo porekla [razen penečega vina], pri katerih je bilo vrenje preprečeno ali ustavljeno z dodatkom alkohola, z vsebnostjo alkohola ? 15 % [razen penečega vina]	238.969
Skupaj	481.916

Statistični urad Republike Slovenije, 01.02.2020

Poglavitni ostanki ki nastajajo v proizvodnji vina, so:

- pecljevina (2-8 ut. %)
- grozdne tropine (10-20 ut. %),
- usedlina pri bistrenju vina (1,5-5 ut. %),
- kvasna usedlina (3-4,5 ut. %)





### Odpadki v proizvodnji pijač

Evidentirani odpadki, ki nastajajo v proizvodnji brezalkoholnih in alkoholnih pijač, so navedeni v preglednici 47). V letu 2018 so se ti odpadki večinoma reciklirali (95 %, od tega 85 % predelava v bioplinarnah), 5 % odpadkov se je izmenjalo oziroma skladiščilo.

*Preglednica 47: Odpadki, nastali v proizvodnji brezalkoholnih in alkoholnih pijač (v tonah) za leta 2013–2018*

Vir odpadka	Št. odpadka	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Odpadki, ki nastanejo pri pranju, čiščenju in mehanskem drobljenju surovin	02 07 01	1.342	1.609	1.743	598	851	889
Odpadki pri destilaciji žganih pijač	02 07 02	0	906	294	1.195	648	1.384
Snovi, neprimerne za uporabo ali predelavo	02 07 04	159	230	519	334	324	1.853
Mulji iz čistilnih naprav za odpadne vode na kraju nastanka	02 07 05	188	57	28	0	0	0
Odpadki pri proizvodnji alkoholnih in brezalkoholnih pijač (razen kave, čaja in kakava)	02 07	1.689	2.801	2.583	2.127	1.823	4.126

Vir podatkov: Agencija Republike Slovenije za okolje, 01.02.2020

### **3.3.3 Vrste, količine in trenutna raba tokov zavrjene in zavržene hrane**

Evropski Akcijski načrt krožnega gospodarstva, ki je eden od temeljev Evropskega zelenega dogovora, Evropski komisiji nalaga, da pripravi metodologijo za beleženje odpadne hrane, ki bo omogočila:

- doseganje Cilja trajnostnega razvoja 12.6 (nastajanje odpadne hrane),
- vključevanje akterjev iz celotne agroživilske verige vrednosti,
- podporo nacionalnim ukrepom za odpravljanje odpadne hrane na osnovi kvalitetne baze podatkov, inovacij in primerov dobrih praks.

Evropska Unija ocenjuje da 70 % vse odpadne hrane nastaja na ravni končne potrošnje. Zato EU vlaga veliko napora v rešitev tokov izgubljene in zavržene hrane. Nastajanje velike količine živil, ki jih ne zaužijemo ima pomembne socialne, okoljske in gospodarske posledice. Aktivnosti, ki potekajo na tem področju so ažurno prikazane na spletni strani politik Evropskega sveta in Sveta Evropske unije – Izgubljena in zavržena hrana (<https://www.consilium.europa.eu/sl/policies/food-losses-waste/>) in razdelku Food Waste na spletni strani Evropske komisije ([https://ec.europa.eu/food/safety/food\\_waste\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste_en)). Pomembne časovne iztočnice v tem kontekstu so:



- v letu 2016: vzpostavitev Platforme EU o izgubljeni in zavrženi hrani
- v letu 2017: Smernice EU o doniranju hrane (Obvestilo EC 2017/C 361/01)
- v letu 2018: EU smernice za uporabo živil v krmi (Obvestilo EC 2018/C 133/02)
- v letu 2019: Metodologija zbiranja podatkov odpadne hrane (Del. sklep EC 2019/1597).
- v letu 2020: Pričetek zbiranja podatkov o odpadni hrani s strani članic EU.
- v letu 2022: Začetek enovitega poročanja o nacionalnih količinah članic EU.

Direktiva (EU) 2018/851 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2018 o spremembi Direktive 2008/98/ES o odpadkih (Besedilo velja za EGP) (UL L 150, 30.5.2018, str. 109) uvaja novo definicijo odpadne hrane, ki poenostavlja možnosti njene nadaljnje rabe. Direktiva uvaja prioritetni način uporabe odpadne hrane:

1. Minimiranje nastanka odpadne hrane
2. Uporaba odpadne hrane za prehrano ljudi.
3. Uporaba odpadne hrane za prehrano živali.
4. Uporaba odpadne hrane, ki ni povezana s prehrano.

V sklopu prve prioritete morajo države pripraviti načrte zmanjševanja količin odpadne hrane, v sklopu prioritete 2., 3. in 4. pa se spodbuja darovanje hrane in drugi ukrepi (na primer, razširitev seznama živil, pri katerih oznaka »uporabno do« ni potrebna) za uporabo v prehrani ljudi, živali in ne-prehranske namene.

Statistični urad republike Slovenije beleži podatke o nastajanju količin odpadne hrane od leta 2013 (Preglednica 47). Tudi iz teh podatkov je razvidno, da so posamezna gospodinjstva pomemben del odpadne hrane, saj v njih nastane polovica (v povprečju 51 %) teh odpadkov. Drugi pomembni tok je gostinstvo in strežba hrane (v povprečju 32 %). Proizvodnja hrane in promet s prehrano pa vsak prispevata okoli 10 % odpadne hrane. V letu 2018 se je 47 % odpadne hrane predelalo v bioplinarnah, 29 % v kompostarnah, 21 % z biološko stabilizacijo v okviru mehansko biološke obdelave (postopek podoben kompostiranju), 2% pa se je uporabilo za druge oblike ravnanja. Od leta 2013 se je način predelava hrane v bioplinarnah za 2 % / leto povečeval do leta 2018 na račun zmanjšanja drugih načinov ravnanja. Količina odpadne hrane v letu 2018 1,5 krat presega količine poročenih odpadkov, nastalih v proizvodnih in storitvenih dejavnostih iz kmetijstva, vrtnarstva, ribogojstva, gozdarstva, lova in ribištva ter proizvodnje hrane, ter petkrat presega količine poročenih odpadkov proizvodnje hrane.

*Preglednica 48: Nastajanje odpadne hrane (v tonah) za leta 2013–2018.*

Dejavnost nastanka odpadne hrane	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Proizvodnja hrane	7.950	9.516	10.001	10.726	10.485	10.839
Distribucija in trgovina z živili	9.165	9.478	12.933	14.492	13.115	13.763
Gostinstvo in strežba hrane	38.313	41.348	44.824	43.899	40.568	42.071
Gospodinjstvo	63.023	64.761	66.141	68.521	67.594	73.182
Skupaj	118.450	125.102	133.898	137.638	131.761	139.856

Vir podatkov: Statistični urad Republike Slovenije, 01.02.2020

Evidentirani komunalni odpadki, ki so relevantni za proizvodnjo hrane, kakor tudi za odpadno hrano, kjer je iz kumulativnega podatka mogoče sklepati na razmeroma enovit odpadni tok, sta odpadka 20 01 25 (komunalni odpadki/ ločeno zbrane frakcije/ jedilna olja in maščobe) in 20 03 02 (drugi komunalni odpadki/ odpadki iz živilskih trgov) (Preglednica 50). V letu 2018 so se odpadna jedilna olja in maščobe v glavnini ponovno uporabili z rafiniranjem ali drugim načinom ponovne uporabe (84 %), v 13 % predelala na bioplinarni, v 2 % pa odstranila s sežigom. Odpadki iz živilskih trgov so bili v celoti predelani na bioplinarnah.

*Preglednica 49: Povezani komunalni odpadki (v tonah) za leta 2013–2018.*

Vir odpadka	Št. odpadka	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Komunalni odpadki/ Ločeno zbrane frakcije/ Jedilna olja in maščobe	20 01 25	1.417	1.089	1.262	6.249	2.150	2.981
Drugi komunalni odpadki/ Odpadki iz živilskih trgov	20 03 02	2.118	1.698	1.724	435	241	2

Vir podatkov: Agencija Republike Slovenije za okolje, 01.02.2020

### **3.3.4 Izkoriščenost potencialov ostankov v proizvodnji in potrošnji živil**

Pregledani odpadni tokovi tokovi povezani z proizvodnjo živil nakazujejo, da glavnino odpadkov prispeva kmetijski sektor (povprečno 60.000 ton/leto), dodatno tretjino pa še predelava živil (povprečno 30.000 ton/leto). Zavržena hrana k temu prav tako predstavlja znaten vir odpadkov (povprečno 130.000 ton/leto).

Poglavitni način predelave tovrstnih odpadkov je predelava na bioplinarnah (50-100 %, za večino tokov med 70-90%), izjema so odpadna jedilna olja kjer je poglavitni način predelave rafiniranje oziroma drugi načini ponovne uporabe in stranski živalski proizvodi, ki se odstranjujejo glede na pripadajočo kategorijo. Natančnejše podatke o načinu predelave oziroma odstranjevanju odpadkov navajamo v predhodnih poglavjih pri posamezni vrsti dejavnosti. Nadalje je po podatkih GZS-ZKŽP količina prevzetih



substratov na bioplinarnah v letu 2018 znašala 63.142 ton organskih odpadkov, 82.671 ton hlevskega gnoja in 54.085 energetskih rastlin.

Visok delež predelave v bioplinarnah kaže na dober in učinkovit način končnega ravnanja z navedenimi biološko razgradljivimi odpadki. Glede na raznovrstnost odpadnih tokov, zlasti odpadkov predelave živil, so neizkoriščeni potenciali v izkoriščevanju snovi z dodano vrednostjo pred njihovo končno rabo za energetske namene. V nekaterih primerih (na primer: pridobivanje bioaktivnih komponent, pridobivanje vlaknin) ti predhodni postopki izkoriščanja tarčnih snovi ne spremenijo, ali celo izboljšajo primernost osnovnega substrata za nadaljnjo (končno) uporabo v bioplinarni. Nadalje obstoječa pravila ravnanja z odpadki in zahteve po načinu zbiranja odpadkov v živilskih obratih omogočajo povzročitelju odpadkov relativno nespremenjeno oziroma nezahtevno prilagoditev postopkov zbiranja in oddaje teh tokov za nekonvencionalne namene predelave in uporabe ostankov proizvodnje.

Pri uporabi zavržene hrane je zaradi visoke hranilne vrednosti, etičnih aspektov, pa tudi zaradi visokega energetskega in razvojnega vložka v pripravo končnega živila, potrebno upoštevati prioritete načine uporabe v smeri: minimiranja količin zavržene hrane → uporabe zavržene hrane za prehrano ljudi → uporabe zavržene hrane za prehrano živali → uporabo zavržene hrane, ki ni povezana s prehrano. Iz vidika biogospodarstva v ta namen odpadno hrano, ki je ni mogoče nepsredno uporabiti v prehrani, še vedno predelamo na način, ki omogoča pridobivanje snovi z dodano ali funkcionalno vrednostjo. Te snovi lahko prav tako uporabimo v prehrani ljudi ali živali. Pri tokovih zavržene hrane, ki niso primerni za prehrano ljudi ali živali, pa je iz tehnološkega vidika potrebno upoštevati še, da njihovo uporabo omejuje kratka ali oporečna stabilnost (potreba po higienizaciji ali dodatni stabilizaciji) in visoka heterogenost (potencialno uporabno za frakcionacijo/ pridobivanje glavninskih komponent, ni primerno za pridobivanje specifičnih snovi).

Ocene izkoriščenosti potencialov ostankov proizvodnje, ki se uvrščajo med stranske proizvode, zaradi praktično neobstoječega pregleda količin stranskih tokov, ni mogoče podati. Podatki, ki smo jih uspeli pridobiti v okviru naše raziskave jasno orisujejo, da količine stranskih tokov, ki se ne zavržejo, pomembno prispevajo k celotni količino biomase ostankov proizvodnje. Čeprav so odpadni tokovi tisti, ki dejansko v vsakem trenutku v celoti na voljo za uporabo v biogospodarstvu, menimo, da je za učinkovite nacionalne ukrepe strateško potreben ažuren celovit pregled nad stranskimi tokovi in vrsto njihove uporabe. Pri snovanju tovrstne metodologije je potrebno usklajevanje z vsemi akterji, pri čemer je nujna aktivna in široka aktivna zastopanost industrije. Nadalje smo pri neposrednem pridobivanju podatkov o stranskih proizvodih s strani industrije prejeli različne povratne informacije, ki nakazujejo na potencialne vrzeli za biogospodarstvo in ki jih bodoče lahko upoštevamo pri načinu izvajanja ukrepov za izboljšanje dostopnosti in rabe tovrstnih virov:



- Podatki o količinah in sestavi stranskih tokov (ponekod pa tudi podaki o količinah samih glavnih proizvodov) so neredko obravnavani kot poslovna skrivnost, saj lahko iz njih sklepamo na tehnologijo proizvodnje.
- Izkušnje z izvajanjem zakonodaje s področja ravnanja z odpadki, kjer je raba nekaterih tokov pri pridobitvi številke odpadka otežena, postopki za prenehanje statusa odpadka pa dolgotrajni, vodijo v skrb, da bi pri eventualnem oblikovanju evidenc stranskih proizvodov na podoben način močno omejila njihovo nadaljnjo rabo in na ta način močno zmanjšala fleksibilnost proizvodnje.

Pri morebitnem pregledu stanja in načrtovanju vzpostavitve evidenc celovitih tokov ostankov proizvodnje na ravni države, s katerimi bi lahko zagotavljali relevantne ukrepe za učinkovito rabo ostankov proizvodnje v biogospodarstvu in krožnem gospodarstvu, bi bilo zato potrebno zagotoviti kumulativen pregled (podatki o količinah, sestavi stranskih tokov), iz katerega ne bi bilo mogoče pridobiti podatkov o posamezni proizvodni liniji (obstoječa praksa pri objavi ravnanja z drugimi statističnimi podatki). Hkrati bi bilo treba omogočiti neposredno komunikacijo med proizvajalci stranskih proizvodov (podatki o vrstah stranskih tokov) ter zainteresiranimi uporabniki teh tokov. Prav tako bi bilo potrebno način zbiranja podatkov o stranskih tokovih zasnovati v tesnem stiku z industrijo, da se zagotovi njihova enostavna in ažurna pretočnost.

Kljub dejstvu, da pričujoča raziskava omogoča samo delen pregled nad količinami in vrstami stranskih tokov, lahko rečemo, da zbrani podatki o strukturi in količini odpadnih tokov zajemajo relativno reprezentativen vzorec vseh ostankov, nastalih v procesu proizvodnje živil. Poleg načinov ravnanja, ki so opisani že v kontekstu ravnanja z odpadki v proizvodnji in potrošnji živil, vključujejo tipični načini uporabe ostankov v živilskopredelovalni industriji še (i) uporabo v lastni proizvodnji, (ii) vračanje na kmetijske površine (v primeru lastne proizvodnje živil na mestu pridelave surovin) in (iii) uporabo za prehrano živali.

#### *3.3.4.1 Potencialno zanimivi odpadki živilskopredelovalne industrije in možni načini rabe*

##### Zakol in predelava mesa (31 % količine odpadkov)

Obstoječi načini uporabe živalskih stranskih proizvodov kažejo na relativno širok nabor različnih produktov z dodano vrednostjo (pridobivanje proteinov in maščob za surovine za hrano za domače živali, kemijsko, farmacevtsko in kozmetično industrijo itd.). Poznani postopki omogočajo nadaljnje predelave ŽSP:

- encimska presnova za proizvodnjo bioaktivnih peptidov (na primer, z uporabo komercialnih proteaz),
- pridobivanje encimov (proteaze in peptidaze),
- pridobivanje heparina,
- pridobivanje antioksidantov.



Možne izboljšave na področju predelave ŽSP bi lahko morali voditi v okrepitev proizvodnih možnosti in kakovosti končnih izdelkov, kakor tudi v nove načine transformacije/ frakcionacije (encimska predelava in fermentacija).

#### Proizvodnja mlečnih izdelkov (22 % količine odpadkov)

Sirootka je poglavitni odpadki mlečne industrije, ki nastaja v znatnih količinah in je obenem relativno homogen za posamezen proizvodni proces. Sirotka ima številne potencialne nadaljnje rabe. Uporabimo jo lahko na mestu nastanka za pripravo pijač in sirov na osnovi albuminske skute. Predelamo jo lahko v sledeče produkte z dodano vrednostjo:

Pridobivanje posameznih frakcij:

- laktoza (za prehrano ali za uporabo v farmaciji),
- proteini (na primer laktoferin, imunoglobulini, alfa albumin, beta globulini),
- bioaktivni peptidi pridobljeni z izolacijo in hidrolizo proteinov.

Biotehnološki postopki:

- proizvodnja alkoholov, polisaharidov (za želiranje, emulgiranje, oblikovanje suspenzij, kapsuliranje, priravo tankih slojev ipd.), organskih kislin (citronska kislina, mlečna kislina in sinteza polilaktične kisline - PLA), biosurfaktantov, biološko aktivnih komponent (vitamin B<sub>12</sub>) in encimov (beta galaktozidaza za hidrolizo laktoze v glukozo in galaktozo za produkte brez laktoze in za večjo sladkost živil),
- uporaba kot sestavina za mikrobnna gojišča ali kot surovina za proizvodnjo mikrobnne biomase (na primer, za nadomestek mesa).

Kot je razvidno iz primerjave trenutnih načinov ravnanja<sup>6</sup> (energetska raba, krma, pa tudi neposredna oddaja v javne čistilne naprave) z možnimi načini dodajanja vrednosti stranskim virom in odpadkom v predelavi mleka, obstajajo na tem področju neizkoriščene rezerve. Le-te bi morale voditi v postopke predelave, ki vodijo k stroškovno učinkoviti proizvodnji produktom z višjo dodano / višjo funkcionalno vrednostjo.

#### Proizvodnja alkoholnih in brezalkoholnih pijač (17 % količine odpadkov)

Pivske tropine so poglavitni ostanek proizvodnje piva. Pivske tropine so na voljo preko vsega leta, v večjih pivovarnah čez leto ohranjajo tudi svojo sestavo. Tradicionalno se pivske tropine oddajajo za dokrmeljevanje živali, čeprav imajo velik potencial za širok nabor nadaljnjih produktov:

---

<sup>6</sup> Glej poglavje 4.3.2.



- dodajanje v živila (kosmiči, kruh, piškoti, prigrizki) v obliki moke z visoko vsebnostjo beljakovin,
- uporaba kot sestavina za mikrobnna gojišča ali kot substrat za gojenje gob z ustreznim razmerjem polisaharidov, proteinov in mineralov in vode, ter za to ustrezno velikostjo delcev,
- substrat za proizvodnjo encimov (ksilanaze, proteaze, alfa-amilaze, ...), organskih kislin (mlečna kislina) in ksilitola,
- dodatek optimizacijo varjenja piva kot: (i) ekstrakt pivskih tropin za preprečevanje penjenja v fermentorju, (ii) dodatek pivskih tropin za izboljššan izkoristek hmeljenja, (iii) dodatek nevtraliziranih pivskih tropin v pivino za izboljššan potek fermentacije s kvasovkami, (iv) uporaba pivskih tropin kot imobilizacijski nosilec za kvasovke,
- pridobivanje frakcij (ksiloza, manoza, galaktoza, arabinoza in očetna ter hidroksicimetna kislina) s termalno in/ali encimsko hidrolizo,
- proizvodnja bioadsorbentov za odstranjevanje težkih kovin in barvil.

Drugi perspektivni ostanek proizvodnje piva je odvečni pivovarski kvas. Tudi tovrstni ostanek se v inaktivirani obliki uporablja za krmljenje živali, kot kvaliteten vir beljakovin, v Sloveniji pa ga predelujemo tudi na obratu za proizvodnjo bioplina. Pivovarski kvas je na voljo tudi kot prehranski dodatek, kjer njegovo uporabo omejuje grenak okus. Zaradi visoke vsebnosti beljakovin, vitamin B kompleksa in mineralov so celice kvasovk v autolizirani ali hidrolizirani obliki dober substrat za mikrobnna gojišča in se lahko uporabljajo tudi neposredno (brez predhodnega ekstrahiranja) za proizvodnjo mlečne in jantarne kisline. Nadalje se ekstrakt suhih kvasovk uporablja za encimsko obdelavo mesa, omak in juh za izboljšavo njihovega okusa. Ekstrakt  $\beta$ -glukana iz pivovarskega kvasa se uporablja kot zgoščevalec in emulgator.

Ostanki proizvodnje drugih vrst brezalkoholnih in alkoholnih pijač nudijo podobne možnosti uporabe, med katerimi je omembe vredno še pridobivanje oligosaharidov (emulgatorji) iz sadnih tropin s fermentacijo ter pridobivanje antioksidantov iz ostankov proizvodnje vina (pridobivanje procianidinov iz grozdnih pešk in kožic).

### Predelava sadja in zelenjave (~10 % količine odpadkov)

Predelava sadja in zelenjave je dejavnost, ki proizvaja izredno raznolike ostanke proizvodnje.

V pridelavi in predelavi krompirja ostanki (krompirjevi olupki) omogočajo:

- izolacijo biološko aktivnih komponent kot so fenoli, glikoalkaloidi in polisaharidi za pridobivanje antioksidantov, steroidnih hormonov in prehranskih vlaknin,
- proizvodnjo mikrobnih encimov za uravnavanje viskoznosti, alfa amilaz, itd.
- substrat za proizvodnjo pekovskega kvasa.





Številni ostanki sadja in zelenjave predstavljajo zunanje neužitne dele rastlin, ki so pogosto bogati z vlakninami, polisaharidi, polifenoli in drugimi bioaktivnimi komponentami:

- rastlinska barvila (klorofil, karotenoidi, antociani),
- antioksidanti (polifenoli in karotenoidi),
- vlaknine (topne vlaknine iz olupkov sadja; netopne vlaknine iz ostankov proizvodnje žit in pecljev ter stebel vinske trte),
- adsorbenti pigmentov in kovin (ostanki oljk, koščic marelic in češenj ter ostanki v pridelavi žit, lupin sončničnih semen, lušči bučnih semen, fižola ipd.),
- encimi (številni encimi, ki jih vsebujejo rastlinski ostanki in encimi, ki jih pridobimo s fermentacijo),
- organske kisline (fermentacija za proizvodnjo citronske in mlečne kisline, pa tudi  $\gamma$ -linolenske in vinske kisline),
- oligo- in polisaharidi (za zgoščevanje, želiranje, stabilizacijo, emulgacijo, suspendiranje, kapsuliranje ipd.). Te dolge molekule lahko pridobimo z izolacijo iz ostankov (na primer – pektin), ali pa s fermentacijo (na primer – ksantan gumi),
- aromatske komponente in esencialna olja, pridobljena z izolacijo iz ostankov ali pa z mikrobo fermentacijo.

Pri pridelavi rastlinskih olj po stiskanju pridobimo pogače, ali pa tropine. Jedilne pogače imajo visoko hranilno vrednost ter se lahko uporabljajo tako v prehrani ljudi kot za krmljenje živali.

Pogače in tropine, ki niso primerne za prehrano uporabimo za vračanje na pridelovalne površine, kjer delujejo kot vir hranil (predvsem dušika) in nudijo zaščito pred škodljivci.

Oljne pogače nudijo številne možnosti predelave v proizvode z visoko dodano vrednostjo:

- proizvodnja antibiotikov in bioloških pesticidov,
- proizvodnja encimov (lipaze, fitaze, proteaze, amilaze, ...) s suho fermentacijo, proizvodnja mlečne kisline in antioksidantov,
- proizvodnja biorazgradljivih polimerov (polihidroksialkanoati - PHA),
- proizvodnja bioadsorbentov za odstranjevanje težkih kovin in hidrofobnih onesnažil,
- proizvodnja nadomestkov kakavovega masla.



### **Pekarne in slaščičarne (~10 % količine odpadkov)**

Ostanki mlevske industrije, zlasti otrobi, omogočajo predelavo v sledeče produkte:

- izolacija frakcij oziroma obogatitev živil s proteini in prehranskimi vlakninami, polisaharidi in sladkorji, fitosteroli
- substrat za proizvodnjo širokega nabora encimov, proizvodnjo organskih kislin (jantarna kislina kot gradnik v organski kemiji, mlečna kislina, itd.) in antibiotikov s suho fermentacijo, za pridelavo jedilnih gob in gliv za biološki nadzor škodljivcev,

Zanimivi aplikaciji sta tudi uporaba pridobljenega vlakninskega materiala za izdelavo papirja in embalaže in pa proizvodnja droži na pekovskih ostankih.



## 4 Kemijske, strukturne (tehnološke?) lastnosti in energetska vrednost biomase kmetijskega in gozdno-lesnega izvora

### 4.1 Strukturne in tehnološke lastnosti izbranih virov biomase

#### 4.1.1 Les in drugi lignocelulozni viri

Pri lesnih trajnicah, iglavcih (golosemenke) in listavcih (kritosemenke, dvokaličnice), je prevladujoč del rastlinskega telesa les, približno 5-10 % debla pa predstavlja skorja. Les in skorja nastajata v procesu sekundarne debelinske rasti in se po nastanku, zgradbi in kemizmu razlikujeta od rastlinskega telesa enokaličnic, kamor se uvrščajo številne kulturne rastline, ki bi utegnile biti zanimive za biorafinacijo.

##### 4.1.1.1 Anatomija lesa iglavcev in listavcev

Les iglavcev ima nekoliko enostavnejšo anatomsko strukturo od lesa listavcev. Les iglavcev sestavlja osno usmerjen sistem traheid (95%) in parenhimske celice (5 %), ki sestavljajo prvenstveno radialno usmerjene trakove. Traheide so mrtve, od 2,5 do 6 mm dolge, točkasto zaključene celice. Traheide ranega lesa imajo tanke celične stene in velike lumne, traheide kasnega lesa pa so radialno sploščene, lumni so majhni, celične sten pa debele. Posebnost iglavcev so smolni kanali, ki se normalno pojavljajo v lesu smrek, borov, macesnov in duglazije, v normalnem lesu na primer jelke in tise, pa jih ni.

Anatomija lesa listavcev je nekoliko bolj kompleksna, saj ga v splošnem sestavlja večje število različnih tipov celic. Osnovno tkivo lesa listavcev predstavljajo različni tipi osno usmerjenih lesnih vlaken, med katerimi velja izpostaviti libriformska vlakna, ki imajo v lesu izključno mehansko funkcijo in vlaknaste traheide, ki imajo oporno in prevodno funkcijo. Dolžina lesnih vlaken med vrstami zelo variira, tako so pri robiniji dolga okrog 400  $\mu\text{m}$ , pri brezi in bukvi pa okrog 1600  $\mu\text{m}$ . V osnovnem tkivu so na različne načine razporejene traheje (pore), ki prevajajo vodo v akropetalni smeri, in aksialne parenhimske celice. Radialno usmerjeno trakovno tkivo je pri listavcih zgrajeno iz parenhimskih celic skladišči hranilne snovi (ogljikovi hidrati, maščobe) dokler je del beljave. Glede na razporeditev por (trahej) v prečnem prerezu, se les listavcev deli na difuzno porozne (npr. bukev, javor, breza in topol) in venčasto porozne vrste (npr. dob, graden, jesen, brest).

##### 4.1.1.2 Strukturne posebnosti lesa

Lastnosti lesa so v veliki meri odvisne tudi od rasti posebnosti, ki se manifestirajo na makroskopskem nivoju. Eden izmed najbolj očitnih je širina in struktura lesne branike pri iglavcih in listavcih. Pri iglavcih je v ozki braniki delež kasnega večji, kot v širokih branikah, posledično pa je za iglavce z skromnim prirastkom značilna večja gostota lesa. Pri venčasto poroznih listavcih je zveza obratna. V strukturi branike se lahko poleg



normalnega lesa pojavi tudi reakcijski les, še zlasti kompresijski les pa neugodno vpliva tudi na lastnosti celuloze in papirja.

Pri mnogih drevesnih vrstah se v osrednjem delu debla razvije jedrovina. Ojedritev je starosten in najverjetneje genetsko nadzorovan proces, ki ga spremljajo številne anatomske in kemične spremembe. Pri dobu, gradnu, brestih, robiniji, macesnu, rdečem in črnem boru je jedrovina obarvana, pri smreki in jelki pa ni obarvana. Jedrovina lahko predstavlja do 90 % volumna debla. Pri vrstah kot so npr. bukev, jesen, breze itd. pa jedrovina ne nastane, pač pa se v osrednjem delu debla zaradi travmatskih razlogov razvije diskoloriran les. Jedrovina ima praviloma boljše tehnološke lastnosti in je bogatejši vir ekstraktivov kot diskoloriran les.

Z ekstraktivi bogate so tudi grče, ki so pravzaprav baza vej, ki se nahaja v deblu. Dokler so veje žive, so grče vrasle, ko veje odmrejo, so grče izpadne. V tehnološkem smislu so grče nezaželene, obenem pa so bogat vir ekstraktivnih snovi.

#### *4.1.1.3 Struktura drevesne skorje*

Skorja predstavlja vsa tkiva, ki se nahajajo izven kambija. Na deblih odraslih dreves so praktično vsa skorjina tkiva sekundarni floem, ki je praviloma tudi sekundarno in terciarno spremenjen. Skorjo delimo na ličje, to je notranji živi del, in lubje, ki je mrtva skorja (ritidom). Ličje in lubje razmejuje najmlajši periderm. Bolj ali manj debela plast lubja je značilna za številne iglavce in listavce (npr. jelka smreka, bori, macesen, dob, graden, oreh, itd). Osni sistem skorje v splošnem sestavljajo prevodne sitaste celice s celicami spremljevalkami pri iglavcih oziroma sitaste cevi pri listavcih, floemska vlakna, aksialne parenhimske celice, različni tipi sklereid, v skorji iglavcev pa se lahko nahajajo tudi smolni kanali, smolne votlinice in smolni žepki. Radialno usmerjeni trakovi pri iglavcih lahko vsebujejo radialne smolne kanale. Periderm je sekundarno krovno tkivo, ki ga proizvaja plutni kambij. Ta navzven tvori pluto, na notranjo stran pa feloderm.

#### *4.1.1.4 Struktura stebela enokaličnic*

Med strukturo lesa in anatomijo stebela enokaličnic, kamor sodijo npr. koruza, pšenica itd. obstajajo bistvene razlike, ki se manifestirajo tudi v mehanskih in fizikalnih lastnostih. Steblo pokriva epiderm, pod njim pa je sklerificiran hipoderm. Pretežni del stebela sestavlja osnovno parenhimatsko tkivo, v katerega so vključeni vaskularni prameni. Ti sestojijo iz ksilema (metaksilema in protoksilema) ter floema (metafloema in protofloema), ki ju obdaja sklernhimatski ovoj. Ksilem je sestavljen iz trahej, traheid, parenhima in razmeroma malo vlaken. Floem sestavljajo sitaste cevi s celicami spremljevalkami in vlakna.



#### 4.1.2 Izbrani stranski proizvodi v kmetijski proizvodnji in v proizvodnji hrane

Na podlagi nastalih količin ostankov in za prikaz raznovrstnosti tipov in lastnosti ostankov živilskopredelovalne industrije smo izbrali živalske stranske proizvode, sirotko, pivske tropine, oljčne topine in neužitne ostanke predelave sadja in zelenjave. Ti ostanki ponazarjajo odpadne tokove, ki so primerni za:

- neposredno pridobivanje biopolimerov (t.j. lipidi, proteini, polisaharidi, vlaknine),
- neposredno pridobivanje bioaktivnih komponent (npr., vitamini, polifenoli, peptidi, antioksidanti),
- neposredno pridobivanje ali uporabo za snovi z drugo posebno funkcijo (npr. bioadsorbenti)
- mikrobn, encimsko ali kemijsko pretvorbo v druge produkte.

Z neposredno uporabo so mišljeni nezahtevni procesi mehanske predelave in ekstrakcijski postopki, za pridobivanje oziroma koncentriranje zelenih snovi v takšni obliki, kot jih vsebujejo ostanki.

##### 4.1.2.1 Živalski stranski proizvodi

Živalski stranski proizvodi predstavljajo tretjino ostankov proizvodnje v živilskopredelovalni industriji. Kljub številnim zakonodajnim omejitvam glede njihove rabe se predelajo v številne uporabne proizvode. Evropsko združenje kafileristov ERFA poroča, da je bilo v letu 2016 v Evropi opravljen zakol 328 milijonov velikih živali (prašiči, govedo in drobnica) in 6 milijard perutnine (predvsem kokoši in puranov).

Pri tem v klavnicah nastajajo različne količine stranskih proizvodov glede na tip in vrsto živali. V povprečju pri zakolu prašičev ŽSP predstavljajo 34% telesne mase, pri govedu 42 % in pri perutnini 25 %. Vrste ostankov, ki pri tem nastajajo, so prikazane v preglednici 50.

Preglednica 50: Vrste stranskih proizvodov v klavnicah (Jayathilakan in sod., 2012)

	Prašiči	Govedo		Ovce	
	% oz. kg	%	kg	%	kg
<b>Tržna živa masa</b>	100		600		60
<b>Klavni trup</b>	77,5	63,0	378,0	62,5	37,5
<b>Kri</b>	3,0	18,0	4,0	2,4	
<b>Maščevje</b>	3,0	4,0	24,0	3,0	1,8
<b>Koža</b>	6,0	6,0	36,0	15,0	9,0
<b>Drobovina</b>	10,0	16,0	96,0	11,0	6,6
<b>Možgani</b>	0,1	0,1	6,0	2,6	0,156



Med zbranimi ŽSP iz klavnic v visoko stopnjo tveganja za javno zdravje in zdravje živali se je uvrstilo 5 milijonov ton ŽSP, ki je uporabilo za predelavo v trdna goriva (kostna moka, 1 milijon ton) in tekoče gorivo (biodizel). Preostalih zbranih 12 milijonov ton je predstavljalo snovi z nizko stopnjo tveganja za javno zdravje in zdravje živali. Iz teh ŽSP smo v Evropi ustvarili 186.000 ton jedilnih maščob (masti za pekarstvo in cvrenje, sestavine namazov); 1.76 milijonov ton živalskih beljakovin za hrano za domače živali, ki nadomesti uvoženo sojino moko; 575.000 ton oleokemikalij za kemijsko industrijo (nadomestek palminega olja); 99.000 ton živalskih proteinov za krmo za gojene ribe, ki nadomesti ribjo krmo na osnovi ujetih prostoživečih vodnih orgnaizmov; in dovolj gnojil za oskrbo 3.500 in 21.500 km<sup>2</sup> obdelovalnih površin z dušikom in fosforjem (EFPPA, 2016).

#### 4.1.2.2 Sirootka

Sirootka je poglaviti ostanek proizvodnje v mlečni industriji. V osnovi poznamo tri tipe sirotke z različnimi tenhološkimi lastnostmi: sladka sirotka, ki nastaja pri proizvodnji sira; kislja sirotka, ki je stranski produkt fermentacije ali kislinske koagulacije (npr. proizvodnja skute ali grškega jogurta) in kazeinska sirotka, ki nastaja pri pridobivanju kazeina.

Sirootka nastaja z razslojevanjem sestavin mleka (ločevanje kazeina), ki poteka zaradi zakisanja mleka v območje vrednosti pH med 4,5 in 4,8, ali pa zaradi dodatka encimskega pripravka himozina (Zadow, 2003).

Glede na vrednost pH razdelimo sirotko na:

- 5,8 do 6,6 (sladka sirotka)
- 5,0 do 5,8 (srednje kislja sirotka)
- manj kot 5,0 (kislja sirotka)

Kazeinska sirotka ima podobno pH vrednost kot kislja sirotka, lahko ima pa zaradi maksimiranja pridobljene količine kazeina celo nižje pH vrednosti.

Sirootka v povprečju vsebuje 6 % suhe snovi. Pomembnejši del sirotke predstavljajo sirotkine beljakovine (globularne beljakovine,  $\alpha$ -albumin,  $\beta$ -globulin, v manjši meri imunoglobulini, serumski albumin, proteazni peptoni). Način koagulacije bistveno vpliva na beljakovine. Pri zakisanju se kazeini oborijo. Pri dodatku himozina se cepi  $\kappa$ -kazein na hidrofilni del, ki se izloči v sirotko, in hidrofobni del, ki se s kalcijem poveže v parakazeinske micle (Gramc, 1997; Mavrin in Oštir, 2002). Sirotkine beljakovine so neobčutljive na kislinsko ali encimsko razgradnjo, lahko pa jih izločamo s toplotno denaturiacijo (kar izkoriščamo pri proizvodnji albuminske skute).

Druge pomembne sestavine sirotke so laktoza (mlečni sladkor), katere vsebnost v sirotki je podobna vsebnosti v prvotnem mleku; mlečna maščoba in hlapne maščobne kisline ki ne preidejo v sir in vodotopni vitamini (zlasti vitamini B kompleksa).



Pridobivanje posameznih frakcij je mogoče s postopki ultrafiltracije in reverzne osmoze (za pridobivanje beljakovin in laktoze), ter različnih postopkov demineralizacije (obarjanje, ionska izmenjava, elektrodializa, nanofiltracija).

#### 4.1.2.3 Pivske tropine

Ječmenov slad v pivovarni zmeljejo, zmešajo z vodo in počasi segrejejo od 37 do 76 °C v postopku, ki se imenuje drozganje. Med segrevanjem se aktivirajo razni encimi iz sladu (predvsem amilaze, delno tudi proteaze) ki omogočijo hidrolizo škroba, glukanov in arabinoksilanov, pa tudi proteinov, v vodotopne razgradne produkte.

Pivske tropine pridobimo po postopku drozganja sladu in odcejevanja sladice. Končne lastnosti pivskih tropin so odvisne od sestave in tipa sladu, kvaliteta vode in trajanja, temperature in drugih parametrov drozganja. Pivske tropine v osnovi sestojijo iz vlakinske lupine semena ječmena, beljakovin in maščob.

Glede na tip proizvedenega piva lahko pivske lupine poleg ostankov ječmenovega sladu vsebujejo tudi ostanke drugih neslajenih zrn (pšenice, riža, koruze, ječmena, ...). Kljub temu da je to eden pglavitnih ostankov v živilski industriji, je število raziskav na področju njihove uporabe, v smislu ne-energetske valorizacije, presenetljivo omejeno.

#### 4.1.2.4 Ostanki predelave sadja in zelenjave

##### Oljčne tropine

Osnovna dva postopka za proizvodnjo oljčnega olja iz oljčne drozge (zmlete oprane oljke) sta prešanje in uporaba dekanterjev. Prešanje je tradicionalni šaržni postopek pridobivanja oljčnega olja, pri katerem nastajajo oljčne tropine z visoko vsebnostjo suhe snovi in rastlinska voda. Dekanterji temeljijo na centrifugiranju in omogočajo kontinuirano ločevanje oljčnega olja od trdnih delcev in vode. Uporabljajo se 3-fazni (faze: oljčno olje/ oljčne tropine/ rastlinska voda) ali novejši, 2-fazni (faze: oljčno olje/ oljčne tropine z visoko vsebnostjo vode) dekanterji. 2-fazni dekanter torej zmanjša količino nastale odpadne in potrebne dodane vode ter na ta način tudi zmanjša izpiranje fenolnih spojin iz oljčnega olja. Oljčne tropine, ki nastajajo v preši, imenujemo tudi oljčna pogača (25-28 % vode). V 3-faznem sistemu pridobimo vlažne tropine (48-52 % vode), v 2-faznem pa zelo vlažne tropine (55-70 % vode) (Podgornik in sod., 2019).

V CRP projektu »Možnosti uporabe ostankov proizvodnje v oljkarstvu« (ARRS št. V4-1621) je bilo ugotovljeno, da se v Sloveniji za predelavo oljk pretežno uporablja tehnologija kontinuirne predelave z uporabo 2-faznih dekanterjev (81 % v letu 2016).

Rastlinska voda in tropine imajo lahko pri neustrezni uporabi neželene učinke, saj vsebujejo organske kisline, lipide, alkohole in naravne fenolne spojine, prav tako pa imajo nizek pH. Njihov nepravilen vnos v tla lahko zato negativno vpliva na rast in razvoj talnih mikroorganizmov, prav tako pa lahko ustvari neprepusten sloj maščob na površini tal ki omeji izmenjavo plinov. Primeren vnos the ostankov poveča organsko snov v tleh, izboljša





strukturo tal in sposobnost za zadrževanje vode ter vezave rastlinskih hranil. (Podgornik in sod, 2019).

#### Neužitni ostanki svežega sadja in zelenjave

Neužitni ostanki svežega sadja in zelenjave nastajajo pri pobiranju pridelka, pripravi za prodajo in predelavo ter konzerviranje živil. Neužitni deli so zunanji deli rastlin, ki imajo zaščitno vlogo in so zato bogati s strukturnimi molekulami, kakor tudi s številnimi bioaktivnimi snovmi. Količina neužitnih ostankov je odvisna od vrste in sorte sadja in zelenjave (Preglednica 51), sezone, tehnologije pridelave in predelave.

*Preglednica 51: Deleži neužitnih delov svežega sadja in zelenjave v EU (povzeto po De Laurentis in sod., 2018).*

<b>Sadje</b>	<b>Neužitni del (%)</b>		<b>Zelenjava</b>	<b>Neužitni del (%)</b>
Borovnice	0-0		Artičoke	57-66
Breskve in nektarine	7-11		Buče	16-23
Brusnice	0-2		Cvetača in brokoli	42-46
Češnje	14-17		Česen	21-25
Fige	25-25		Čebula, suha	7-17
Ribez	0-3		Čebula, šalotka, sveža	4-31
Grenivka	30-32		Čili in paprika	15-18
Grozdje	2-6		Gobe in tartufi	4-17
Hruške	10-16		Grah	63-69
Jabolka	9-15		Jajčevci	4-19
Jagode	2-6		Korenje in repa	17-23
Kaki	3-16		Krompir	15-17
Kivi	13-26		Kumare	3-23
Kosmulje	2-9		Lubenice	43-54
Kutine	21-31		Melone	40-53
Limone in limete	31-37		Mlada koruza	41-44
Maline	0-0		Paradižnik	0-1
Mandarine	17-23		Por	17-23
Marelice	6-8		Sladki krompir	16-28
Pomaranče	20-29		Solata in radič	5-12
Slive	6-10		Spinača	17-30
Višnje	14-15		Stročji fižol	0-9
			Šparglji	43-47
			Zelje in druge križnice	16-22

## **4.2 Kemijske lastnosti izbranih virov biomase**

### **4.2.1 Les in drugi lignocelulozni viri**

Les in druga rastlinska biomasa predstavljajo v kemijskem smislu izredno kompleksen surovinski vir, ki izkazuje veliko kemijsko variabilnost med vrstami, predstavniki iste vrste z različnih rastišč, med organi iste rastline, med različnimi tipi istega tkiva in celo



znotraj posamezne celice. Ključni gradniki rastlinske biomase so celuloza, hemiceluloze in lignin, v manjši meri pa tudi pektini in strukturni proteini. Poleg gradnikov celičnih sten se v rastlinah pojavljajo tudi nestrukturne snovi, ki jih bomo v tem poročilu poimenovali z izrazom ekstraktivi.

#### 4.2.1.1 Gradniki celičnih sten

Celuloza je najpomembnejši gradnik rastlinske celice. Celulozna veriga je polisaharid, ki ga sestavljajo  $\beta$ -D-anhidroglukopiranozilni ostanki, ki so povezani  $\beta$ (1-4) glikozidnimi vezmi. Stopnja polimerizacije celuloznih verig je v lesu okrog 10.000. Celulozne verige so urejene v semikristalinične celulozne mikrofibrile, ki imajo v lesu prečne dimenzije okrog 5x5 nm, dolge pa so lahko več deset mikrometrov in predstavljajo surovinski vir nanoceluloze. V mikrofibrilah se izmenjujejo amorfnost in kristalinična področja, ki se nahajata dve kristalinični obliki celuloze, celuloza I $\beta$  in celuloza I $\alpha$ .

Hemiceluloze so heterogena skupina matričnih neceluloznih polisaharidov, ki jih sestavljajo pentoze  $\beta$ -D-ksiloza in  $\alpha$ -L-arabinopiranoza, heksoze  $\beta$ -D-glukoza,  $\beta$ -D-manoza in  $\alpha$ -D-galaktoza ter deoksi heksoze in heksuronske kisline, monosaharidi pa so pogosto acetilirani. To so razvejani polisaharidi, ki imajo bistveno manjšo stopnjo polimerizacije kot celuloza. V lesu listavcev prevladujejo ksilani, ki jih je 15-30%, mananov pa je 2-5%. V lesu iglavcev so prevladujoče hemiceluloze predstavniki mananov (15-20%), ksilanov pa je do 10%. Pri enokaličnicah prevladujejo glukuronoarabinoksilani (do 50 %).

Lignin je tridimenzionalen amorfen aromatski biopolimer, ki je značilen za vse olesenele celice. Lignini so kopolimeri treh monolignolov, ki so p-kumaril (H), koniferil (G) in sinapil (S) alkohol. V ligninu se pojavljajo trije tipe etrskih vezi in štiri tipi vezi C-C, njihova frekvenca pa je odvisna od tipa lignina. Lignin iglavcev je G lignin, za listavce je značilen GS lignin, za enokaličnice pa HGS lignin. V lesnih tkivih je delež lignina zelo variabilen, tako je delež lignina v kompresijskem lesu večji, v juvenilnem lesu pa manjši kot v normalnem lesu istega drevesa, izredno variabilna pa je tudi struktura lignina. Delež treh ključnih makromolekul lesa je za listavce in iglavce prikazan v preglednici 52.

*Preglednica 52: Vsebnost celuloze, hemiceluloz in lignina v lesu iglavcev in listavcev ter v skorji smreke in bukve (prirejeno po Fengel in Wegener 1989)*

	Celuloza %	Hemiceluloze %	Lignin %
Iglavci	40-50	25-30	25-30
Listavci	40-50	30-35	20-50
Skorja smreke	48	17	38
Skorja bukve	37	16	45



#### 4.2.1.2 Ekstraktivi

Ekstraktivi so nizkomolekularne nestrukturane spojine, jih na splošno lahko delimo na hidrofilne in lipofilne, ne glede na to ali so primarni ali sekundarni metaboliti. Med hidrofilne ekstraktivne snovi sodijo na primer ogljikovi hidrati in polifenoli. Lipofilni ekstraktivi so maščobe, olja, voski, maščobne kisline, maščobni alkoholi in terpeni.

Podobno kot v primeru strukturnih komponent, je tudi sestava in vsebnost ekstraktivov v različnih surovinskih virih izredno variabilna in je med drugim odvisna od vrste, rastišča in dela rastline, kar ilustrira Preglednica 53.

*Preglednica 53: Vsebnost ekstraktivov (%) v različnih delih rdečega bora (združeno po različnih virih)*

Les				Skorja		Igllice
Beljava	Jedrovina	Veje	Grče	Notranja	Zunanja	
3	5	12	25	40	20	40

Fitokemični profil posameznih tkiv je bistveno drugačen. V beljavi prevladujejo monosaharidi, oligosaharidi (rafinoza, stahioza) in polisaharid škrob, maščobe in olja, sterolni estri, polipreni, pri iglavcih pa tudi mono- in seskviterpeni ter diterpenske smolne kisline. V jedrovini prevladujejo polifenoli, proste maščobne kisline, steroli, pri iglavcih tudi hlapni terpeni in smolne kisline. Zelo bogat vir ekstraktivnih snovi so grče iglavcev, ker se pojavljajo lignani, stilbeni, flavonoidi in tanini, odvisno od drevesne vrste, pri iglavcih pa tudi monosaharidi in terpeni. V skorji so navzoče naslednje skupine ekstraktivov: maščobne kisline, smolne kisline, maščobni alkoholi, steroli, ogljikovi hidrati, enostavni fenoli, stilbeni, lignani, flavonoidi in tanini. Fitokemični profil posameznih drevesnih vrst je pogosto unikatno, tako se npr. stilben pinosilvin pojavlja samo v lesu borov.

#### 4.2.2 Izbrani stranski viri v kmetijski proizvodnji in proizvodnji hrane

Sestava živalskih stranskih produktov je heterogena in odvisna od številnih dejavnikov, kot so vrsta in starostna struktura živali, kategorija ŽSP, tip klavnice, načinov zakola, razkosa in zbiranja odpadnih voda ipd. Prikazujemo primer splošne sestave v različnih klavnicah (preglednica 54) in sestave različnih živalskih stranskih produktov (preglednica 55).

*Preglednica 54: Kemijska sestava skupnih izhodnih tokov ŽSP v dveh različnih klavnicah (povzeto po Perez-Calvo in sod., 2010).*

	Klavnica 1		Klavnica 2	
	Surovo meso	Predelani ŽSP	Surovo meso	Predelani ŽSP
<b>Suha snov, %</b>	47,78	98,06	51,83	97,41
<b>Beljakovine, % SS</b>	35,88	46,26	36,56	53,14
<b>Maščobe, % SS</b>	49,88	30,88	40,76	13,56
<b>Surovi pepel, % SS</b>	13,09	21,93	21,78	32,42

*Preglednica 55: Kemijska sestava izbranih živalskih stranskih tokov (povzeto po Murray in sod., 1998).*

	Predelana goveja mesno-kostna moka	Sveža govedina	Predelana perutninska moka	Sveži perutninski hrbti in vratovi	Sveža perutninska drobovina
Suha snov, %	95,8	29,9	95,3	38,6	27,2
Organska snov, % SS	75,8	89,3	86,1	92,9	93,4
Beljakovine, % SS	51,9	38,4	67,6	30,4	45,6
Maščobe, % SS	14,3	45,7	11,6	50,7	41,1
Kalcij, % SS	8,2	5,2	4,8	3,4	3,2
Fosfor, % SS	2,8	1,3	1,2	0,5	0,4
Surovi pepel, % SS	24,2	10,7	13,9	7,8	6,6

Sestava sirotke je odvisna glede na izvor procesa in sestavo vhodne surovine (preglednica 56).

*Preglednica 56: Kemijska sestava sladke, kisle in kazeinske sirotke (povzeto po Oreopoulou & Russ, 2007; Waldron, 2007.)*

	Sladka sirotka	Kisla sirotka	Kazeinska sirotka
<b>Suha snov (%)</b>	6,2-6,6	5,6-5,7	4,8-6,1
<b>Laktoza (%)</b>	4,8	4,6	4,7
<b>Beljakovine (%)</b>	0,75-0,9	0,30-0,75	0,50-0,70
<b>Maščobe (%)</b>	0,05-0,06	0,01-0,05	< 0,01
<b>Surovi pepel (%)</b>	0,60	0,80	0,90

Pivske tropine (Preglednica 57) predstavljajo tretjino mase vhodnega ječmenovega sladu ter 20 % končne mase proizvoda. Njihove pglavitne komponente so vlaknina (70 % suhe snovi) in beljakovine (20 % suhe snovi) (Townesley, 1979). Kemična sestava pivovarniških tropin se razlikuje glede na vrsto in sorto ječmena, čas žetve, tip slada, pogoje in postopke



drozganja. Sežun (2011) poroča, da imajo pivske tropine 23 % suhe snovi, 21 % organske snovi in 6 % lignina. Kurilna vrednost tropin je primerljiva z lesom (25.5 MJ/kg).

*Preglednica 57: Kemijska sestava pivskih tropin (povzeto po Mussato in sod, 2006).*

	Delež (%)
<b>Celuloza</b>	17-25
<b>Ne-celulozni polisaharidi*</b>	22-28
<b>Lignin</b>	7-28
<b>Beljakovine</b>	6-24
<b>Maščobe (%)</b>	2,5-10
<b>Surovi pepel (%)</b>	2-5
<b>Kurilna vrednost (MJ/kg)</b>	27,0

\*- predvsem arabinoksilan

Sestava oljčnih tropin (Preglednica 58) je odvisna od sorte uporabljenih oljk, pridelovalne sezone ter tipa tehnologije pridelave.

*Preglednica 58: Kemijska sestava oljčnih topin v slovenski Istri (povzeto po: Podgornik, 2019).*

	Preša	2-fazni dekanter	3-fazni dekanter
<b>Suha snov (%)</b>	67,5	31,3	44,3
<b>Beljakovine (%)</b>	7,4	6,2	5,5
<b>Maščobe (%)</b>	14,4	15,6	15,3
<b>N (g/kg)</b>	11,9	10,2	8,7
<b>P (g/kg)</b>	0,6	1,4	1,1
<b>K (g/kg)</b>	5,5	17,8	12,3
<b>Ca (g/kg)</b>	1,7	2,2	1,9
<b>Fe (mg/kg)</b>	107,9	168,0	132,5
<b>Cu (mg/kg)</b>	15,0	14,5	13,8

## 4.3 Biorafinacija

### 4.3.1 Les in drugi lignocelulozni viri

Bio-rafinacija ligno-celulozne biomase kot surovine naj bi slonela na njenem zaporednem razklopu, kar naj bi omogočalo bolj nadzorovano pretvorbo, kjer bi imeli opravka s posameznimi bio-polimernimi gradniki, ne celoto. V kolikor je to upravičeno, je tako prvi korak ločitve povezan z luženjem, kjer je moč pridobiti manjše vsebovane spojine, tako hidrofilne kot tudi hidrofobne, slednje pa imajo lahko različno nadaljnjo uporabo, tudi npr. prehransko. Nadalje se običajno lotimo odstranitve lignina, kar je že zgodovinsko potekalo z uporabo Kraftovega postopka ločitve, pa vendar je slednji onkraj papirništva manj zanimiv, ker se kot proizvod dobi manj kakovosten poli(aromatski) del surovine, in



sicer zaradi sulfita. Upošteva se to, se v prihodnosti obeta povečevanje postopkov razklopa, kjer se kot proizvod lahko dobi visoko kakovosten lignin, po drugi strani pa celuloza ali pa celo razklopljena raztopina sladkorjev, in sicer glede na to, ali naj bi se uporabljal polisaharid kot tak (npr. za vlakna), ali pa kot hranilo za pripravo npr. obnovljivega etanola, kar je recimo zanimivo v državah s komercialno pridelavo sladkornega trsa. Tovrstni pristopi razklopa se običajno imenujejo Organosolv, veliko pa se jih razvija v Zahodni, Srednji in Severni Evropi, in sicer tako za ostanke različnih poljščin kot tudi za preostalo lesno biomaso, seveda pa gre omeniti, da so postopki raznorodni, predvsem pa se razlikujejo po pogojih (čas, temperatura, tlak...) ali pa topilih, pri čemer je ravno uspešno vračanje slednjih nazaj običajno temelj gospodarnosti obratovanja, ker gre le za spojine. Nizko-molekularni ostanki hemi-celuloze se običajno pojavijo kot sladkorji ali furfural v raztopini, njihova možna uporaba pa je predvsem z ločitvi omenjene spojine, ki se lahko trži kot taka, lahko pa se predeluje tudi naprej, recimo v topila, monomere ali kemikalije.

Pridobivanje aktivnih učinkovin iz gozdne in lesne biomase je običajno prilagojena biomasni surovini, ciljni skupini spojin in namenu, pri čemer se poskuša ob optimalni ekstrakciji zagotavjati tudi okoljsko primernost postopkov. Industrijska ekstrakcija taninov in drugih polifenolov se previloma vrši z vodo, običajno pri zvišani temperaturi, redkeje tudi ob povišanem tlaku. Za lipofilne ekstraktive pa se vse pogosteje uporablja ekstrakcija s superkritičnim CO<sub>2</sub>.

V proizvodnji različnih tipov nanoceluloze je vhodna surovina praviloma kemična, običajno kraft, celuloza, redkeje nativna lesna ali druga ligno-celulozna biomasa. Produkcija nanoceluloze temelji na mehanski, encimatski ali kemični predobdelavi surovine in nato fibrilaciji, ki lahko vključuje obdelavo materiala z ultrazvokom ali homogenizacijo in druge učinkovite mehanske postopke fibrilacije.

#### *4.3.1.1 Produkti bioraifnacije in njihova uporaba*

Različne vmesne ali končne spojine, ki jih je moč pridobiti iz preostale ligno-celulozne biomase, se delijo po izvoru. Iz lignina se običajno lahko pridobivajo mono-, oligo- in polimerni fenolni gradniki, lahko pa tudi benzen, toluen in ksilen (BTX), ki se jih dobi ob deoksigenaciji. Nadalje je moč iz celuloze dobiti sladkorje, ob hidrolizi le-teh pa prvenstveno hidrosimetilfurfural (HMF), za njim pa še bio-osnovano levulinsko kislino – najbolj zanimive so nadaljnje redukcije ali oksidacije, kjer se pridobijo di-alkoholi ali di-kislone, npr. FDCA. Furfural, kot spojina iz hemi-celuloze, se lahko uporablja kot tak, lahko pa se ga podobno naprej reducira, pri čemer se dobi npr. furfuril alkohol, ki je prav tako sorazmerno zanimiv. Ne smemo pa pozabiti množstva biotehnoloških proizvodov, izhajajočih iz polisaharidov.

Področja uporabe ekstraktivov so na primer industrija usnja, dišave, detergenti, čistila, parfemi, barve, premazi, lubrikanti, surfaktanti, gumarski izdelki, uporabni pa so tudi kot krmni dodatki, v prehranski industriji, industriji pijač, farmaciji in medicini.



Predvidena področja uporabe nanoceluloze so papir in karton, kompoziti, tekstil, medicinske aplikacije, premazi, filmi in barve, aerogeli, filtracija in separacija, modifikatorji reologije, tiskana in fleksibilna elektronika ter 3D tisk.

#### 4.3.2 Izbrani stranski proizvodi v kmetijski proizvodnji in v proizvodnji hrane

Biorafiniranje ostankov živilskopredelovalne industrije predstavlja na eni strani velik potencial za izolacijo oziroma koncentriranje snovi v obliki, v kateri jih najdemo v rastlinskem oziroma živalskem materialu, zlasti:

- Izolacija proteinov, peptidov in aminokislin.
- Izolacija strukturnih polisaharidov, kot sta pektin in želatina.
- Izlacija antioksidantov.
- Relativno enostavna predelava obstoječih ostankov za uporabo kot bioabsorbentov in embalažnine.

Po drugi strani biorafiniranje teh kompleksnih tokov omogoča številne nadaljnje pretvorbe snovi v komponente s še višjo dodano vrednostjo (organske kisline, encimi, bioaktivne komponente, biorazgradljivi polimeri ipd.).

Živalski stranski produkti vsebujejo številne esencialne in neesencialne aminokisline (Preglednica 59).

*Preglednica 59: Aminokislinska sestava (v % SS) izbranih živalskih stranskih tokov (povzeto po Murray in sod., 1998).*

	Predelana goveja mesno- kostna moka	Sveža govedina	Predelana perutninska moka	Sveži perutninski hrbti in vratovi	Sveža perutninska drobovina
<b>Esencialne aminokisline</b>					
Arginin	3,4	2,3	4,4	1,7	2,5
Histidin	1,2	1,0	1,6	0,8	1,0
Izolecvin	1,6	1,2	2,6	1,0	1,5
Levcine	3,4	2,3	4,6	1,8	2,8
Lizin	2,7	2,4	3,8	1,8	2,4
Metionin	0,7	0,7	1,1	0,5	0,8
Fhenylalanin	1,8	1,3	2,5	1,0	1,6
Threonin	1,7	1,3	2,5	1,0	1,6
Valin	2,3	1,6	3,1	1,2	1,9
<b>Neesencialne aminokisline</b>					





Alanin	3,4	2,5	4,1	1,7	2,5
Aspartat	3,9	3,1	5,2	2,3	3,4
Cistin	1,4	0,7	1,8	0,5	1,0
Glutamat	6,4	4,5	8,5	3,6	5,0
Glicin	5,9	3,7	5,7	2,2	3,6
Prolin	4,9	2,2	5,3	1,4	2,3
Serin	2,0	1,3	2,7	1,0	1,7

Sirotko vsebuje 0,8-0,3 % beljakovin (Preglednica 60), med katerimi so številne primerne za frakcioniranje, izolacijo ali nadaljnjo hidrolizo v bioaktivne peptide.

*Preglednica 60: Delež proteinov v sirotki Tratnik, 1998; Waldron, 2007; Chandrasekaran, 2013)*

Beljakovine	Delež (%)
β-laktoglobulin	65-50
α-laktalbumin	12-25
Imunoglobulini	10-12
Proteazni pepton	10-23
Serumski albumin	5-8
Drugi*	1-2

\* glikomakropeptid, goveji serumski albumin (0,5 %), laktoferin (0,8 %), fosfolipoproteini

Pri koagulaciji v sirotki ostane večina vodotopnih vitaminov (Preglednica 61). Po ločevanju netopnega kazeina je v sirotki okvirna vsebnost vitaminov 0,1 %.

*Preglednica 61: Prenos vitaminov v sirotko (povzeto po Chandrasekaran, 2013).*

Vitamin	Delež prenosa v sirotko (%)
B <sub>1</sub> (tiamin)	80-90
B <sub>2</sub> (riboflavin)	70-80
B <sub>3</sub> (niacin)	80-90
B <sub>5</sub> (pantotenska kislina)	55-75
B <sub>7</sub> (biotin)	70-80
B <sub>9</sub> (folati) /od tega folna kislina	55-75 / 80-90
B <sub>12</sub> (cianokobalamin)	40-70
C (askorbinska kislina)	80-90

Pivske tropine vsebujejo veliko netopnih (celuloza) in topnih (arabinoksilan) vlaknin, ki so primeri za izolacijo in nadaljnjo frakcioniranje. V tropinah se prav tako nahaja veliko beljakovin, aminokislin in mineralov (vsebnost vseh: Ca, Co, Cu, Fe, MG, Mn, P, K, Se, Na, S je večja od 0,5 %) in vitaminov (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub>, B<sub>9</sub> so prisotni v koncentracijah od 0,1 do 1,5 %, B<sub>5</sub> v > 5 %).

Ostanki proizvodnje in predelave sadja in zelenjave so dober vir širokega nabora antioksidantov (Preglednica 62).



*Preglednica 62: Primeri antioksidantov v ostankih sadja in zelenjave (povzeto po Chandrasekaran, 2013; Podgornik, 2019).*

<b>Vir ostanka</b>	<b>Komponenta</b>	<b>Vsebnost (mg/g)</b>
Luskolisti rdeče čebule	galna kislina	0,08
	ferulna kislina	0,02
	protokatehujska kislina	0,05
	kvercetin	3,9-50
	kamferol	0,23
Plod granatnega jabolka	elagična kislina	136
Olupek jabolka	derivati kvercetina	28
	kvercetin	0,28
	floridzin	1,83
	floretin	0,01
	klorogenska kislina	4,09
	kavna kislina	0,04
	ferulna kislina	0,02
	izoferulna kislina	0,03
	cianidin-3-galaktozid	1,8
	(+)-katehin	0,36
	(-)-epikatehin	4,63
Olupek citrusa	hesperidin	0,1-47,7
	naringin	0,21-29,8
	neohesperidin	0,02-0,34
	diosmin	0,13-0,40
	luteolin	0,20
	sinensetin	0,01-0,42
	rutin	0,09-0,29
	kvercetin	0,14-0,78
	kamferol	0,13-0,38
	kavna kislina	0,003-0,08
	klorogenska kislina	0,15-0,34
	ferulna kislina	0,03-0,15
	sinapinska kislina	0,01-0,18
	$\rho$ -kumarna kislina	0,04-0,35
	lutein	0,01-0,04
zeaksantin	0,01-0,04	
$\beta$ -kriptoksantin	0,04	
$\beta$ -karoten	0,07	
Grozdne peške	procianidini	23
Grozdne tropine	procianidini	3,7
Poganjki vinske trte	trans-resveratrol	3,45
	trans-viniferin	1,3
Oljne tropine	hidroksitirozol glikozid	0,4-0,8
	hidroksitirozol	2,6-5,7
	tirozol glukozid	0,4-0,8
	tirozol	0,6-0,8
	verbaskozid	1,3-2,4
	luteolin-7-O-glukozid	0,2-0,3
	luteolin	0,5-0,8
	apigenin	0,09-0,11



## 4.4 Energetska raba

Uvodni tekst – dejavniki, na podlagi katerih se odločamo o energetski rabi biomase.

- Energetska vrednost in druge relevantne značilnosti biomase, ki vstopa v energetsko rabo (npr. vsebnost vode?)
- Obvladljivost in stroškovna učinkovitost tehnoloških procesov?
- ...

Ocena smotrnosti trenutne energetske rabe biomase. (lahko koordiniraš, Primož?)

### 4.4.1 Les in drugi lignocelulozni viri

Najpomembnejše lastnosti lesnih goriv so dimenzije, vsebnost vode, kurilnost ali energijska vrednost in vsebnost za človeka in okolje škodljivih onesnažil.

Energijska vrednost lesnih energentov označuje količino energije (toplote), ki jo dobimo z zgorevanjem goriva, če dimne pline ohlajamo samo do temperature rosišča vodne pare, ki je v dimnih plinih. Voda, ki se sprošča, se šteje kot para, kar pomeni, da smo odšteli toplotno energijo, nujno za spremembo vode v paro (latentna toplota uparjanja vode pri 25 °C). S povečevanjem vsebnosti vode se znižuje energijska vrednost lesa, saj se del energije, ki se sprosti med procesom izgorevanja, porabi za izhlapevanje vode. »Energijski izkupiček« je pri lesu odvisen predvsem od vsebnosti vode, nadalje pa od vrste in ohranjenosti lesa. Zaradi vode, ki jo vsebuje les, temperatura v kurišču pade pod optimalno raven, kar povzroči nastajanje dima, višje emisije prašnih delcev, nastanek katrana ter poškodbe kurišča. Zgorevanje preveč vlažnega lesa povzroči nižanje izkoristka kurilne naprave. Suh, ustrezno skladiščen les ima dvakrat višjo kurilno vrednost kot sveže posekan les. Za izhlapevanje enega kilograma vode se porabi 2,44 MJ energije.

Kurilnost enega kilograma sušilnično suhega lesa različnih drevesnih vrst se razlikuje znotraj zelo ozkega intervala, in sicer od 18,5 do 19,0 MJ/kg. Pri iglavcih je kurilnost za 2 % višja kot pri listavcih. Razlog je predvsem v višji vsebnosti lignina in delno tudi v višji vsebnosti smole, voska in olja, ki se pojavlja pri iglavcih. Torej glede na maso ima les različnih drevesnih vrst skoraj primerljivo kurilno vrednost. Med trdimi in mehkiimi lesovi nastajajo razlike v kurilni vrednosti glede na volumen zaradi različne gostote lesa. Zaradi tega ima npr. 1 prn bukve (trd les) okrog 40 % višjo kurilno vrednost kot 1 prn smreke (mehk les) (Krajnc in sod., 2014).

*Preglednica 63: Kurilnost drv različnih drevesnih vrst pri vsebnosti vode 20 %.*

Drevesna vrsta	Kurilna vrednost v kWh/kg	Kurilna vrednost v kWh/prm
Bukev	3,8	1.900
Hrast	3,8	1.900
Breza	4,0	1.800
Topol	3,8	1.200
Smreka	4,1	1.350
Bor	4,0	1.500

#### ***4.4.2 Ostanki kmetijske proizvodnje ter proizvodnje in porabe hrane***

Energetska raba ostankov kmetijske proizvodnje in porabe hrane je podrobneje obravnavano v poglavju 3.2.2.4 in pri posameznih tipih odpadkov. Evidentirani načini izkoriščanja ostankov v živilskopredelovalni industriji so predelava v bioplinarni (R0301, predelava predvsem kot gorivo ali drugače za pridobivanje energije (R01), energetska predelava (R0102) in za odpadna olja še odstranjevanje s sežigom (D10).



## 5 Zaključek

(sinteza ključnih ugotovitev, pomembnih za nadaljevanje dela v okviru te delovne naloge (2c – analiza vrzeli) in, še posebej, DS 3 (izkustvene skupnosti))



## 6 Literatura

Antolin U. 2009. Vpliv gnojenja z različnimi dušikovimi gnojili na pridelek in lastnosti plodov paprika (*Capsicum annum* L. convar. *grossum*). Diplomsko delo. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 80 str.

Assis MR, Brancheriau L, Napoli A, Trugilho PF (2016) Factors affecting the mechanics of carbonized wood: literature review. *Wood Science and Technology* 50:519–536. <https://doi.org/10.1007/s00226-016-0812-6>

Arnold A., Steiger R. 2007: The influence of wind-induced compression failures on the mechanical properties of spruce structural timber. *Materials and Structures* 40, 1: 57-68

Ayalon O., Eshet T. 2017. Agriculture produce surplus economical management – Reduction of waste, means to sustainability and food security. *International Journal of Management and Applied Science*, 3, 11: 56 - 59

Barbarič M. 2018. Tehnologija pridelave oljnih buč. KGZS – zavod MS, <http://www.kgzs-ms.si/wp-content/uploads/2018/03/navodila-za-pridelavo-bu%C4%8D-22.3.pdf> (November 2019)

Bernik R. 2008. Tehnika v kmetijstvu – Spravilo in konzerviranje voluminozne krme in žit. Ljubljana, Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 131 str.

BERST, 2016. A representative set of case study. Public deliverable, D.3.2, Project BERST "BioEconomy Regional Strategy Toolkit ", European Commission, DG Research, Grant agreement no: 613671, 155 str.

Bisaglia C., Brambilla M., Cutini M., Bortolotti A., Rota G., Minuti G., Sargiani R. 2018. Reusing pruning residues for thermal energy production: A mobile app to match biomass availability with the heating energy balance of agro-industrial buildings. *Sustainability*, 10, 4218: 1-14

Brand M. A., Jacinto R. C. 2020. Apple pruning residues: Potential for burning in boiler systems and pellet production. *Renewable Energy*, 152: 458 - 466

Butinar, B., Podgornik, M., Bučar-Miklavčič, M., Levart, A., Salobir, J., Rezar, V., Poklar Ulrih, N., Skrt, M. 2019. Možnosti uporabe ostankov proizvodnje v oljkarstvu. Zaključno poročilo o ciljno raziskovalnega projekta CRP V4-1621, [https://www.zrs-kp.si/wp-content/uploads/2019/11/Zakljucno\\_porocilo\\_CRP\\_V4-1621.pdf](https://www.zrs-kp.si/wp-content/uploads/2019/11/Zakljucno_porocilo_CRP_V4-1621.pdf) (april 2020).

Cafuta L. 2009. Gnojenje solatnih kumar (*Cucumis sativus* L.) z organskimi gnojili v ekološki pridelavi. Diplomsko delo. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 64 str.



Chandrasekaran M. (ed.) 2013. Valorization of Food Processing By-Products. CRC Press, Taylor and Francis group, Boca Raton. 808 str.

Colnarič J., Vrabl S. 1991. Vinogradništvo. Ljubljana, ČŽD Kmečki glas: 327 str.

Čanžek Majhenič, A., Osojnik Črnivec, I.G., Marinšek-Logar, R., Rogelj, I. 2008. Ravnanje z odpadki in uporaba stranskih proizvodov v mlekarstvu. V: Demšar, L. (ur.), Žlender, B. (ur.). Stranski proizvodi in odpadki v živilstvu - uporabnost in ekologija, 25. Bitenčevi živilski dnevi 2008, Ljubljana: Biotehniška fakulteta, str. 133-150.

Čebul T., Krajnc N., Piškur M. 2011. Biomass Trade Centre II, Work package 2: Promocija novih investicij v proizvodnjo lesne biomase (D 2.1). Poročilo o proizvodnji in rabi lesne biomase v Sloveniji. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 21 str.

Čop M. 2015. Opis utrjevanja in bistvenih lastnosti pen na osnovi tanina iz skorje iglavcev: Doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta). Ljubljana: 105 str.

De Laurentiis V., Corrado S., Sala S. 2018. Quantifying household waste of fresh fruit and vegetables in the EU, Waste Management 77, str. 238-251.

D'Amato, D., Korhonen, J., Toppinen, A. 2019. Circular, Green, and Bio economy: how do companies in land-use intensive sectors align with sustainability concepts? Ecological Economics 158, 116-133.

Dremelj M. 2015. Pregled rabe bukovine in analiza dodane vrednosti v izbranih izdelkih. Diplomski projekt. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo). Ljubljana: 63 str.

EFPPA (European Fat Processors and Renderers Association). 2016. Rendering in numbers. <https://efpra.eu/wp-content/uploads/2016/11/Rendering-in-numbers-Infographic.pdf> (accessed: 10.04.2020).

ENRD. 2011. Local food and short supply chains. EU Rural Review No. 12, Agriculture and Rural Development Directorate-General, European Commission, Brussels, <https://enrd.ec.europa.eu/sites/enrd/files/E8F24E08-0A45-F272-33FB-A6309E3AD601.pdf> (April 2020)

Erjavec, E., Šumrada, T., Juvančič, L., Rac, I., Cunder, T., Bedrač, M., Lovec, M. 2018. Vrednotenje slovenske kmetijske politike v obdobju 2015-2020 : raziskovalna podpora za strateško načrtovanje po letu 2020. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 2018. XL, 224 str.

European Commission (2018). A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated Bioeconomy Strategy. European Commission Directorate-General for Research and Innovation.





[https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec\\_bioeconomy\\_strategy\\_2018.pdf#view=fit&pagemode=none](https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec_bioeconomy_strategy_2018.pdf#view=fit&pagemode=none) (April 2020).

Gadel-Hak S. N. H., Moustafa Y. M. M., Abdel-Naem G. F., Abdel-Wahab I. A. 2011. Studying different quantitative and qualitative traits of some white- and colored- bulb garlic genotypes grown under a drip irrigation system. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5, 6: 1415-1427

Goke A., Serra S., Musacchi S. 2018. Postharvest dry matter and soluble solids content prediction in d'Anjou and Bartlett pear using near-infrared spectroscopy. *HortScience*, 53, 5: 669-680

Gramc A. 1997. Encimsko modificirane beljakovine sirotke. Magistrsko delo. Ljubljana, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 62 str.

Gričar J. 2011. Kemijska zgradba skorje in njena uporaba. *Les*, 63, 1-2: 8-16

Grimm D, Wösten HAB (2018) Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology* 102:7795–7803. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9226-8>

Haggag F. L., Shahin M. F. M., Genaidy E. A. E., Fouad A. A. 2013. Changes in fruit weight, dry matter, moisture content and oil percentage during fruit development stages of two olive cultivars. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 2, 1: 21-27

IHPS (Inštitut za hmejarstvo in pivovarstvo). 2019. Projekt LIFE BioTHOP. <https://www.life-biothop.eu/sl/> (marec, 2020)

Jayathilakan K., Sultana K., Radhakrishna K., Bawa A.S. 2012. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology* 49(3), str. 278-293.

Jakob D. 2009. Vpliv gnojenja z dušikom na pridelek in skladiščno sposobnost čebule (*Allium cepa* L. var. *cepa*). Diplomsko delo. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 63 str.

Kiffo B. L., W/Tsadik K., Tana T. 2016. Yield and yield components of leek (*Allium amoeloprasum* var. *Porrum* L) as influenced by levels of nitrogen fertilizer and population density at Areka, Southern Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6, 15: 21-33

Kocjan Ačko D. 1999. Pozabljene poljščine. Ljubljana, Kmečki glas: 187 str.

Koto d.o.o. 2015. Letno poročilo družbe Koto d.o.o. za leto 2015. 83 str.



- Koto d.o.o. 2018. Revidirano letno poročilo družbe Koto d.o.o. za leto 2018. 87 str.
- Kowalska J., Kowalska H., Marzec A., Brzezinski T., Samborska K., Lenart A. 2018. Dried strawberries as a high nutritional value fruit snack. *The Food Science and Biotechnology*, 27, 3: 799-807
- Kramberger D. 2010. Pridelek in kakovost nekaterih sort breskev (*Prunus persica* L.) in nektarin (*Prunus persica* var. *nucipersica* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 39 str.
- Križnik B.N., Gorjanc T. 2018. Živilskopredelovalna industrija v Sloveniji v letu 2017. *Gospodarska zbornica Slovenije, Zbornica kmetijskih in živilskih podjetij in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano*: 14 str.
- Lamut A. 2011. Gojenje špinacije (*Spinacia oleracea* L.) na plavajočem sistemu v različnih substratih. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 39 str.
- Langeveld, H. 2012. Biomass availability. V: Langeveld, H., Sanders, J., Meeusen, M. (ur.) *The biobased economy: biofuels, materials and chemicals in the post-oil era*. Routledge, New York, s. 83-101.
- Lavrič L. 2020. Podatek o skupnih prevzetih količinah šivalskih stranskih proizvodov v obrat KOTO v letu 2018. Osebni vir, dne 11.02.2020.
- MacDonald J. M., Ribaud M. O., Livingston M. J., Beckman J., Huang W. 2009. Manure Use for Fertilizer and for Energy. Report to Congress. Washington, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service: 46 str.
- Madžarevič M. 2006. Vsebnost nekaterih pomembnih prehranskih komponent v orehih (*Juglans regia* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 63 str.
- Mahmutoglu T., Emir F., Saygi B. 1996. Sun/solar drying of differently treated grapes and storage stability of dried grapes. *Journal of Food Engineering*, 29: 289-300
- Majer D., Jesenko T., Pajntar N., Zorko A., Sever S., Ženko M., Kapun S., Barbarič M., Lebar J., Zadavec D., Pevec T., Strgulec M., Kalan M., Pavlin F., Pribožič P., Poženel A., Iljaš D., Zemljič A., Zupan M., Vrščaj B. 2014. Tehnološki ukrepi pri pridelavi koruze za zmanjšanje vpliva suše. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje: 44 str.
- Mavrin D., Oštir Š. 2002. Tehnologija mleka in mlečnih izdelkov. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 218 str.



Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. 1972. *The Limits to Growth*. Potomac Associates, Falls Church, Virginia, U.S., 205 str.

Mihelič R., Andoljšek L., Leskošek M., Lobnik F. 2001. Uporaba biogenih odpadkov v kmetijstvu: stanje v Sloveniji in perspektive. *Gospodarjenje z odpadki*, 10, 38: 8-14

Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. *Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje*. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 184 str.

MKGP. 2016. Razmejitev med primarno kmetijsko proizvodnjo ter predelavo kmetijskih proizvodov. [Splet] Dostopno na:  
[http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/Javni\\_razpisi/2016/2\\_JR\\_za\\_ukrep\\_4.1/2\\_JR\\_4.1\\_razmejitev.doc](http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/Javni_razpisi/2016/2_JR_za_ukrep_4.1/2_JR_4.1_razmejitev.doc) (24.4.2019)

MKGP. 2018. *Country Market Statement, Slovenia*. UNECE: 13 str.

Mavrin D., Oštir Š. 2002. *Tehnologija mleka in mlečnih izdelkov*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 218 str.

Munda S. 2010. Preizkušnje organskih gnojil dovoljenih v ekološki pridelavi rdeče pese (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva* Alef.). Diplomsko delo. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 53 str.

O'Brien, M., Schütz, H., Bringezu, S. 2015. The land footprint of the EU bioeconomy: Monitoring tools, gaps and needs, *Land Use Policy*, 47: 235-246, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.04.012>.

Osojnik Črnivec I.G., Marinšek-Logar R. 2007. D7.2.2 Report on the assessed extent of environmental impacts of the existing TFPs production and processing. Report to the TRUEFOOD (Traditional United Europe Food, C.N. FOOD-CT-2006-016264), 25. str.

Østergård H., Markussen M. V., Jensen E. S. 2010. *Challenges for Sustainable Development. Section One – Towards Sustainability. V: The Biobased Economy. Biofuels, Materials and Chemicals in the Post-oil Era*. Langeveld H., Sanders J., Meeusen M. (ur.). London, TJ International: 416 str.

Palmer J. W., Harker F. R., Tustin D. S., Johnston J. 2010. Fruit dry matter concentration: a new quality metric for apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 2586-2594 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jsfa.4125> (November 2019)

Papež J. 2009. Vpliv načina pridelave na prehransko kakovost paradižnika in zelene solate. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 59 str.



Pérez-Calvo E., Castrillo C., Baucells M.D., Guada J.A., 2010. Effect of rendering on protein and fat quality of animal by-products. *Animal Physiology and Animal Nutrition*.

Petrač D. 2016. Uporaba slame žit za izvor toplotne energije v Sloveniji. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 38 str.

Petrisor Cristina. 2014. Physical and chemical traits of new apricot fruit selections. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 18, 3: 92-94

Piškur B, Bajc M, Robek R, et al (2011) Influence of *Pleurotus ostreatus* inoculation on wood degradation and fungal colonization. *Bioresource Technology* 102:10611–10617. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.09.008> (April, 2020).

Podgornik, M., Bučar-Miklavčič, M., Levart, A., Salobir, J., Rezar, V., Poklar Ulrih, N., Skrt, M. Butinar, B. 2019. Možnosti uporabe ostankov proizvodnje v oljkarstvu. Zaključno poročilo o ciljno raziskovalnega projekta CRP V4-1621, [https://www.zrs-kp.si/wp-content/uploads/2019/11/Zakljucno\\_porocilo\\_CRP\\_V4-1621.pdf](https://www.zrs-kp.si/wp-content/uploads/2019/11/Zakljucno_porocilo_CRP_V4-1621.pdf) (april 2020).

Poročilo o stanju kmetijstva, živilstva, gozdarstva in ribištva 2017. Kmetijski inštitut Slovenije, Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 261 str. [https://www.kis.si/f/docs/Porocila\\_o\\_stanju\\_v\\_kmetijstvu\\_OEK/ZP\\_2017\\_splosno\\_priloge\\_za\\_net\\_2.pdf](https://www.kis.si/f/docs/Porocila_o_stanju_v_kmetijstvu_OEK/ZP_2017_splosno_priloge_za_net_2.pdf) (April, 2020).

Poročilo o stanju kmetijstva, živilstva, gozdarstva in ribištva 2018. Kmetijski inštitut Slovenije, Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 273 str. [https://www.kis.si/f/docs/Porocila\\_o\\_stanju\\_v\\_kmetijstvu\\_OEK/ZP\\_2018\\_splosno\\_priloge\\_koncna\\_02.12.pdf](https://www.kis.si/f/docs/Porocila_o_stanju_v_kmetijstvu_OEK/ZP_2018_splosno_priloge_koncna_02.12.pdf) (April, 2020).

Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2017. 2018. Zavod za gozdove Slovenije, 141 str.

Potočnik J. 2020. Sustainable Models in Circular Bioeconomy. Boeas as a Driving Force In the Context of the European Green Deal. Brussels 20. September 2020.

Površine poljščin, Slovenija. 2019. Statistični zrad Republike Slovenije <https://www.stat.si/StatWeb/news/Index/8377> (november, 2019)

Prasad S., Singh A., Korres N. E., Rathore D., Sevda S., Pant D. 2020. Sustainable utilization of crop residues for energy generation: A life cycle assessment (LCA) perspective. *Bioresource Technology*, 303: 12 str. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122964> (April, 2020)

Pravilnik o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. 2008. Uradni list Republike Slovenije, 122: 16261-16452



Prince S. D., Haskett J., Steininger M., Strand H., Wright R. 2001. Net primary production of U.S. Midwest croplands from agricultural harvest yield data. *Ecological Applications*, 11, 4: 1194-1205

Priročnik za lastnike gozdov. 2017. Gozdno lesni proizvodi. [Splet] Dostopno na: <http://wcm.gozdis.si/gozdno-lesni-proizvodi> (24.4.2019)

Program razvoja podeželja RS za obdobje 2014-2020. 2019. Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano, Ljubljana, 7. sprememba (22. 9. 2019). [https://www.program-podezelja.si/images/SPLETNA STRAN PRP NOVA/1 PRP 2014-2020/1\\_1 Kaj je program razvoja pode%CC%BEelja/7. sprememba PRP/Programme 2014SI06RDNP001\\_9\\_1 sl.pdf](https://www.program-podezelja.si/images/SPLETNA_STRAN_PRP_NOVA/1_PRP_2014-2020/1_1_Kaj_je_program_razvoja_pode%CC%BEelja/7._sprememba_PRP/Programme_2014SI06RDNP001_9_1_sl.pdf)

Rajh M. 2017. Dejavniki razvoja bioekonomije v Sloveniji. Magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Študij biotehnologije). Ljubljana: 112 str.

Rezar V., Salobir J., Tomažin U., Levart A. 2017. Hranilna vrednost alternativnih krmil. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 10 str.  
[https://crp2014.kis.si/images/13\\_-\\_Hranilna\\_vrednost\\_alternativnih\\_krmil.pdf](https://crp2014.kis.si/images/13_-_Hranilna_vrednost_alternativnih_krmil.pdf)  
(November 2019)

Russ W. 2008. Waste and By-products in Food Processing. V: L. Gašperlin, B. Žlender. Stranski proizvodi in odpadki v živilstvu – uporabnost in ekologija. 25. Biltenčevi živilski dnevi 2008. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za Živilstvo in Slovensko prehransko društvo. str. 9–17.

SCAR (2015). Sustainable Agriculture, Forestry and Fisheries in the Bioeconomy - A Challenge for Europe. 4th Foresight Exercise of the Standing Committee of Agricultural Research, European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, <https://ec.europa.eu/research/scar/pdf/ki-01-15-295-enn.pdf>

Schmid, O., Padel, S., Levidow, L. 2012. The Bio-Economy Concept and Knowledge Base in a Public Goods and Farmer Perspective. *Bio-based and Applied Economics* 1(1): 47-63, 2012.

Sežun M. 2011. Razvoj proizvodnje bioplina iz lignoceluloznih substratov. Doktorska disertacija. Biotehniška Fakulteta, Univerza v Ljubljani. 128 str.

Shahane A. A., Shivay Y. S. 2016. Cereal residues – Not a waste until we waste it: A review. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 7, 1: 162 - 173

Sojar U. 2008. Gojenje motovilca (*Valerianella locusta* L.) na plavajočem sistemu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 38 str.



SKD - Standardna klasifikacija dejavnosti 2008. 2010. Statistični urad Republike Slovenije, 452 str.

Statistični urad Republike Slovenije [www.stat.si](http://www.stat.si) (November 2019)

Sun X., Wei X., Zhang J., Ge Q., Liang Y., Ju Y., Zhang A., Ma T., Fang Y. 2020. Biomass estimation and physicochemical characterization of winter vine prunings in the Chinese and global grape and wine industries. *Waste Management*, 104: 119 - 129

Ščap Š., Triplat M., Piškur M., Krajnc N. 2014. Metodologija za ocene potencialov lesa v Sloveniji. *Acta Silvae et Ligni* 105: 27-40

Švab A. 2013. Vpliv modificirane atmosfere na fizikalno-kemijske lastnosti sliv (*Prunus domestica*). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 44 str.

Švab N. 2019. »Neverjeten odziv« Slovencev: rešili 15 ton ekološko pridelanih jabolk. Portal 24 ur: <https://www.24ur.com/novice/gospodarstvo/jabolka.html> (april, 2020)

Townsley P.M. 1979. Preparation of commercial products from brewer's waste grain and trub, *MBAA Technical Quarterly* 16, str. 130-134.

Tratnik L. 1998. Mlijeko: tehnologija, biokemija i mikrobiologija. Zagreb, Hrvatska mljekarska zadruga: 391 str.

Triplat M., Krajnc N., Robek R. 2016 Odločevalna matrika za izbor ekološko ustrezne tehnologije pri proizvodnji zelenih sekancev. *Acta Silvae et Ligni* 109: 1-20

Trop I. 2013. Možnosti uporabe slovenske ovčje volne s poudarkom na manj kakovostni volni. Študija izvedljivosti. Projekt LANATURA, Tradicija in inovacije v uporabi živalskih materialov. Nova Gorica, Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo in Ministero dell'Economia e delle Finanze: 23 str. <http://lanatura.eu/sites/default/files/INOVATIVNI%20NA%20C4%8CINI%20UPORABE%20OV%20C4%8CJE%20VOLNE%20-%20OBLIKOVANO.pdf> (marec, 2020)

Unkovich M., Baldock J., Forbes M. 2010. Chapter 5 - Variability in harvest index of grain crops and potential significance for carbon accounting: Examples from Australian agriculture. V: *Advances in agronomy*. Sparks D. L. (ur.). Academic Press: 173-219

Uredba o izvedbi ukrepov kmetijske politike za leto 2013. 2013. Uradni list Republike Slovenije, 4: 431-572

Vek V. 2013. Ekstraktivi v poškodovanem lesu in grčah navadne bukve (*Fagus sylvatica*L.): Doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta). Ljubljana: 162 str.



Velazquez-Marti B., Fernandez-Gonzalez E., Callejon-Ferre A. J., Estornell-Cremades J. 2012. Mechanized methods for harvesting residual biomass from Mediterranean fruit tree cultivations. *Scientia Agricola*, 69, 3: 180-188

Vidali K. 2014. Vpliv modificirane atmosfere na fizikalno-kemijske parametre norveških češenj (*Prunus avium*). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 49 str.

Vidic T., Žitnik M. 2018. Metodološko pojasnilo Odpadki. Statistični urad Republike Slovenije. 10 str.

Waldron K. (ed.) 2007. Handbook of waste management and co-product recovery in food processing. Volume 1. CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge. 662 str.

WCM – WoodChainManager, 2019. Količine odkupa okroglega lesa. [Splet] Dostopno na: <http://wcm.gozdis.si/kolicine-odkupa-okroglega-lesa> (30.4.2019)

Wichrowska D., Rolwiecki R., Rolbiecki S., Jagosz B., Ptach W., Kazula M., Figas A. 2018. Concentrations of some chemical components in white asparagus spears depending on the cultivar and post-harvest irrigation treatments. *Folia Horticulturae*, 30, 1: 147-154

Willför S., Hemming J., Reunanen M., Eckerman C., Holmbom B. 2003. Lignans and lipophilic extractives in Norway spruce knots and stemwood. *Holzforschung* 57: 27-36

Zadow J.G. 2003. Whey and whey powders. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 4. 2nd ed. Caballero B., Tringo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 6147 - 617

Zambrzycki B. (EC, DG DSANTE) 2020. Food Waste and the Circular Economy. Boeas as a Driving Force In the Context of the European Green Deal. Brussels 20. September 2020.

Zaplotnik C. 2015. Rešimo slovenske pridelke. Gorenjski Glas: <http://arhiv.gorenjskiglas.si/article/20151023/C/151029893/resimo-slovenske-pridelke> (April, 2020)

Zule J. 2015. Možnosti kemične predelave bukovega lesa. *Gozdarski vestnik*, 73, 10: 479-487





## Priloge

### *Priloga 1: Vsebnost suhe snovi, žetveni indeksi in koeficienti zelenega odreza v primarni kmetijski proizvodnji*

<b>Rastlina</b>	<b>SS</b>	<b>Vir</b>	<b>HI</b>	<b>Vir</b>
Pšenica	86,3	Rezar in sod., 2017	0,39	Prince in sod., 2001
Pira	88	Rezar in sod., 2017	0,5	Mihelič in sod., 2001
Rž in soržica	86	Mihelič in sod., 2001	0,5	Mihelič in sod., 2001
Ječmen	82,9	Rezar in sod., 2017	0,5	Prince in sod., 2001
Oves	89	Unkovich in sod., 2010	0,5	Prince in sod., 2001
Koruza za zrnje	86,5	Unkovich in sod., 2010	0,5	Prince in sod., 2001
Silažna koruza	34	Majer in sod., 2014	1	Prince in sod., 2001
Tritikala	89	Unkovich in sod., 2010	0,3	Unkovich in sod., 2010
Proso	86	Mihelič in sod., 2001	0,5	Prince in sod., 2001
Ajda	86	Mihelič in sod., 2001	0,5	Prince in sod., 2001
Sirek, mohor, bar, ptičje seme	86	Mihelič in sod., 2001	0,5	Prince in sod., 2001
Krmni grah	91,6	Rezar in sod., 2017	0,4	Mihelič in sod., 2001
Krmne korenovke (pesa, koleraba, korenje)	9,7	Rezar in sod., 2017	0,8	Mihelič in sod., 2001
Druge krmne korenovke	10	Mihelič in sod., 2001	0,8	Mihelič in sod., 2001
Oljna ogrščica in repica	95,1	Rezar in sod., 2017	0,5	Prince in sod., 2001
Sončnice	91	Unkovich in sod., 2010	0,27	Prince in sod., 2001
Hmelj	25	Mihelič in sod., 2001	0,1	Mihelič in sod., 2001
Detelja	87,5	Rezar in sod., 2017	1	Prince in sod., 2001
Lucerna	87,5	Rezar in sod., 2017	1	Prince in sod., 2001
Seno	80	Bernik, 2008	1	Prince in sod., 2001
Belo zelje	8,1	Rezar in sod., 2017	0,6	Mihelič in sod., 2001
Ohrovt	10	Mihelič in sod., 2001	0,6	Mihelič in sod., 2001
Cvetača in brokoli	10	Mihelič in sod., 2001	0,6	Mihelič in sod., 2001
Kitajski kapus	10	Mihelič in sod., 2001	0,6	Mihelič in sod., 2001
Solata	7	Papež, 2009	0,75	Mihelič in sod., 2010



Endivija	7	Papež, 2009	0,75	Mihelič in sod., 2010
Radič	7	Papež, 2009	0,64	Mihelič in sod., 2010
Špinača	9,9	Lamut, 2011	0,77	Mihelič in sod., 2010
Korenček	12,3	Rezar in sod., 2017	0,74	Mihelič in sod., 2010
Rdeča pesa	15,1	Munda, 2010	0,57	Mihelič in sod., 2010
Sladkorna pesa	20,2	Rezar in sod., 2017	0,7	Mihelič in sod., 2010
Paradižnik	20	Mihelič in sod., 2001	0,57	Mihelič in sod., 2010
Paprika	6,4	Antolin, 2009	0,36	Mihelič in sod., 2010
Kumare	2,1	Cafuta, 2009	0,44	Mihelič in sod., 2010
Krompir	17,9	Rezar in sod., 2017	0,9	Mihelič in sod., 2010
Čebula	12	Jakob, 2009	0,71	Mihelič in sod., 2010
Česen	31,8	Seifel-Nasr in sod., 2011	0,27	Mihelič in sod., 2010
Por	11,3	Birhanu in sod., 2016	0,7	Mihelič in sod., 2010
Fižol za stročje	86	Mihelič in sod., 2001	0,1	Mihelič in sod., 2010
Fižol za zrnje	86	Mihelič in sod., 2001	0,1	Mihelič in sod., 2010
<b>Rastlina</b>	<b>SS</b>	<b>Vir</b>	<b>HI</b>	<b>Vir</b>
Soja	91,4	Rezar in sod., 2017	0,1	Mihelič in sod., 2010
Grah	86	Mihelič in sod., 2001	0,1	Mihelič in sod., 2010
Motovilec	6,5	Sojar, 2008	0,75	Mihelič in sod., 2010
Buče za olje	5,7	Rezar in sod., 2017	0,20 – 0,50	Mihelič in sod., 2010
Bučke	5,7	Rezar in sod., 2017	0,5	Mihelič in sod., 2010
Šparglji (Beluši)	6,4	Wichrowska in sod., 2018	0,61	Mihelič in sod., 2010
<b>Sadje</b>	<b>SS</b>	<b>Vir</b>	<b>Zeleni odrez sadnih rastlin</b>	
			<b>t SS/ha</b>	<b>Vir</b>
Grozdje	24,5	Mahmutoglu in sod., 1996	1,45	Bisaglia in sod., 2018
Jabolka	14,3	Palmer in sod., 2010	1,9	Bisaglia in sod., 2018
Hruške	14,3	Goke in sod., 2018	1,58	Bisaglia in sod., 2018
Breskve in nektarine	10,9	Kramberger, 2010	1,43	Bisaglia in sod., 2018
Marelice	16,8	Petrisor, 2014	3,725	Velazquez in sod., 2012



Češnje	16	Vidali, 2014	3,725	Velazquez in sod., 2012
Višnje	16	Vidali, 2014	3,725	Velazquez in sod., 2012
Češplje in slive	14,3	Švab, 2013	3,725	Velazquez in sod., 2012
Orehi	96,8	Madžarević, 2006	1,42	Bisaglia in sod., 2018
Jagode	7,5	Kowalska in sod., 2018	/	/
Drugo jagodičje	7,5	Kowalska in sod., 2018	/	/
Oljke	23,1	Haggag in sod., 2013	1,34	Bisaglia in sod., 2018

## ***Priloga 2: Vrste, zakonodaja in sistemi ravnanja z odpadki***

V strokovni in zakonski terminologiji, se med seboj pogosto mešajo termini odpadek, ostanek in stranski proizvod, odslužen les. Terminologija, ki je uporabljena v posameznem dokumentu, je pogosto odsev časa in odraža pogled družbe na plošno veljavno problematiko.

### **Odpadek**

Angleški izraz: Waste

Odpadek je v različnih družbah definiran kot:

Zakonodaja iz ZDA: stvar, za katero njen lastnik ne prevzema več odgovornosti

Stališče OZN: odpadki so vse, čemur je pretekel rok uporabe

EU do 2008 vsako substanco ali stvar, ki je navedena v Prilogi 1 in jo je lastnik odvrigel oz. je namenjena za odmet.

Direktiva 2008/98/ES ter Uredbi o odpadkih (Uradni list RS, 103/2011) je odpadek definiran: kot snov ali predmet, ki ga imetnik zavrže, namerava zavreči ali mora zavreči.

Ta definicija ima veliko pomanjkljivost. O uporabnosti oziroma neuporabnosti se praviloma odloča le imetnik odpadka. Pogosto je odločitev povsem racionalna. Marsikateri »odpadek« je še vedno uporaben, a morda zaradi majhne količine in stroškov povezanih s prevzemom, za imetnika ne predstavlja vira dohodka, temveč le stroška, ki se ga mora znebiti, na najlažji način. Velika večina odpadkov, je navedenih v katalogu odpadkov. Vsaka vrsta odpadkov iz tega kataloga ima svojo šifro, ki omogoča lažjo komunikacijo in izmenjavo podatkov.

Širša definicija odpadka je: Odpadek je vsaka snov oziroma predmet v tekočem, plinastem ali trdnem agregatnem stanju neznanega lastnika ali ki ga proizvajalec, lastnik ali imetnik ne more ali ne želi uporabiti sam, ga ne potrebuje, ga moti oziroma mu škodi ali ga je zaradi interesov varstva okolja oziroma drugega javnega interesa treba obdelati, predelati ali odložiti, kot je predpisano.



V direktivi 2008/98/ES sta dodatno pojasnjena pojma:

- “end-of-waste”
- stranski produkt.

Odpadke lahko v grobem ločimo na komunalne in industrijske ter na odpadke, ki nastajajo v drugih dejavnostih (npr. bolnišnični odpadki, radioaktivni odpadki in podobno). Odslužen les je praviloma obravnavan kot industrijski odpadek, čeprav v večini primerov nastaja pri individualnih porabnikih.

Med inertne odpadke štejemo vse tiste, ki jih je mogoče brez posebne obdelave uporabiti za zasipe, pri izdelavi cest oz. jih je dovoljeno odložiti na komunalna odlagališča. Gre za razne žindre, odpadke ob podiranju stavb, odpadni gradbeni material idr. Pogosto je les primešan gradbenim odpadkom.

Posebni odpadki so tisti, ki jih je mogoče dovolj učinkovito predelati oz. pripraviti za varno odlaganje. Večina odpadkov iz te skupine nastaja v obratih, ki proizvajajo izdelke za široko potrošnjo. Sem uvrščamo galvanske kopeli in gošče, kisle in bazične raztopine ter gošče, odpadna olja in emulzije, ostanke barv in lakov, strnjena lepila in smole, livarske peske.. V nekaterih primerih je tudi les, onesnažen z biocidi uvrščen med posebne odpadke.

Nevaren odpadek je odpadek, ki ima eno izmed lastnosti, ki opredeljujejo nevarne snovi in pripravke (npr.: jedko, strupeno, zdravju škodljivo, rakotvorno, ekotoksično,...) (Slika 2).

- Nevaren odpadek je lahko vsak odpadek, ki ima dolgoročne vplive na okolico (npr.: presežene koncentracije prostega: ogljika, dušika, fosforja,...)
- Odpadki se štejejo za nevarne, dokler ni dokazano nasprotno (Zakon o varstvu okolja, 5. člen, 1993).
- Nova direktiva definira 15 vrst nevarnosti (H1-H15, do sedaj 14).

Ravnanje z odpadki v določeni meri predpisuje zakonodaja glede na

- Evropski seznam odpadkov (Seznam še ni dokončen) (Preglednica 1)
- Glede na lastnosti (S prekoračitvijo mejne vrednosti vsaj enega parametra v 15 vrstah nevarnosti) (Preglednica 34).



*Preglednica 64: Klasifikacijski seznam nevarnih in nenevarnih lesnih odpadkov povzet bo EU dokumentu 2000/532/ES*

<b>Nevarni odpadki</b>	<b>Nenevarni odpadki</b>
02 - Odpadki iz kmetijstva, vrtnarstva, ribogojstva, gozdarstva, lova in ribištva, priprave in predelave hrane	
/	02 01 07: Odpadki iz gozdarstva
03 - Odpadki iz obdelave in predelave lesa ter proizvodnje ivernih plošč in pohištva, vlaknin, papirja in kartona	
03 01 04*: Žagovina, oblanci, sekanci, odrezki, les, delci plošč in furnir, ki vsebujejo nevarne snovi	03 01 01: Odpadna lubje in pluta 03 01 05: Žagovina, oblanci, sekanci, odrezki, les, delci plošč in furnir, ki niso navedeni pod 03 01 04 03 03 01: Lubje
15 - Odpadna embalaža; absorbenti, čistilne krpe, filtrirna sredstva in zaščitna oblačila, ki niso navedeni drugje	
15 01 10*: Embalaža, ki vsebuje ostanke nevarnih snovi ali je onesnažena z nevarnimi snovmi	15 01 03: Lesena embalaža
17 - Gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja objektov (vključno z zemeljskimi izkopi z onesnaženih območij)	
17 02 04*: les, ki vsebuje nevarne snovi ali je z njimi onesnažen	17 02 01: Les
19 - Odpadki iz naprav za ravnanje z odpadki, čistilnih naprav ter priprave pitne vode in vode za industrijsko rabo (odpadni les iz upravljanja objektov)	
19 12 06*: Les, ki vsebuje nevarne snovi	19 12 07: Les, ki ni naveden pod 19 12 06
20 - Komunalni odpadki (gospodinjski in njim podobni odpadki iz trgovine, proizvodnih, poslovnih, storitvenih in drugih dejavnosti ter javnega sektorja), vključno z ločenimi frakcijami	
20 01 37*: Les, ki vsebuje nevarne snovi	20 01 38: Les, ki ni naveden pod 20 01 37

Nevarne lastnosti so opredeljene na splošno, za vse vrste odpadkov. V EU smernicah 2000/532/ES so podrobno navedeni tudi postopki, kako določiti nevarne lastnosti. Na nevarne lastnosti lesa, lahko v največji meri vplivajo onesnažila, ki jih vnesemo v les z biocidno zaščito, površinskimi premazi, ognje zadrževalnimi premazi. Lahko pa se onesnažijo tudi med uporabo (živo srebro – razbiti živosrebrni termometri). Nevarni odpadki, ki se v skladu z Odločitvijo komisije 2000/532/ES označujejo z zvezdico (\*), se opredeljujejo za nevarne zaradi posebne ali splošne zveze z nevarnimi snovmi in so opredeljeni za nevarne le, če je koncentracija oziroma masni deleže teh snovi tolikšen, da ima odpadki eno ali več lastnosti (Preglednica 35), navedenih v Prilogi III k Direktivi Sveta 91/689/EGS. Označevanje teh lastnosti je standardizirano v celotni EU. Zato se za



označevanje uporablja velika črka H, ki izhaja iz besede Hazard. Te lastnosti so označene od H1 do H14. Direktiva jasno določa, kako se določajo posamezne lastnosti. To po eni strani lahko povzroča težave tudi pri rabi odsluženega lesa. Če les vsebuje več kot 5,5 ut. % borove kisline, je uvrščen med odpadke, ki lahko povzročajo reproduktivno toksičnost. Na srečo se borove spojine slabo vežejo v les in se bor izpere iz lesa med skladiščenjem, zato v praksi ni zaslediti velikih težav.

*Preglednica 65: Nevarne lastnosti odpadkov povzete iz priloge 4 Uredbe o ravnanju z odpadki.*

Oznaka	Nevarna lastnost
H1	eksplozivno
H2	oksidativno
H3a	lahkovnetljivo
H3b	vnetljivo
H4	dražilno
H5	zdravju škodljivo
H6	strupeno
H7	rakotvorno
H8	jedko
H9	infektivno
H10	strupeno za reprodukcijo (teratogeno - škodljiv vpliv na plod)
H11	mutageno (škodljiv vpliv na dedno zasnovo)
H12	odpadek, ki sprošča strupene snovi v stiku z vodo, ksl. ali zrakom
H13	odpadek, nevaren zaradi možnosti izluževanja snovi z nevarnimi lastnostmi
H14	ekotoksično



### **Stranski proizvod**

Angleški izraz: By product, Side product

Direktiva o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv [2008/98/ES], definira stranski proizvod kot:

Odpadna snov ni odpadek, če:

- ima zagotovljeno nadaljnjo uporabo brez predhodne posebne obdelave
- je proizveden kot integralni del rednega proizvodnega postopka
- je njegova uporaba zakonita, t.j. da izpolnjuje vse produktne, zdravstvene in okoljske zahteve za specifično uporabo.

Omenjena direktiva jasno definira, kdaj so snovi ali predmeti, ki nastanejo pri proizvodnem procesu, katerega glavni namen ni proizvodnja takšnih snovi ali predmetov, stranski proizvodi in ne odpadki. Odločitev, da neka snov ni odpadek, se lahko sprejme le na podlagi usklajenega pristopa, ki se redno posodablja, in kadar je to skladno z varstvom okolja in zdravja ljudi. Če je uporaba stranskega proizvoda dovoljena z okoljevarstvenim dovoljenjem ali splošnimi okoljskimi predpisi, lahko države članice na podlagi tega določijo, da splošni škodljivi vplivi na okolje in zdravje ljudi niso pričakovani; predmet ali snov se lahko šteje za stranski proizvod le, če so izpolnjeni določeni pogoji. Ker se stranski proizvodi uvrščajo v kategorijo proizvodov, bi moral biti njihov izvoz v skladu z zahtevami ustrezne zakonodaje Skupnosti. Da bi se doseglo prenehanje statusa odpadka, je lahko postopek predelave enostaven. Določilo ne izključuje nevarnih odpadkov kot stranskih proizvodov!

Lesni ostanki, ki nastajajo tekom industrijskega procesa so tipičen primer stranskega proizvoda. Sekance ali žaganje lahko uporabimo v številne namene, od ivernih plošč, peletov, briketov, nastilje za živali ... Lesni ostanki imajo ceno. Njihovega nastanka pa ni mogoče v celoti preprečiti. V določenih koledarskih oziroma časovnih obdobjih obstaja veliko povpraševanje po lesnih ostankih. V teh primerih številni sodobni žagarski obrati optimizirajo svojo proizvodnjo tako, da nastaja več oziroma manj posameznih sortimentov.

V povezavi s terminom lesni odpadki ali lesni ostanki se pogosto pojavljata tudi termina Obdelava odpadkov in ponovna uporaba. Obdelava odpadkov pomeni postopke predelave ali odstranjevanja, ki vključujejo pripravo za predelavo ali odstranjevanje.

Ponovna uporaba pomeni vsak postopek, pri katerem se proizvodi ali sestavni deli, ki niso odpadki, ponovno uporabijo za namene, za katere so bili prvotno izdelani.





### Lesni ostanki

Lesni ostanki, so v skladu z zakonodajo definirani, kot stranski proizvod. Njihov opis je podrobneje razviden iz prejšnjega poglavja.

Angleški izraz: residues, wood residues

### End of waste

V skupino »end of waste« spadajo odpadki, ki jih ni mogoče, oziroma jih ne smemo uporabiti v noben drug namen, kot da jih sežgemo v posebej za to namenjenih kotlih, ali jih odložimo na posebne deponije. Te skupine odpadkov ne smemo ponovno uporabiti ali jih reciklirati. V to skupino spada zelo močno onesnaženi lesni ostanki ali odslužen les, kot je na primer les zaščite z živosrebrovim kloridom ali polikloriranimi bifenili.

Skupina »end of waste« zajema odpadke, ki jih ni mogoče na noben način varno ponovno uporabiti, jih reciklirati... Zanje ne obstaja povpraševanje in jih ni mogoče prodati.

### Odslužen les

Angleški izraz: recovered wood, post-consumed wood.

Odslužen les je les na koncu (po koncu) življenjske dobe. V to skupino sodi tako odslužen konstrukcijski les, staro pohištvo, ostanki pakirnega materiala ... Med odslužen les ne prištevamo industrijskih ostankov, sečnih ostankov (Preglednica 36).

*Preglednica 66: Primerjava odsluženega lesa in lesnih ostankov z vidika lastnosti*

<b>Kriterij</b>	<b>Odslužen les</b>	<b>Ostanki</b>
Viri	Nastaja izredno razpršeno	Nastaja točkasto
Kvaliteta	Variabilna	Homogena
Količine	Težko predvidljive	Načrtovane
Anorganske nečistoče	Da	Ne
Ostanki biocidov, težkih kovin	Da	Ne

*Preglednica 67: Število in raznolikost virov lesnih ostankov in odsluženega lesa*

<b>Odslužen les</b>	<b>Ostanki</b>
675 000 gospodinjstev	1000 lesno predelovalnih podjetij
Kvaliteta in kvantiteta izredno niha	Kvaliteta je enotna
Trg še ni v celoti vzpostavljen	Obstaja trg

V EU nimamo celovite direktive, ki bi obravnavala odslužen les. Tudi v slovenski zakonodaji, les ni celovito obravnavan. Problematiko odsluženega lesa, delno pokriva Uredba o predelavi odpadkov v trdna goriv. Ta uredba je nastala pod močnim vplivom Nemške Uredbe o gospodarjenju z odsluženim lesom (Altholzverordnung – AltholzV). Nemčija je na tem področju orala ledino in se je kot prva v EU zavedala potenciala odsluženega lesa. Uredbo o odsluženem lesu je v Nemčiji stopila v veljavo 1. marca 2003, kasneje pa je bila deležna še nekaj sprememb. Temu dokumentu so v Nemčiji posvetili veliko pozornosti, saj je bila zasnovana kot model, za razvrščanje in klasificiranje odsluženih materialov. Uredba jasno navede za kaj so primerne posamezne vrste odsluženega lesa.

Uredba o gospodarjenju z odsluženim lesom (Altholzverordnung – AltholzV) razvršča les v štiri skupine, glede na onesnaženost. Za vsako od skupin, definira tudi možnosti nadaljnje uporabe.

- Razred AI: Les, ki je v svojem naravnem stanju in je bil morda le mehansko obdelan in ni kontaminiran s kemikalijami.
- Razred AII: Lepljen, s površinskimi premazi obdelan les. Lepila in premazi ne vsebujejo halogeniranih ogljikovodikov ali premazov za les
- Razred AIII: Odslužen les obdelan s premazi, ki vsebujejo halogenirane ogljikovodike a ne vsebujejo biocidnih proizvodov za zaščito lesa.
- Razred AIV: Odslužen les, obdelan z zaščitnimi sredstvi za les (železniški pragovi, telefonski drogovi, ograje, .... V ta razred uvrstimo les, ki ga ne moremo uvrstiti v nižje tri razrede, z izjemo lesa, ki vsebuje PCB



*Slika 23: Videz sekancev izdelanih iz lesa kategorije AI (neonesnažen odslužen les)*



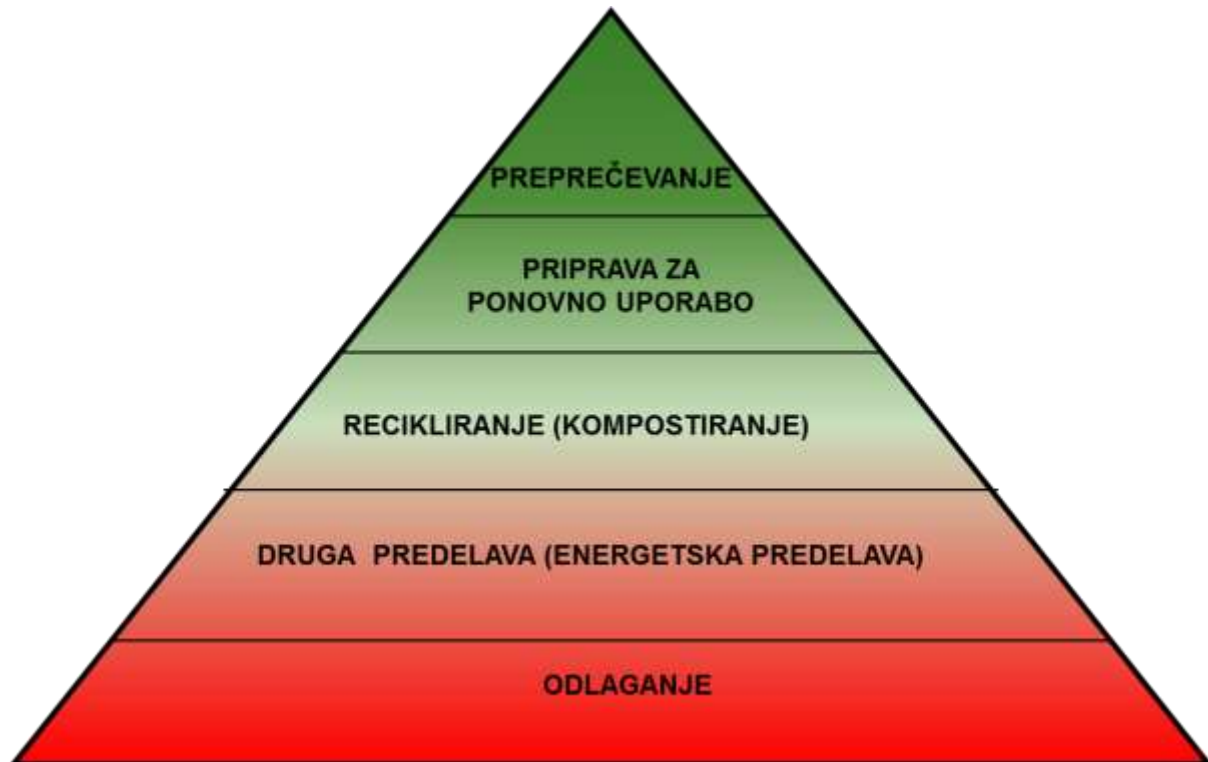
*Slika 24: Videz sekancev izdelanih iz lesa kategorije AI, AII in AIII (ta mešanica se najpogosteje pojavlja na trgu)*

### ***Priloga 3: Način obdelave lesnih »odpadkov«***

Direktiva 2008/98/ES o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv odpadke stranskih proizvodnih procesov (člen 5) že zaznava tudi kot sekundarno surovino. Za les to pomeni predvsem odpadke iz skupine 03. Odpadek preneha biti odpadke (člen 6), ko je predelan, vključno z recikliranjem, in izpolnjuje določena merila.



### Hierarhija ravnanja z odpadki



*Slika 25: Shematski prikaz hierarhije ravnanja z odpadki. Ravnanja, ki so navedena na vrhu piramide imajo prednost pred ravnanji na dnu piramide.*

Hierarhija ravnanja z odpadki določa prednostni vrstni red, ki predstavlja najbolj celovito rešitev za okolje v okviru zakonodaje in politike o odpadkih. Hierarhija upravljanja z odpadki je v Evropski Uniji natančno definirana v skladu z Direktivo 2008/98/ES. Direktiva določa in definira ukrepe, ki bodo pripomogli k boljšemu varovanju okolja, boljšemu zdravju ljudi in večji kvaliteti življenja. To je moč doseči s preprečevanjem ali zmanjševanjem škodljivih vplivov, ki izhajajo iz neustreznega ravnanja z odpadki. Direktiva povsem spreminja pogled na ravnanje z odpadki. Na odpadke ne gleda kot težavo, temveč kot priložnost. Za lažjo odločitev, direktiva zato uvaja naslednjo hierarhijo ravnanja z odpadki:

1. preprečevanje;
2. priprava za ponovno uporabo;
3. recikliranje (sem sodi tudi kompostiranje);
4. druga predelava, npr. energetska, in
5. odstranjevanje (ki je razumljeno kot odlaganje).



### Odstranjevanje:

Obstaja več postopkov odstranjevanja odpadkov, in sicer: sežig, odlaganje, predelava...

### Odlaganje:

- Odlaganje v nespremenjeni obliki kot nevaren odpadek
- Odlaganje po obdelavi kot inerten odpadek

Odpadek, ki se odlaga v nespremenjeni obliki: deponiranje v ustrezni embalaži na ustreznem mestu. Ta odpadek, se lahko po obdelavi odlaga kot inerten odpadek.



*Slika 26: Odslužen les na deponiji komunalnih odpadkov*

Odlaganje odpadkov na odlagališča sodi med najmanj zaželeno načine ravnanja z odpadki (Slika 26). Kapacitete skladišč so omejene in javnost je izjemno nenaklonjena odpiranju novih deponij. Poleg tega med anaerobno razgradnjo lesa nastajajo toplogredni plin metan, ki ima še večji toplogredni potencial kot ogljikov dioksid. To področje obravnava Direktiva Sveta 1999/31/ES o odlaganju odpadkov na odlagališčih. To direktivo smo v Sloveniji implementirali preko Uredbe o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur. list RS, št. 32/2006, 98/2007, 62/2008, 53/2009, 61/2011). Skupno stališče obeh zakonodajnih paketov je, da želimo omejiti odlaganje odpadkov na deponije, še posebej biorazgradljivih odpadkov. Slovenska direktiva določa mejne vrednosti emisij snovi v okolje zaradi odlaganja odpadkov, obvezna ravnanja in druge pogoje za odlaganje ter pogoje in ukrepe v zvezi z načrtovanjem, gradnjo, obratovanjem in zapiranjem odlagališč ter ravnanja po njihovem zaprtju. Neupoštevanje te uredbe je povzročilo velike težave pri pridobivanju okoljevarstvenih dovoljenj za odlagališča, zato so bila številna zaprta. Namen Uredbe je, da se v življenjskem obdobju odlagališča zmanjšajo učinki škodljivih vplivov na okolje, zlasti zaradi vplivov onesnaževanja z emisijami snovi v površinske vode, podzemne vode, tla in zrak in da v zvezi z globalnim onesnaženjem okolja zmanjšajo emisije





toplogrednih plinov in preprečijo tveganja za zdravje ljudi. Glede na delitev odpadkov iz sheme o delitvi odpadkov, tudi odlagališča delimo na: odlagališča za nevarne odpadke, odlagališča za nenevarne odpadke, odlagališča za inertne odpadke. Žal pa v Sloveniji nimamo ustrezno urejenega odlagališča za nevarne odpadke.

Tudi v svetu praviloma lesnih odpadkov ne odlagajo več, saj so le-ti odlična surovina s številnimi potencialnimi rabami. Še vedno pa odlagamo, pepel in žlindro, ki nastaneta po toplotni obdelavi odsluženega lesa. V tujine te odpadke odlagajo v zaprte rudnike soli. Največ odpadnega lesa še vedno odložijo v ZDA. Pri tem pa so v ZDA prisotne velike razlike. V bolj razvitih državah (Kalifornija, New York) ga veliko uporabijo v energetske namene, v osrednjih delih ZDA pa ga večina konča na odlagališčih. Iz ZDA pa prihaja tudi znan problem povezan z odlaganjem odsluženega lesa. Iz lesa, ki je bil impregniran s pripravki na osnovi arzenovih spojin, se je v vlažnih-močvirnih odlagališčih na Floridi, arzen izpiral in povsem onesnažil podtalnico, ki so jo uporabljali za pitno vodo.



*Slika 27: Mešanica gradbenih odpadkov, ki jih je nemogoče sortirati. V tem primeru je odlaganje edina rešitev.*

### **Predelava:**

Predelava vključuje naslednje postopke: fizikalno- kemijske postopke, termične postopke, elektrokemijske postopke...

Z elektrokemijskimi postopki spremenimo fizikalno-kemijske lastnosti odpadka do te mere, da se lahko odlaga na ustrezno mesto ali sežiga. Tipični primeri elektrokemijskih postopkov so:

- Iz hidroksidov težkih kovin pridobimo kovin, Težko topne kovinske soli (primerno kot nadomestilo primarnih surovin), Filtrat, ki ne vsebuje ostanke nevarnih snovi



- S fizikalno kemijskimi postopki se da očistiti tudi onesnažen odslužen les. Tipična primera sta ekstrakcija z vodno raztopino organskih kilin, EDTA, ali elektro-kemijsko čiščenje.

### Energijska izraba odpadkov

Energijska izraba odpadkov vsebuje več postopkov, odvisno od onesnaženosti in kvalitete lesnih ostankov, oziroma onesnaženosti biomase. Tem postopkov v zakonodaji pogosto pravimo termična obdelava odpadkov, ki vključuje:

- Incineracija
  - Zahteven, natančno voden in kontroliran postopek visokotemperaturnega oksidativnega sežiga.
  - Incineracija zahteva natančne reakcijske pogoje (temp., zadrževalni čas, turbolenca in hitrost hlajenja plinov, pravilna mešanica odpadkov idr.)
  - Z nadzorom pogojev gorenja preprečimo nastajanje strupenih snovi ter zagotovimo ustrezno čiščenje plinov, nevtralizacijo tekočih odplak.
  - Temperatura mora presegati 1200°C.
- Piroliza
  - Termična razgradnja organskih materialov v območju 300 °C do 600 °C brez prisotnosti kisika.
  - Produkti so gorljivi plini, katran, olja in koks.
  - Nastalo oglje pa vsebuje primesi kovin in stekla, ki jih je mogoče ločiti.
  - Zaenkrat se piroliza uporablja le za industrijske odpadke in ker ne zadostuje vsem zahtevam sodobne termične obdelave odpadkov se smatra le kot proces preobdelave.
- Uplinjanje je Termična razgradnja oziroma delna oksidacija v atmosferi z omejeno količino kisika in pri temperaturi med 800°C in 2000°C. Dobljeni reakcijski produkti so delno gorljivi plini in bolj ali manj interni trdni preostanki.

### Zakonsko ozadje uporabe odsluženega lesa kot goriva

Pri nas področje predelave lesnih ostankov in odsluženega lesa v energetske namene obravnava Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi. Uredba se nanaša na biomaso, kot jo pojmuje uredba:

*Biomasa so biološki odpadki iz predpisa, ki ureja odpadke, rastlinski odpadki iz kmetijstva in gozdarstva ter obratov za predelavo lesa, celuloze, papirja in kartona, živalski stranski proizvodi in pridobljeni proizvodi iz 14. točke tega člena, biorazgradljivi odpadki iz industrije usnja in krzna, biorazgradljivi gradbeni odpadki, ter biorazgradljivi odpadki iz predelave komunalnih odpadkov in ostalih primerljivih dejavnosti.*





Uredba prepoveduje, da se v trdno gorivo predeluje odpadke, ki niso navedeni v prilogi 1 te uredbe. Trdno gorivo, ki ne ustreza določbam te uredbe, je pod klasifikacijsko številko 19 12 10 prepovedano zbirati, prevažati, z njim trgovati ali ga posredovati ter uporabljati. Spisek odpadkov, ki sodijo v to uredbo so navedeni v spodnji preglednici (**Error! Reference source not found.**).

Kot predelavo odpadkov v trdno gorivo se šteje:

- mehansko obdelavo, kot so drobljenje, mletje in sekanje,
- toplotno obdelavo, kot je dehidracija, zaradi zmanjšanja vsebnosti vode,
- mešanje gorljivih tekočih odpadkov s trdnimi odpadki zaradi njihovega strjevanja,
- mešanje odpadkov zaradi doseganja željene neto kurilne vrednosti ali
- kombinacijo postopkov iz prejšnjih alinej.

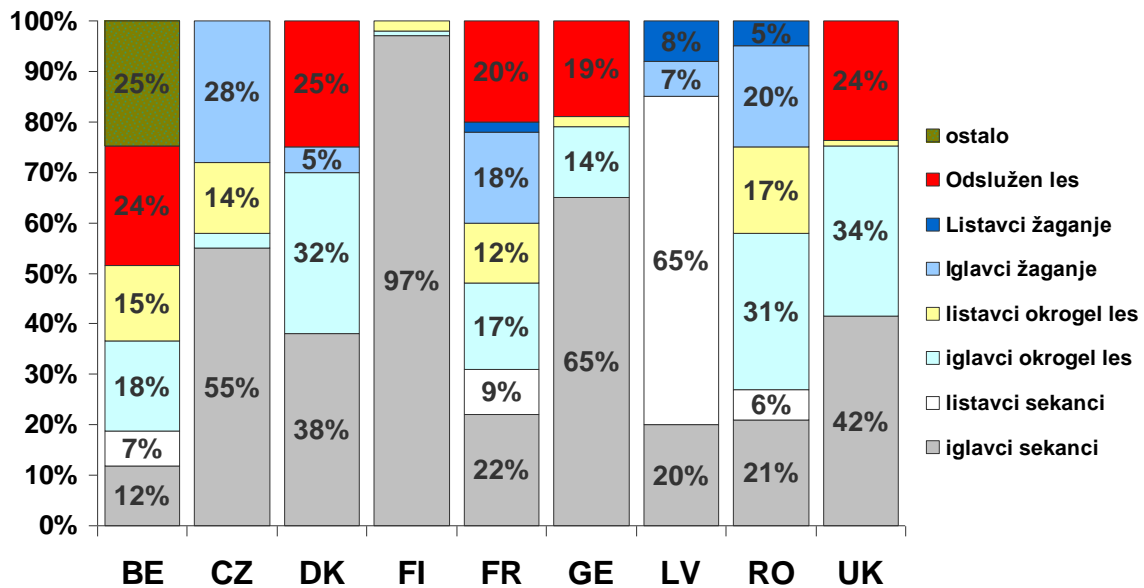
### Recikliranje

Recikliranje pomeni vsak postopek predelave, pri katerem se odpadne snovi ponovno predelajo v proizvode, materiale ali snovi za prvotni namen ali druge namene. Oprelitev vključuje ponovno predelavo organskih snovi, ne vključuje pa energetske predelave in ponovne predelave v materiale, ki se bodo uporabili kot gorivo ali za zasipanje.

Tipičen primer recikliranja lesnih ostankov in odsluženega lesa je predelava v iverne ali vlaknene plošče. Pri tem se spremeni oblika lesa iz večjih dimenzij ga predelamo v manj.



*Slika 28: Kompozit, delno izdelan iz odsluženega lesa.*



Slika 29: Delež odsluženega lesa v ivernih ploščah proizvajalcev iz izbranih držav (Vir: EPF).

Delež odsluženega lesa v kompozitih močno zavisi od surovinskega zaledja in okoljske ozaveščenosti države. Finska na primer ima dovolj lastne surovine, zato ne uporablja odsluženega lesa za izdelavo kompozitov. Po drugi strani, pa Belgija, ki ima dobro razvito zbiranje in sortiranje odpadkov in malo gozdov, reciklira veliko lesa v lesne kompozite.

### Ponovna uporaba

Ponovna uporaba je na prvi pogled zelo podobna recikliranju. Industrijsko razvite države bi se morale učiti od držav v razvoju, kjer se velik delež odpadkov znova uporabi ali reciklira. Ponovna uporaba je praviloma z vidika varovanja okolja še boljša, kot njihovo recikliranje. Tudi za recikliranje so potrebne dodatne surovine in energija, le v bistveno manjši količini. V nasprotju s tem pa pri ponovni uporabi stvari ostanejo v prvotni obliki, zato ne potrebujemo dodatne energije in surovin. Recikliranje odsluženega lesa je v polnosti integrirano v sistem industrijske predelave. Po drugi strani pa koncept ponovne uporabe, še ni v celoti zaživel. Ponovna uporaba se je uveljavila le v manjših podjetjih, socialnem podjetništvu. Že zelo dolgo pa je koncept ponovne uporabe lesa živ v številnih slovenskih družinah. Staro pohištvo so pogosto ponovno uporabili v drugih prostorih. Iz starih omar so izdelali police za shrambo...



*Slika 30: Primer ponovne rabe odsluženih železniških pragov.*

### **Raba odsluženega lesa**

V slovenski zakonodaji so za razliko od evropskih direktivah določene mejne vrednosti onesnaževal, ki določajo namen in postopke nadaljnje rabe. Najstarejša priporočila za mejne vrednosti posameznih onesnaževal, pa podaja EPF (European Panel federation – Evropsko združenje proizvajalcev ivernih plošč). Priporočila EPF so nastala na podlagi Evropskega združenja za standardizacijo, CEN CR 13387, Child use and care articles – General and common safety guidelines. Te mejne vrednosti imajo po eni strani velik smisel. Iverne in kompozite plošče izdelane iz odsluženega lesa se uporabljajo tudi za izdelavo otroških igrač in pohištva. V naprej je nemogoče vedeti, za kaj se bodo uporabljale plošče iz odsluženega lesa. Iverne plošče so bile pred 30 leti podvržene velikemu pritisku zaradi emisij formaldehida, zato želijo na vsak način preprečiti, da bi se ponovno znašle na črnem seznamu. Mejne vrednosti za posamezna onesnažila, ki jih predpisuje slovenska Uredba o predelavi odpadkov v trda goriva (stare in nove zahteve) in EPF so prikazani v spodnji preglednici (Preglednica 38).

Vzroki za onesnaženje so lahko zelo različni. Vzroki vključujejo obrabo strojev, onesnaženost med transportom, obdelavo z biocidi in površinskimi premazi. Vzroki so povzeti iz standarda prCEN/TS 14961, 2004.



*Preglednica 68: Vzroki za prisotnost posameznih onesnaži v odsluženem lesu in povprečne vrednosti posameznih kemijskih elementov v neobdelanem lesu.*

<b>Onesnažilo</b>	<b>Vzrok za prisotnost v odsluženem lesu*</b>	<b>Povprečna vrednost v lesu *(ppm)</b>
Cl	Biocidi v zaščitnih pripravkih za les, Kontaminacije med skladiščenjem ali transportom zaradi soljenja cest, Klorirana voda za izdelavo plošč Ostanki plastičnih mas	100
Ca	Ostanki gradbenega materiala	900
Cr	Vezava biocidnih učinkovin v les Antioksidant v površinskih premazih Ostanki motornih olj Obraba kovin zaradi mehanske obdelave (mletja)	1
Fe	Korozija jekla v stiku z lesom Obraba kovin zaradi mehanske obdelave (mletja)	25
Ni	Ostanki motornih olj Obraba kovin zaradi mehanske obdelave (mletja)	0,5
Cu	Biocidi v zaščitnih pripravkih za les	2
Zn	Dodatek v površinskih premazih	10
As	Biocidi v zaščitnih pripravkih za les	<0,1
Br	Ostanki protipožarnih premazov	
Mo	Ostanki motornih olj	
Sn	Biocidi v zaščitnih pripravkih za les	
Cd	Dodatek v plastiki, laminatov Dodatek v površinskih premazih	0,1
Ti	Antioksidant v površinskih premazih	<20
Pb	Dodatek v površinskih premazih Kontaminacija med transportom Dodatek v plastiki	2



*Preglednica 69: Mejne vrednosti za vsebnost nevarnih snovi v lesu v skladu z AltholzV uredbo, Slovensko uredbo iz eta 2008 in 2015 ter EPF priporočilom.*

<b>Element</b>	<b>Altholz</b>	<b>SLO Uredba 2015*</b>	<b>SLO Uredba 2008**</b>	<b>EPF, 2004***</b>
<b>B</b>	/	/	30	
<b>As</b>	2	2	3	25
<b>Cu</b>	20	20	/	40
<b>F</b>	100	100	30	100
<b>Cu</b>	/	/	20	40
<b>Cd</b>	2	2	/	50
<b>Cl</b>	600	600	150	1000
<b>Cr</b>	30	30	/	25
<b>Pb</b>	30	30		90
<b>Hg</b>	0,4	0,4	0,4	25
<b>PCP</b>	3	3	/	/
<b>PCB</b>	5	5	/	/

Kot je razvidno iz primerjave nemške in slovenske uredbe, so mejne vrednosti povsem izenačene. Stara uredba je bila bistveno ostrejša, kot nemška priporočila in ni nastala na podlagi znanstvenih izhodišč. Primerjava EPF uredbe in slovenske ureditve pa pokaže, da so slovenske zahteve relativno ostre. Vprašanje, je ali so tako ostre meje smiselne ali ne?

Odslužen les lahko rabimo v različne namene. Ves les ni namenjen za vse rabe. Les iz kategorije AI lahko uporabljamo praktične v vse namene, od uporabe za kompozite, do energetske rabe. V skladu s priporočili kaskadne rabe lesa (Preglednica 40), je to relativno nesmiselno. Takšen les bi bilo bolj smiselno uporabiti za izdelavo kompozitov, ki bi jih po koncu naslednjega življenjskega cikla uporabili za energetske namene. Bistveno več omejitev se nanaša na rabo ostankov premazanega lesa. Na trgu je nemogoče dobiti čisto mešanico lesa iz kategorije AII. Na trgu se ponavadi pojavlja kot mešanica AII in AIII. Ta les je neprimerne za uporabo za lesne kompozite. Lahko pa ga uporabimo za izdelavo aktivnega oglja (Slika 40) ali sinteznih plinov.



Preglednica 70: Dovoljeni postopki rabe odsluženega lesa

Postopek recikliranja	Razredi odpadnega lesa				Posebne zahteve
	AI	AII	AIII	AV	
Sekanci namenjeni za proizvodnjo lesnih kompozitov	Da	Da	(Da)	Ne	Obdelava lesa iz razreda AIII je dovoljena edino v primeru, če smo odstranili površinski premaz.
Proizvodnja sintetičnih plinov	Da	Da	Da	Da	Obdelava lesa razvrščenega v razred AIV je dovoljena edino v obratih z dovoljenjem
Proizvodnja aktivnega oglja	Da	Da	Da	Da	Obdelava lesa razvrščenega v razred AIV je dovoljena edino v obratih z dovoljenjem
Pridobivanje energije	Da	Da	Da	(Da)	Obdelava lesa razvrščenega v razred AIV je dovoljena edino v obratih z kvalitetnim filtriranjem dimnih plinov.



Slika 31: Iz odsluženega lesa (levo) lahko izdelamo aktivno oglje (desno) v skladu s procesom Charterm.





#### ***Priloga 4: Ravnanje z odpadki v živilskih obratih***

Osnovna higienska stališča za higieno in varnost živil za zaposlene v živilski dejavnosti (NIJZ, 2014) podajajo navodila za ravnanje z odpadki v proizvodnji in prometu živil. Ustrezen in nadzorovan način ravnanja z odpadki je eden temeljnih dejavnikov dobre higienske prakse in je sestavni del notranjega nadzora v živilskih obratih. Smernice povzemamo:

- Povzročitelj odpadkov ki letno proizvede več kot 150 ton odpadkov ali skupaj več kot 200 kilogramov nevarnih odpadkov, mora izdelati načrt gospodarjenja z odpadki za obdobje štirih let.
- Živilski obrat vodi evidence ravnanja z odpadki in določi odgovorno osebo.
- Za vsako pošiljko kuhinjskih odpadkov in odpadnih olj se izpolni evidenčni list.
- Ostanke živil, neužitne stranske produkte in druge odpadke se sproti (in ob koncu izmene) odstranjuje iz prostorov, kjer lahko pridejo v stik z živilo, da se prepreči njihovo prekomerno kopičenje. Pri odnašanju odpadkov se upošteva čiste in nečiste poti.
- Ostanke živil in druge odpadke se ločeno odlaga v ustrezne zaprte posode, ki se jih da učinkovito očistiti.
- Pred oddajo zbiralcu odpadkov se odložene odpadke začasno shrani v posebnem prostoru za zbiranje odpadkov, ki morajo biti zaščiteni pred škodljivci, omogočiti mokro čiščenje in preprečiti onesnaževanje živil ter pitne vode ter opreme in drugih prostorov.

#### **Organski odpadki**

V živilskem obratu je potrebno ločiti organske in neorganske odpadke. Organski odpadki so odpadki proizvodnje in prometa živil rastlinskega in živalskega izvora. Posebno pozornost se posveča kuhinjskim odpadkom in odpadnim oljem.

#### **Kuhinjski odpadki**

Kuhinjske odpadke je prepovedano odvajati v javno kanalizacijo, greznice ali neposredno v vode (brez ali z uporabo postopkov manjšanja delcev). Za pripravljene obroke mora proizvajalec naročniku predati tudi ustrezno posodo za zbiranje odpadkov in odpadke po nastanku tudi prevzeti.

#### **Odpadna jedilna olja**

Odpadna jedilna olja so olja uporabljena pri cvrenju živil. Odpadna jedilna olja je prepovedano mešati z drugimi odpadki, odvajati v javno kanalizacijo, male čistilne naprave, greznice, ali neposredno v vode ali v/na tla. Odpadna jedilna olja se do prevzema zbirajo ločeno od ostalih odpadkov in drugih olj. Ob prevzemu se vodi evidenca o količini in naslovu prejemnika odpadnih olj.





### Neorganski odpadki

Neorganske odpadke se na izvoru sortira po vrstah. Pri shranjevanju lahko uporabljamo opremo za zmanjševanje volumna (npr. stiskalnice).

### Uporabni viri:

1. Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 37/15 in 69/15).
2. Odločba Komisije 2000/532/ES z dne 3. maja 2000 o nadomestitvi Odločbe 94/3/ES o oblikovanju seznama odpadkov skladno s čle-nom 1(a) Direktive Sveta 75/442/EGS o odpadkih in Odločbe Sveta 94/904/ES o oblikovanju seznama nevarnih odpadkov skladno s čle-nom 1(4) Direktive Sveta 91/689/EGS o nevarnih odpadkih (UL L 226, 6.9.2000, str. 3).
3. Direktiva (EU) 2018/851 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2018 o spremembi Direktive 2008/98/ES o odpadkih (Besedilo velja za EGP) (UL L 150, 30.5.2018, str. 109).
4. Uredba o ravnanju z biološko razgradljivimi kuhinjskimi odpadki in zelenim vrtnim odpadom (Uradni list RS, št. 39/10)
5. Uredba o ravnanju z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi (Uradni list RS, št. 70/08)
6. Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata (Uradni list RS, št. 99/13, 56/15 in 56/18)
7. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz obratov za proizvodnjo živil živalskega izvora in predelovalnih obratov živalskih stranskih proizvodov (Uradni list RS, št. 45/07)
8. Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živilo (Uradni list RS, št. 52/00, 42/02 in 47/04 – ZdZPZ)
9. Varnost živil in hrane  
<https://www.gov.si/teme/varnost-zivil-in-hrane/>
10. Kakovost in označevanje kmetijskih pridelkov in živil  
<https://www.gov.si/podrocja/kmetijstvo-gozdarstvo-in-prehrana/varnost-in-kakovost-hrane-in-krme/kakovost-in-obvezno-oznacevanje-kmetijskih-pridelkov-in-zivil/>
11. Pollak, P., Mehikić, D., Klun, N., Dekleva, N. (2010): Smernice dobre higienske prakse/HACCP za gostinstvo. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Obrtna zbornica Slovenije.