

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2014-01/13



ZAKLJUČNO POROČILO CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	V4-1135
Naslov projekta	Okoljski odtis kmetijstva in živilsko predelovalne industrije ter tehnološki ukrepi za njegovo znižanje v prihodnosti
Vodja projekta	371 Viktor Jejčič
Naziv težišča v okviru CRP	3.03.01 Okoljski odtis v kmetijstvu in živilsko predelovalni industriji
Obseg raziskovalnih ur	782
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	10.2011 - 09.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	401 Kmetijski inštitut Slovenije
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.04 Naravovarstveno kmetijstvo
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	4 Kmetijske vede 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

2. Sofinancerji

	Sofinancerji	
1.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo in okolje
	Naslov	Dunajska 22, 1000 Ljubljana

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Določen je okoljski odtis slovenskega kmetijstva in živilsko pridelovalne industrije na osnovi modelnih izračunov in meritev. Definirani so življenjski cikli za najbolj značilne pridelke v poljedelstvu, sadjarstvu, vinogradništvu in vrtnarstvu ter živinoreji. Upoštevana je poraba energije za posamezne faze, v življenjskem ciklu pridelka ali živali, kot so pridelava, transport, predelava, skladiščenje in dodelava kmetijskih izdelkov v živilsko pridelovalni industriji. Merjena je poraba energije na desetih vzorčnih kmetijah, ki so usmerjene v poljedelsko, živinorejsko, sadjarsko, vinogradniško, vrtnarsko in mešano pridelavo. Narejena je energetska analiza porabe dizelskega goriva in električne energije za kmetijske stroje. V analizi je zajeta tudi poraba goriv in električne energije v proizvodnji končnih produktov živilsko pridelovalne industrije: moke in pekarskih izdelkov, olja, mlečnih izdelkov, svežega mesa, trajnih mesnih izdelkov, perutnine, zmrznjene zelenjave in sadja, sokov itn. Kreirana je obsežna baza podatkov (kmetijski postopki, tipi strojev, poraba energije, poraba mineralnih in organskih gnojil itn.). Emisije toplogrednih plinov, ki nastanejo zaradi uporabe organskih in mineralnih gnojil so preračunane na ekvivalent ogljikovega dioksida ($\text{CO}_{2\text{ekv}}$). Za poljedelsko, sadjarsko vinogradniško in vrtnarsko pridelavo je pri konvencionalni pridelavi predvidena uporaba mineralnih gnojil, pri integrirani kombinacija mineralnega gnojila in organskega gnojila in pri ekološki organskega gnojila. Seštevek emisij CO_2 , ki nastanejo zaradi uporabe goriva in ekvivalentnih emisij CO_2 iz gnojil uporabljenih v procesu pridelave, da končno emisijo pridelave. Ugotovili smo, da so emisije $\text{CO}_{2\text{ekv}}/\text{t}$ pridelka pri ekološki poljedelski pridelavi višje v primerjavi z emisijami v konvencionalni in integrirani pridelavi. V sadjarstvu in vinogradništvu so emisije $\text{CO}_{2\text{ekv}}/\text{t}$ pridelka, najnižje pri integrirani, višje pri konvencionalni ter najvišje pri ekološki pridelavi. V živinoreji je pri reji živali za meso ugotovljeno, da so emisije $\text{CO}_{2\text{ekv}}/\text{kg}$ mesa v primeru govedoreje nižje pri konvencionalni reji v primerjavi z ekološko, v prašičereji in perutninarstvu pa približno enake pri obeh načinih reje. Za mlekarstvo so emisije $\text{CO}_{2\text{ekv}}/\text{kg}$ mleka višje pri ekološki reji v primerjavi s konvencionalno. V vrtnarstvu smo ugotovili, da so emisije $\text{CO}_{2\text{ekv}}/\text{t}$ pridelka najnižje pri konvencionalni, nekoliko višje pri integrirani in najvišje pri ekološki pridelavi. Pri vseh pridelavah se ugotovljene emisije še dodatno zvišajo zaradi predelave v končne produkte in transporta. Emisije CO_2 zaradi transporta produktov do mesta predelave so določene na osnovi uporabe tovornih vozil različnih nosilnosti in različnih transportnih razdalj. Emisije CO_2/tkm , so nižje pri uporabi tovornih vozil večje nosilnosti. Izdelan je računalniški kalkulator za določanje okoljskega odtisa slovenskega kmetijstva in končnih kmetijskih pridelkov. Pripravljen je nabor ukrepov za znižanje sedanjega okoljskega odtisa kmetijstva in živilsko pridelovalne industrije ter podlaga za oblikovanje certifikacijske sheme za kmetijske pridelke.

ANG

Environmental footprint of Slovenian agriculture and agro processing industries on the basis of model calculations and measurements was determined. Defined were life cycles of most typical crops in agriculture, horticulture, viticulture and horticulture, and animal husbandry. Energy consumption was determined for each phase in the life cycle of the crops or animals. Measured was the energy consumption on ten Slovenian pilot farms which are focused on different production. Energy analysis of the use of diesel fuel and electricity for agricultural machinery was made. The energy analysis also covers

the use of fuels and electricity in the production of the end products of the food processing industry: flour and bakery products, vegetable oils, dairy products, fresh meat, stable meat products, poultry, frozen vegetables and fruits, juices, etc. Created was a large database (agricultural practices, types of machines, energy consumption, consumption of mineral and organic fertilizers, etc.). Greenhouse gas emissions resulting from the use of organic and mineral fertilizers are converted to carbon dioxide equivalent (CO_{2e}). For agriculture, viticulture and fruit growing, horticultural production in the case of conventional production predicted was use of mineral fertilizers, in integrated production, combination of mineral and organic fertilizers and in organic production only organic fertilizers. The sum of CO_2 emissions resulting from fuel use and CO_2 equivalent emissions from fertilizers used in the production process resulted in the final emissions. Emissions of CO_{2e}/t yields in organic agricultural production increased in comparison with emissions of CO_{2e}/t yields in conventional and integrated farming. In the horticulture and viticulture emissions of $\text{CO}_{2e}/\text{ton}$ of yield are the lowest in integrated, higher in conventional and highest in organic production. In stock farming in livestock for meat it was estimated that emissions CO_{2e}/kg meat in the case of cattle are lower in conventional breeding, compared with organic breeding. Emissions CO_{2e}/kg meat in pig and poultry production are approximately the same for both types of farming. Dairy emissions, CO_{2e}/kg milk are higher in organic farming compared with conventional farming. In horticulture, emissions of CO_{2e}/t yields are the lowest in conventional production, slightly higher in the integrated and highest in organic production. In all types of production emissions of CO_2 increased due to processing into finished products and transportation. CO_2 emissions from transport products to the place of processing are based on the use of commercial vehicles of different load capacity and different transport distances. $\text{CO}_2/\text{tonne} - \text{km}$ emissions are lower with the use of commercial vehicles with higher load capacity. Computer calculator for determining the environmental footprint of Slovenian agriculture and finished agricultural products was developed. Set of measures to reduce the current environmental footprint of agriculture and agro-industry was made and the basis for the creation of certification schemes for agricultural products in Slovenia.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Projekt je izvajan na osnovi modelnih izračunov s podatki iz domačih in tujih znanstveno strokovnih baz podatkov za porabo energije v kmetijstvu in živilsko predelovalni industriji ter z merjenjem porabe energije na domačih vzorčnih kmetijah zaradi dopolnitev podatkovne baze v primerih, kjer je obstajala premajhna količina podatkov ali pa so podatki bili neuporabni za naše razmere. Za poljedelstvo, sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo je upoštevana konvencionalna, ekološka in integrirana pridelava v živinoreji pa konvencionalna in ekološka pridelava. Kreirana je obsežna baza podatkov za slovensko kmetijsko pridelavo (vnos energije v obliki goriva in električne energije, mineralnih in organskih gnojil itn.). Narejeni so modeli za okoljski odtis za primer konvencionalne, integrirane in ekološke pridelave v poljedelstvu, živinoreji, sadjarstvu, vinogradništvu in vrtnarstvu ter živilsko predelovalni industriji. Določena je metodologija za izračun okoljskega odtisa domačega kmetijstva. Osnovo za določanje okoljskega odtisa je

predstavljala analiza delovnih procesov, ki se uporabljajo v poljedelski, zelenjadarski, sadjarsko vinogradniški in živinorejski pridelavi. Pri energetske analizi so razčlenjeni vnosi porabljene energije (goriva, električna energija in organska ter mineralna gnojila) v pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živinoreji. Kmetije, na katerih so opravljane meritve porabe energije so bile razporejene po različnih delih Slovenije tako, da je bila zajeta različna kompleksnost pridelave. Merjena je porabljena količina dizelskega goriva, ki se porabi pri delu traktorjev z različnimi priključnimi stroji oziroma delu samovoznih strojev za spravilo pridelkov. Poraba energije pri obdelavi tal je ugotovljena pri treh različnih sistemih obdelave tal oziroma pri konvencionalni, minimalni in direktni setvi. V živinorejski pridelavi je bila zajeta poraba energije, ki se porabi za krmljenje živali (stroji, ki se uporabljajo v procesu krmljenja), za vzdrževanje življenjskega okolja živali (prezračevanje, razsvetljava, gretje itn.) ter energija za molžo in hlajenje mleka v primeru krav molznic v konvencionalni in ekološki pridelavi.

Za izdelavo računalniških programov za izračun okoljskih odtisov za kmetijske pridelke in izdelke so bili postavljeni blokovni diagrami poteka pridelave: poljedelskih, sadjarsko vinogradniških ter vrtnarskih pridelkov in živinoreje. Blokovni diagrami povezujejo posamezne procese z drugimi procesi modela v obliki vhodnih in izhodnih podatkov. Pri modeliranju so upoštevane določene predpostavke glede načina pridelave, velikosti kmetije in moči traktorjev oziroma strojev. Glede načina kmetovanja je bilo določeno gnojenje z mineralnimi oziroma organskimi gnojili. Emisije N iz mineralnih in organskih gnojil, so preračunane na ekvivalentne emisije CO₂ zaradi lažje primerjave vseh emisij CO₂ pri pridelavi v poljedelstvu, sadjarstvu in vinogradništvu ter zelenjadarstvu. Emisije CO₂ nastanejo pri zgorevanju goriva za pogon kmetijskih strojev pri izvajanju delovnih operacij (obdelava tal, setev, varstvo, nega, transport, spravilo pridelkov itn.). Za ugotavljanje porabe električne energije na živinorejskih kmetijah smo opravili analizo električnih porabnikov vsake kmetije. Meritve so bile opravljene na električnih strojih, ki se uporabljajo pri različnih kmetijskih opravilih (npr. proizvodnji mleka, prezračevanju objektov, razsvetljavi itn.).

V modelih za izračun okoljskega odtisa je določena enota za izračun emisij toplogrednih plinov 1 kg kmetijskega izdelka. Kot vhodi v živinoreji so definirane količine emisij toplogrednih plinov iz fermentacije v prebavilih živali in skladiščenja organskih gnojil v kg CO_{2ekv.}/kg kmetijskega izdelka (mleka, mesa itn.). Za emisije toplogrednih plinov iz procesov je vzeta letna količina porabljene energije na enoto izdelka. Poraba procesne energije v obliki električne energije in toplotne energije (kurilno olje, zemeljski plin) je podana v kWh/kg izdelka. Izračunana emisija toplogrednih plinov je podana na kg izdelka (kg CO_{2ekv.}/kg izdelka).

Ugotovili smo, da so emisije CO_{2ekv.}/t pridelka pri ekološki poljedelski pridelavi višje v primerjavi s emisijami v konvencionalni in integrirani pridelavi. V sadjarstvu in vinogradništvu so emisije CO_{2ekv.}/t pridelka, najnižje pri integrirani, višje pri konvencionalni ter najvišje pri ekološki pridelavi. V živinoreji je pri reji živali za meso ugotovljeno, da so emisije CO_{2ekv.}/kg mesa v primeru govedoreje nižje pri konvencionalni reji v primerjavi z ekološko, v prašičereji in perutninarstvu pa približno enake pri obeh načinih reje. Za mlekarnstvo so emisije CO_{2ekv.}/kg mleka višje pri ekološki

reji v primerjavi s konvencionalno. V vrtnarstvu smo ugotovili, da so emisije $\text{CO}_{2\text{ekv.}}/\text{t}$ pridelka najnižje pri konvencionalni, nekoliko višje pri integrirani in najvišje pri ekološki pridelavi. Pri vseh pridelavah se ugotovljene emisije še dodatno zvišajo zaradi predelave v končne produkte in transporta.

V vrtnarstvu smo ugotovili, da so emisije $\text{CO}_{2\text{ekv.}}/\text{t}$ pridelka najnižje pri konvencionalni, nekoliko višje pri integrirani in najvišje pri ekološki pridelavi.

Ugotovili smo, da so emisije CO_2/t pridelka pri ekološki poljedelski pridelavi višje v primerjavi s emisijami v konvencionalni in integrirani pridelavi. V primerjavi konvencionalne in ekološke pridelave so razlike v emisijah CO_2/t pridelka: za koruzo za zrnje v razmerju 1:1,34, za koruzo za silažo v razmerju 1:1,52, pri pšenici 1:1,53, oljni ogrščici 1:1,47 in sončnici 1:1,2 (pri vseh vrednostih je višja številka za ekološko pridelavo). Glavni vzrok za omenjene višje emisije CO_2 na tono pridelka je v tem, da so pridelki v ekološki pridelavi nižji, preračun CO_2/t pridelka pa da posledično višje emisije.

Vse emisije CO_2/t pridelka za poljščine se razlikujejo tudi glede velikosti kmetij in so tako višje za kmetije, ki imajo manjše površine pod poljščinami in obratno nižje za večje površine pod poljščinami. Ugotovljeno je da ogljikove emisije v poljedelski pridelavi lahko signifikantno zmanjšamo z manjšo porabo energije (manjša količina goriva za pogon traktorskih agregatov), z združevanjem posameznih delovnih operacij ali uporabo direktne setve .

Za poljedelstvo, sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo je narejena analiza porabe energije za končne izdelke iz pridelkov, za živinorejo pa je narejena analiza porabe energije za različne izdelke iz mleka, mesa itn. Analiza npr. decentralizirane proizvodnje z mehansko ekstrakcijo oljnic na kmetiji je pokazala, da je omenjena proizvodnja energijsko izredno učinkovita v primerjavi z industrijsko ekstrakcijo ter povzroča minimalne obremenitve okolja z emisijami CO_2/kg izdelka. Emisijam toplogrednih plinov iz proizvodnje mleka so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje mleka (pasteriziranje, steriliziranje, homogeniziranje, proizvodnja sirov itn.). Emisije CO_2 pri skladiščenju in dosuševanju pridelkov so razdeljene na emisije iz tekočih ali plinastih goriv ter električne energije, ki se porabi pri procesiranju izdelkov, da se jih lahko skladišči.

Narejen je kalkulator za določanje okoljskega odtisa kmetijstva. Model izračuna emisij toplogrednih plinov je osnovan na izračunu emisij iz posameznega kmetijskega opravila. Kmetijsko opravilo je modelirano v obliki procesa z vhodnimi podatki o količini porabljenega gnojila, goriva ali električne energije in izhodnimi v obliki kmetijskega opravila (gnojenje, oranje, prekopavanje, sejanje...) in količino emitiranih toplogrednih plinov. Model kmetijske predelave je predstavljen v obliki verige procesov, ki predstavljajo celotna opravila v času od pridelave do predelave pridelkov. Model je zahteval izdelavo baze vhodnih in izhodnih podatkov za posamezni proces v modelu pridelave posameznega pridelka oziroma končnega produkta. Ustvarjena je bila obsežna baza za porabo energije iz goriva in električne energije za različne delovne operacije. Podatki za potek pridelave posameznega pridelka ali izdelka so pripravljene kot datoteke v računalniškem programu. Podatki za posamezen proces pridelave so podani v enakem vrstnem redu, kot je to določeno v blokvnem diagramu za posamezni pridelek.

Vključujejo podatke o količini pridelka, porabljeno gnojilo, energijo itn. Izračun emisij toplogrednih plinov za posamezni pridelek je osnovan na izračunu emisij toplogrednih plinov (TGP) iz posameznega procesa v celotnem modelu pridelave in predelave. Izračun emisij iz posameznega procesa je rezultat emisije zaradi porabe energije (goriva, električne in toplotne energije), gnojil itn. Uporabljeni emisijski faktorji za izračun emisij TGP zaradi porabe posameznih vrst goriva ali energije so enaki emisijskim faktorjem, ki so uporabljeni v nacionalnih poročilih o emisijah TGP v Sloveniji (emisijski faktorji za CO₂, CH₄ in N₂O). Izdelan je računalniški program, ki izračuna emisije TGP v kg ekvivalent CO₂ za posamezen pridelek glede na razred velikosti kmetije (mala, srednja in velika) in vrsto pridelave (konvencionalna, integrirana, ekološka) kmetije. Pri izračunu skupnih emisij TGP izraženih v CO_{2ekv} se upošteva faktor segrevanja ozračja (GWP). Računalniški program izračuna in prikaže emisije TGP za posamezne pridelke v kg CO_{2ekv}/t pridelka. Program omogoča končnemu uporabniku izbiro vrste pridelka, vrste pridelave (konvencionalna, integrirana ekološka) in razreda velikosti kmetije. Emisije TGP zaradi transporta pridelkov iz mesta pridelave do mesta uporabe so določene na osnovi uporabe tovornih vozil različne nosilnosti (do 1,5 t, 4 t, 17 t in 25 t) in različnih transportnih razdalj (akcijski radij od 30 do 150 km).

Analiza emisij v pridelavi poljščin, sadjarstvu in vinogradništvu ter zelenjadarstvu je pokazala, da je največji vir emisij CO₂ v pridelavi konvencionalna obdelava tal oziroma strojno spravilo pridelkov (predvsem poljedelskih). Glede zmanjševanja porabe energije v poljedelski pridelavi in s tem povezanih emisij toplogrednih plinov je za naše pogoje predvsem primerna tehnologija, kjer se kombinira obdelava tal in istočasna setev. Emisije CO₂ iz goriva bi bilo možno značilno znižati z uporabo biogenih goriv za pogon kmetijskih strojev. Značilne prihranke pri emisijah CO₂ pa lahko dosežemo v sadjarstvu in vinogradništvu v integrirani in ekološki pridelavi. Ugotovljeno pa je, da so emisije CO₂ pri transportu kmetijskih pridelkov nižje pri uporabi tovornih vozil v primerjavi s traktorji ter uporabi vozil večje nosilnosti 7,2 t in 17 t v primerjavi z vozili nižje nosilnosti. Pripravljene so različni nabori ukrepov za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, ki se nanašajo na združevanje delovnih operacij in zmanjševanje števila prehodov strojev, uporabo strojev v smeri učinkovite porabe goriva, transporta, predelave, skladiščenja itn. V živinorejski pridelavi pa je možno znižati emisije TGP z uporabo bioplinskih tehnologij. Izdelana je podlaga za oblikovanje certifikacijske sheme za kmetijske pridelke.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Zastavljene cilje je raziskovalna skupina s Kmetijskega inštituta Slovenije in Instituta Jožef Stefan dosegla v celoti. Določen je okoljski odtis slovenskega kmetijstva in živilsko predelovalne industrije. Skupina je prva v slovenskem prostoru opravila natančne meritve porabe energije v kmetijstvu v poljedelski, sadjarsko vinogradniški

ter vrtnarski pridelavi in živinoreji za različne proizvodne tehnologije. Omenjene meritve predstavljajo osnovo za energetska analiza kmetij zaradi določanja emisij toplogrednih plinov. V energetska analiza kmetij so razčlenjeni vnosi energije (tekoča in plinasta goriva ter električna energija) in organska ter mineralna gnojila. Kmetije, na katerih so opravljane meritve porabe energije so bile razporejene po različnih delih Slovenije tako, da so bili zajeti različni pedoklimatski faktorji in kompleksnost pridelave. Ustvarjene so baze podatkov o porabi energije za konvencionalno, integrirano in ekološko pridelavo za tri velikosti kmetij (mala, srednja in velika). Poleg tega je narejena primerjava vpliva konvencionalnega in sodobnega načina obdelave tal v poljedelski, sadjarsko vinogradniški in vrtnarski pridelavi na okoljski odtis. V živinoreji so pri pridelavi mleka upoštevani konvencionalni in sodobni tehnološki postopki v okvirju konvencionalne in ekološke reje živali. Pripravljen je nabor ukrepov za zmanjševanje obstoječega okoljskega odtisa slovenskega kmetijstva in živilsko predelovalne industrije.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Ni bilo sprememb v izvajanju programa.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	25512487	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Perspektiva obnovljivih virov energije v Sloveniji
		ANG	Perspective of renewable energy in Slovenia
	Opis	SLO	<p>Glavni strateški cilji Evropske unije (EU) in Slovenske energetske strategije so zmanjšanje emisije toplogrednih plinov, povečanje deleža obnovljivih virov energije (OVE) in znižanje energetske odvisnosti. Glavni cilji EU podnebne in energetskega svežnja "20-20-20" so 20% povečanje energetske učinkovitosti, 20% zmanjšanje emisije toplogrednih plinov (TGP), 20 % povečanje deleža obnovljivih virov energije v celotni porabi končne energije v EU in 10% deleža obnovljivih virov v rabi energije prometu do 2020. Cilji za posamezno državo članico naj bi bili določeni čimbolj pravično. Obveznosti za Slovenijo je povečanje deleža OVE v končni rabi energije od 15,1% v 2005 na 25% v 2020. Druga obveznost Slovenije je povečanje deleža proizvedene električne energije iz OVE na 33,6% celotne porabljene električne energije v 2010. Prioritetno povečanje deleža OVE v oskrbi z energijo v EU je bilo bolj intenzivno pri izogibanju hitrih vplivov na okolje (podnebne spremembe) in povečanju varnosti in trajnostni oskrbi z energijo. Delež obnovljivih virov v primarni energiji je manjši od 11% in 15,1% v bruto rabi končne energije. Delež električne energije proizvedene iz OVE predstavlja 30% od bruto porabe v Sloveniji. Razvoj obnovljivih virov energije v Sloveniji tako kot analiza slovenske energetske politike bo predstavljena v članku. Posebna pozornost bo dana sedanjemu programu »Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010 - 2020 (AN OVE)« in potencialu razvoja v prihodnosti.</p>
			<p>The main strategic goals of the European Union (EU) and Slovenian energy strategies are the reduction of the emissions of greenhouses gases, an increase of the share of electricity production from renewable energy sources (RES) and a decrease of energy dependency. The overall targets of the EU climate and energy package, known as "20-20-20", are a 20% increase in energy efficiency, a 20% reduction in greenhouse gas (GHG) emissions, a 20% share of renewable energy sources in overall EU final energy consumption, and a 10% share of renewable energy sources in transport by 2020. Individual targets for each Member State have to be determined as fairly as possible. The obligation of Slovenia is to increase</p>

		<p>the share of RES in final energy consumption from 15.1% in 2005 to 25% in 2020. Another obligation of Slovenia is to increase the share of electricity production from RES to 33.6% of the 2010 level total electricity consumption. The priority to increase the share of RES in the energy supplies in the EU-27 has continued more intensively to avoid the rapid impacts on environment (climate change) and to increase the security and sustainability of energy supply. In 2008, the share of renewable energy in primary energy was less than 11%, and it was 15.1% in gross final energy consumption. The share of electricity production from renewable energy sources represents 30% of gross electricity consumption in Slovenia. The development of renewable energy sources in Slovenia as well as an analysis of the Slovenian energy policy will be presented in this paper. Special focus will be given to the actual programs (RES action plan) and the potential of future development.</p>
	Objavljeno v	Fakulteta za energetiko; Journal of energy technology; 2011; Iss. 5, Vol. 4; str. 49-63; Avtorji / Authors: Al-Mansour Fouad
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	4079464
		Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Emisije CO2 pri decentralizirani proizvodnji rastlinskega olja za energetske namene</p> <p><i>ANG</i> CO2 emission in decentralized plant oil production.</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Proizvodnja rastlinskih olj, ki predstavljajo gorivo ali osnovno surovino za proizvodnjo biodizla danes poteka na osnovi ekstrakcije olj s pomočjo mehanskega iztiskanja semen ali s pomočjo topil (ekološko sporno, uporablja se v velikih industrijskih obratih). Mehansko iztiskanje semena se opravlja z mehanskimi kontinuiranimi stiskalnicami vijačnega tipa. Za ugotavljanje porabe energije in emisij CO2 v decentralizirani proizvodnji olja smo uporabili mehansko stiskalnico vijačnega tipa. Stiskalnica opravlja kontinuirano hladno stiskanje semena oljnic (za proces delovanja ni potrebno dovajanje posebne toplote za segrevanje semena ali samega stroja). Ugotovili smo da se pri enofaznem stiskanju porabi od 7,2 do 10,1 kWh/t predelanega semena (za decentralizirano proizvodnjo olja se porabi bistveno manj energije, kot pri industrijski proizvodnji olja). V drugi fazi stiskanja pa se porabi od 7,1 do 8,1 kWh/t predelanega semena. Seštevek prve in druge faze stiskanja nam da porabo energije za dvofazno stiskanje, ki se giblje od 14,3 do 18,2 kWh/t predelanega semena. Emisije CO2 pri decentralizirani proizvodnji olja so tudi nizke, znašajo od 2,592 do 3,924 g CO2/kg olja v eni fazi stiskanja. Zaradi boljšega izkoristka se uporablja dvofazno stiskanje, tako da celotne emisije CO2 (seštevek prve in druge faze) znašajo od 5,148 do 6,84 g CO2/kg olja.</p> <p><i>ANG</i> Production of pure plant oils for fuels or biodiesel production now is based on the extraction of oil with mechanical extraction of seeds or by using solvents (organic solvents used in large industrial plants). Mechanical extrusion of seeds is carried out by continuous mechanical screw type presses. To determine the energy consumption and CO2 emissions in the decentralized production of oil we used mechanical screw press, which is designed for the extraction of oil by mechanical compression of various oil seeds. The machine performs continuous cold extraction of oil seeds (process does not need warming of oil seeds or single machine). We found that in single phase pressing of rape seeds, energy consumption is from 7.2 to 10.1 kWh/t of processed seeds (decentralized production of oil consumes significantly less energy than the production on industrial level). In the second stage of pressing, energy consumption is from 7,1 to 8,1 kWh /t of processed oil seeds. The sum of the first and second stage of pressing, gives energy for the two phase pressing. In mentioned case energy consumption is in range from 14,3 to 18,2 kWh /t of processed seeds. CO2 emissions from decentralized pure plant oil production, are also low, in</p>

		range from 2,592 to 3,924 g CO ₂ /kg oil at first stage of pressing. Due to the better efficiency of process, applied was two phase pressing, so that the total CO ₂ emissions (sum of the first and second phase) ranging from 5,148 to 6,84 g CO ₂ /kg oil.
	Objavljeno v	Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizacijo poljoprivrede; Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede; 2013; Str. 320-325; Avtorji / Authors: Jejčić Viktor, Godeša Tone, Orešek Aljoša
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
3.	COBISS ID	4419688 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Ogljični odtis konvencionalne in ekološke poljedelske pridelave
		<i>ANG</i> Carbon footprint of conventional and organic crop production
	Opis	<p><i>SLO</i> Opravljena je analiza ogljičnega odtisa v primeru, konvencionalne, integrirane in ekološke pridelave poljščin za tri velikosti kmetij. Za vsak sistem pridelave je upoštevan konvencionalni način obdelave tal ter direktna setev. Za analizo ogljičnega odtisa so uporabljene emisije CO₂ iz fosilnega goriva (direktna energija), ki se porabi v procesu pridelave: koruze (za silažo in zrnje), pšenice, oljne ogrščice, in sončnice. Poleg emisij iz fosilnega goriva uporabljenega v pridelavi so zajete tudi emisije toplogrednih plinov, ki nastanejo zaradi uporabe organskih in mineralnih gnojil v pridelavi in preračunane na ekvivalent CO₂. V primeru konvencionalne pridelave je predvidena uporaba mineralnih gnojil, pri integrirani kombinaciji mineralnega gnojila in organskega gnojila, pri ekološki pridelavi pa samo organskega gnojila. Seštevek emisij CO₂, ki nastanejo zaradi uporabe fosilnega goriva in ekvivalentnih emisij CO₂ iz gnojil uporabljenih v procesu pridelave, da končno emisijo pridelave. Ugotovili smo, da so emisije CO₂/t pridelka pri konvencionalni in integrirani pridelavi približno enake, pri ekološki pridelavi pa so višje v primerjavi s emisijami v konvencionalni in integrirani pridelavi. V primerjavi konvencionalne in ekološke pridelave so emisije CO₂/t pridelka v naslednjih razmerjih: koruza za zrnje 1:1,34, koruza za silažo 1:1,52, pšenica 1:1,53, oljna ogrščica 1:1,47 in sončnica 1:1,2 (višja številka za ekološko pridelavo).</p> <p><i>ANG</i> An analysis of the carbon footprint of conventional, integrated and organic crop production, and three sizes of farms was made. Conventional tillage and direct seeding were used in mentioned production systems. For the analysis of the carbon footprint, CO₂ emissions from fossil fuel (direct energy) consumed in the process of production of corn (for silage and grain), wheat, rapeseed, and sunflower were used. In addition to emissions from fossil fuels used in the production of mentioned crops, greenhouse gas emissions resulting from the use of organic and mineral fertilizers in the production and converted to CO₂ equivalents were also used. In the case of conventional production mineral fertilizers were used, in integrated production combination of mineral fertilizers and organic fertilizers and in organic production only organic fertilizer was used. The sum of emissions arising from fossil fuel use and emissions from fertilizers used in the cultivation process, make final emission from crop production. It was estimated that the emissions of CO₂/t of yields in conventional and integrated production are about the same. In organic production emissions of CO₂/t of yields are higher in comparison with emissions CO₂/t of yields in conventional and integrated farming. CO₂ emissions in conventional and organic production (CO₂/t of yield) are in the following proportions: corn for grain 1:1,34, corn for silage 1:1,52, wheat 1:1,53, rapeseed 1:1,47 and sunflower 1:1.2 (the higher is the number of organic production).</p>
	Objavljeno v	Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizacijo poljoprivrede; Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede; 2014; F. 447-

		457; Avtorji / Authors: Jejčič Viktor, Al-Mansour Fouad
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS ID	27133479 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Izzivi in obeti za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov
		<i>ANG</i> Challenges and prospects of electricity production from renewables
	Opis	<p><i>SLO</i> Razvoj uporabe obnovljivih virov energije in energetske učinkovitosti predstavljata glavni cilj politike trajnostnega razvoja . Splošni cilj direktive EU o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov energije (OVE) je doseči vsaj 20 % delež energije iz obnovljivih virov v končni bruto porabi energije v letu 2020 . Obvezen nacionalni cilj za Slovenijo je 25 % delež energije iz obnovljivih virov v končni bruto porabi.</p> <p>Vlada Republike Slovenije je v skladu s to direktivo sprejela "Akcijski načrt za obnovljive vire energije 2010-2020« in sprejela nove uredbe o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije in v soproizvodnji z visokim izkoristkom . Delež OVE v končni bruto porabi energije v Sloveniji v letu 2011 je znašal 18,8% in delež proizvodnje električne energije iz OVE v bruto porabi električne energije je bil 30,8%. Proizvodnja električne energije v fotovoltaiiki (PV) in bioplinskih napravah v kmetijstvu je hitro narasla po sprejetju nove podporne sheme za električno energijo iz obnovljivih virov v letu 2009. Prehitra rast sončnih elektrarn povzroča težave za financiranje električne energije iz obnovljivih virov in v soproizvodnji z visokim izkoristkom. Hitra rast je bila tudi v proizvodnji električne energije v bioplinarnah z uporabo kmetijskih produktov, ki predstavlja grožnjo za proizvodnjo hrane. V članku bo opisan pregled stanja, ciljev in izzivov za proizvodnjo električne energije iz OVE v Sloveniji.</p> <p><i>ANG</i> Development of utilization of renewable energy sources and energy efficiency presents a main policy for sustainable development. The overall target of the EU Directive on the promotion of the use of energy from renewables (RES) is to achieve at least a 20% share of energy from renewables in gross final energy consumption in 2020. The mandatory national target for Slovenia is 25% share of energy from RES in gross final consumption. The Slovenian Government according to this Directive approved a "National Renewable Energy Action Plan 2010-2020" and adopted a new Decree on support for electricity generated from RES and in high-efficiency CHP. The share of RES in gross final energy consumption in Slovenia was 18.8% in 2011 and the share of electricity production from RES was 30.8% in gross electricity consumption. The electricity production in photovoltaics (PV) and biogas plants in agriculture has been growing fast after the adoption of the new supportive decree for electricity from RES in 2009. The too fast growth of PV plants is causing a problem for financing of electricity from RES and in high-efficiency CHP. Fast growth occurred also in electricity from biogas plants using agricultural production, which presents a threat to food production. State of the art, targets and challenges of electricity production from RES in Slovenia will be described in the paper.</p>
	Objavljeno v	Faculty of Chemistry and Chemical Engineering; Conference proceedings; 2013; str. 184-195; Avtorji / Authors: Al-Mansour Fouad
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	4236136 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Možnosti za izboljšave na področju bioplinskih tehnologij
		<i>ANG</i> Opportunities for improvement in the field of biogas technologies
		Trenutno se v Sloveniji, bioplin na vseh kmetijskih bioplinskih napravah uporablja na kogeneracijskih enotah za proizvodnjo električne in toplotne energije, vendar samo manjše število bioplinskih naprav oddaja toploto drugim odjemnikom (zaradi tehničnih in ekonomskih ovir), zato je izkoristek kogeneracije razmeroma nizek. Bioplin se razmeroma enostavno

Opis	SLO	<p>skladišči in se potem lahko uporablja na poljubnem mestu in ob poljubnem času. Možnost skladiščenja bioplina predstavlja njegovo posebno vrednost (s skladiščenjem in njegovo uporabo lahko kompenziramo fluktuacije, ki jih imajo drugi obnovljivi viri energije, kot so npr. vetrna in solarna energija). Bioplin nam ponuja tudi drugo možnost, npr. čiščenje in njegovo nadgradnjo do faze biometana. Z vbrizgavanjem biometana v prihodnosti bo mogoče izkoristiti obstoječo mrežo zemeljskega plina in plin transportirati tudi na večje razdalje, kjer bo dostopen uporabnikom, ki sploh ne bi bili dosegljivi zaradi svoje lokacije. Poleg tega z vbrizgavanjem biometana v omrežje zemeljskega plina bo mogoče izboljšati izkoristek obstoječih kmetijskih in drugih bioplinskih naprav. S čiščenjem in nadgradnjo bioplina do faze biometana se tudi povečuje število potencialnih odjemnikov bioplina. Podan je pregled možnih tehnologij, ki bodo omogočile boljše izkoriščanje bioplina v prihodnosti. Zajete so tehnologije za mikro in druge bioplinske naprave ter možnosti za uvajanje tehnologije biometana v Sloveniji.</p>
	ANG	<p>Currently in Slovenia, all biogas on agricultural biogas plants is used in cogeneration units for the production of electricity and heat, but only a small number of biogas plants distribute heat energy to other end users (because of technical and economic barriers), therefore the efficiency of cogeneration is relatively low. Biogas is relatively easy to store and can then be used anywhere and at any time. The possibility of storage of biogas represents its specific value (with storage and its use it is possible to compensate fluctuations, which have other renewable energy sources, such as wind and solar energy). Biogas offers us another possibility, for example, cleaning and its upgrading to phase of biomethane. With the injection of biomethane in the future it will be possible to take advantage of the existing network of natural gas and the gas can be transported over long distances, which will be accessible to users which are not achievable due to its location. With the injection of biomethane into the natural gas network will be possible to improve efficiency of existing agricultural and other biogas plants. By cleaning the biogas and upgrading to biomethane phase also will increase the number of potential biogas users. A review of potential technologies that will enable better use of biogas in the future is presented. Included are technologies for micro and other biogas plants and the potential for the introduction of biomethane technology in Slovenia.</p>
Objavljeno v	Fakulteta za energetiko = Faculty of Energy Technology; EnRe; 2013; Str. 1-11; Avtorji / Authors: Ježič Viktor, Simončič Andrej, Poje Tomaž	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	4419944	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Manjša poraba goriva kot nov izziv za trajnostno kmetijstvo in manjši ogljični odtis	
	ANG	LOWER FUEL CONSUMPTION AS NEW CHALLENGE FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE AND A SMALLER CARBON FOOTPRINT	
Opis	SLO	<p>Ne glede na izobrazbo kmetov je njihovo znanje o postopkih bolj varčnega dela s kmetijsko mehanizacijo majhno. V šolah, kjer izobražujejo za kmetijstvo, reducirajo predmete s kmetijsko tehniko. Potreba po manjši porabi goriva pa postaja vedno bolj ena izmed osnovnih zahtev za ekonomično kmetijsko pridelavo. V anketi smo ugotovili, da 42 % kmetov želi uvesti ukrepe za prihranek goriva, vendar pa ne vedo, kako naj to storijo. Slaba 2 % kmetov pa še ne čuti potrebe, da bi zmanjševalo porabo</p>	

		goriva. Za povečanje znanja o postopkih za manjšo porabo goriva obstajajo priročniki, vendar jih 41 % kmetov sploh ne pozna. Le 9 % kmetov pa take priročnike dobro pozna. Opisana je tudi vsebina programov za zmanjševanje porabe goriva in tečajji eko vožnje s traktorji. Izpostavljen je tudi pomen komunikacijske kampanje za razširitev teh znanj. Manjša poraba goriva za kmetijsko pridelavo pomeni na državni oziroma evropski ravni prispevek k manjšemu ogljičnemu odtisu.
	ANG	Notwithstanding the good farmers' education, their knowledge about the fuel saving techniques at work with farm machinery is poor. At secondary agriculture schools where educated for, the objects dealing with agricultural techniques are reduced to. But the reduction of the fuel consumption in the process of crop production is one of the basic economic requirements. In the survey 42 % of the farmers realized that saving of the fuel is possible through the measures, but they do not know the right way; less than 2 % of farmers still do not think so. There are several manuals available dealing with the decreasing fuel consumption in agriculture but 41 % of farmers do not have this information. Only for 9 % of farmers manuals are known. In that article we described the content of the eco - driving tractors courses program dealing with the reduction of fuel consumption. The main focus is the importance to organize the communication campaigns to expand these skills. Lower fuel consumption for agricultural production also contributes to the reduction of the carbon footprint at the national and at the European level.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizacijo poljoprivrede; Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede; 2014; F. 469-478; Avtorji / Authors: Poje Tomaž
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
2.	COBISS ID	4079208 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Možnost manjše porabe goriva v slovenskem kmetijstvu
		ANG POSSIBILITIES OF FUEL SAVINGS IN SLOVENIAN AGRICULTURE
	Opis	SLO Manjša poraba goriva za kmetijsko pridelavo pomeni na državni oziroma evropski ravni prispevek k manjšemu ogljičnemu odtisu in usmeritev v nizko ogljično družbo, kar je tudi eden od ciljev Slovenije. Poleg okoljskih prednosti pa ima manjša poraba goriva lahko velik vpliv tudi na ekonomsko uspešnost posamezne kmetije. Na osnovi modelnih kalkulacij Kmetijskega inštituta Slovenije predstavlja strošek goriva 39 % stroškov vseh strojnih storitev pri pridelavi koruze za zrnje. V letu 2011 je bilo 25.893 fizičnim osebam (kmetom) povrnjen del trošarine za 54 milijonov litrov porabljenega goriva v kmetijstvu. Pri delu s traktorji in drugimi kmetijskimi stroji obstaja veliko načinov za varčnejšo rabo goriva. Največji prihranki goriva so bili doseženi s pravilnejšo nastavitvijo priključkov in z uporabo varčne priključne gredi traktorja. Oranje je eden največjih porabnikov energije v kmetijski pridelavi; z manjšo globino oranja lahko porabo goriva občutno znižamo. Varčevalne ukrepe pa lahko v praksi uporablja le tozadevno strokovno izobražen kmet, ki se mora o tem neprestano strokovno izpopolnjevati.
		ANG Reduced fuel consumption of agricultural production means on the state or European level contribution to a smaller carbon footprint and focus on low-carbon society, which is also one of the objectives of Slovenia. In addition to environmental benefits, however, reduced fuel consumption can be a major influence on the economic success of the individual farms. On the basis of model calculations of the Agricultural Institute of Slovenia, the costs of fuel represent 39% of the cost of all mechanical services for the production of corn for grain. In 2011, 25,893 farmers have got a part of excise duty on 54 million litre of fuel used in agriculture. When working

		with tractors and other agricultural machinery, there are many ways for saving fuels consumption. We achieved maximum fuel savings with the more correct settings of implements and using the economical tractor PTO. Ploughing is one of the largest consumers of energy in agricultural production. Fuel consumption at ploughing can be reduced also with shallow depth of ploughing. Only a skilled driver can put these fuel-saving measures into practice and that it is subject to continuous professional training
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizacijo poljoprivrede; Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede; 2013; Str. 313-319; Avtorji / Authors: Poje Tomaž	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
3.	COBISS ID	4024424 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Manjša poraba goriva - izziv za kmetijstvo
	ANG	Reduced fuel consumption – a challenge for agriculture
Opis	SLO	Pri pridelavi koruze za zrnje predstavlja, na osnovi modelnih analiz, strošek goriva 39 % v strojnih storitvah. V letu 2011 je bil del trošarine za porabljeno gorivo v kmetijstvu povrnjen 25893 fizičnim osebam (kmetom). Pri delu s traktorji in drugimi kmetijskimi stroji obstaja še veliko načinov za varčnejšo rabo goriva oziroma večjo učinkovitost strojev. Prikazane so nekatere možnosti varčevanja z gorivom pri oranju.
	ANG	According to the model calculations the fuel cost represents 39% in the mechanized production of corn for grain. In 2011, 25,893 farmers have got a part of excise duty on fuel used in agriculture. The great potential for efficient use of fuel is still present in working with tractors and other agricultural machinery. Some way how to save fuel when ploughing are shown.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	Slovensko agronomsko društvo; Novi izzivi v agronomiji 2013; 2013; Str. 208-212; Avtorji / Authors: Poje Tomaž	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
4.	COBISS ID	3864680 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Z manjšo porabo goriva do manjšega ogljičnega odtisa
	ANG	With lower fuel consumption to smaller carbon footprint
Opis	SLO	Ogljični odtis lahko zmanjšamo z različnimi ukrepi, eden izmed njih je tudi manjša poraba goriva pri delu na kmetiji. Ena izmed možnosti za manjšo porabo goriva je da se izogibamo se nepotrebnim postopkom ali pa jih združujemo. Tudi pri spravilu krme imamo lahko postopke ločene ali združene. Pri kosilnicah je poraba goriva odvisna tudi od ostrine delovnih elementov – nožev.
	ANG	Carbon footprint can be reduced by various measures, one of them is also reduced fuel consumption on the farm. One of the potential for reduced fuel consumption is to avoid an unnecessary procedure or combine them. Even with the harvesting of fodder (grass cutting) we can separate or combined procedures. Fuel consumption at mowers also depends on the sharpness of work elements – knives.
Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
Objavljeno v	Kmetijska založba; Kmetovalec; 2012; Letn. 80, št. 6; str. 22-23; Avtorji / Authors: Poje Tomaž	
Tipologija	1.04 Strokovni članek	

5.	COBISS ID	4288104	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Ogljični odtis - merilo učinkovitega dela na kmetiji	
		<i>ANG</i> Carbon footprint - a measure of effective work on the farm	
	Opis	<i>SLO</i> Pri ogljičnem odtisu kmetije se upošteva direktne komponente (kot je poraba dizelskega goriva, bencina, elektrike, itd.) in indirektne komponente (energija potrebna za izdelavo mineralnih gnojil, pesticidov, strojev itd.). Ogljični odtis na kmetiji lahko zmanjšamo z različnimi ukrepi, eden izmed njih je tudi manjša poraba goriva pri delu na kmetiji. Ob izgorevanju goriva nastaja ogljikov dioksid, ki je najpomembnejši toplogredni plin, ki jih moramo zmanjšati, če želimo preprečiti klimatske spremembe in vremenske pojave, ki vedno pogosteje povzročajo škodo v kmetijstvu, pa tudi drugod.	
		<i>ANG</i> In the carbon footprint of farms we have the direct components (such as the consumption of diesel fuel, gasoline, electricity, etc.) and indirect components (energy required to manufacture chemical fertilizers, pesticides, machinery, etc.). Carbon footprint on the farm can be reduced by various measures; one of them is also reduced fuel consumption on the farm. At the combustion of fuels produces carbon dioxide is the main greenhouse gas that we need to be reduced if we are to prevent climate change and weather events, which are increasingly causing damage to agriculture, as well as elsewhere.	
	Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v	ČZD Kmečki glas; Tehnika in narava; 2013; Letn. 17, št. 4; str. 15-16; Avtorji / Authors: Poje Tomaž	
	Tipologija	1.04	Strokovni članek

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

V delu raziskav so bile zajete meritve porabe električne energije na vzorčnih kmetijah. Za ta namen smo izdelali posebne prenosne električne merilnike porabljene električne energije. Merilnike porabljene električne energije smo povezali z različnimi električnimi aparati, ki se uporabljajo v npr. živinorejski pridelavi (npr. molža, hlajenje mleka, robotska molža itn.). Meritve smo opravili na električnih strojih, ki se uporabljajo pri različnih kmetijskih opravilih (npr. v proizvodnji mleka so zajeti stroji za molžo, hlajenje mleka, čiščenje gnoja, prezračevanje objektov ter električna razsvetljava). Zaradi zanesljivosti meritev smo meritve vseh električnih strojev opravljali skozi daljše časovno obdobje tako da smo posamezni električni stroj spremljali več dni, tednov in mesecev.

Člani projektne skupine so imeli vabljen predavanja na temo ogljikovega odtisa kmetijstva in njegovega zmanjševanja za raziskovalno in strokovno sfero.

POJE, Tomaž. Ogljični odtis kmetije glede na porabo goriva : vabljen predavanje na strokovnem kolegiju oddelka Kmetijsko gozdarski zavod Kranj, Oddelek za kmetijsko svetovanje, 10. maj 2012 ob 11. uri, Kranj. 2012. [COBISS.SI-ID 3847528]

POJE, Tomaž. Ogljični odtis - merilo učinkovitega dela na kmetiji : predavanje na konferenci Dan koruze Rakičan 2013, 10.9.2013 v dvorani Biotehniške šole v Rakičanu. 2013. [COBISS.SI-ID 4305000]

POJE, Tomaž. Izpusti toplogrednih plinov zaradi porabe energije pri pridelovanju krme : predavanje na izobraževanju kmetijskih svetovalcev: Zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov v živinoreji, organizator: Kmetijski inštitut Slovenije in Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Ljubljana, 25. apr. 2012. 2012. [COBISS.SI-ID 3854184]

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

10.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Definiran je okoljski odtis kmetijstva po posameznih panogah (poljedelstvo, sadjarstvo in vinogradništvo, vrtnarstvo, živinoreja) prek življenjskega cikla kmetijskih pridelkov in končnih izdelkov iz kmetijskih pridelkov, ki predstavljajo osnovno surovino za živilsko predelovalno industrijo. Ogljikov odtis je določen za konvencionalno, integrirano in ekološko kmetijsko pridelavo s pomočjo porabe energije za pridelavo, transport, predelavo, skladiščenje in dodelavo kmetijskih izdelkov. Poleg emisij, ki nastajajo zaradi uporabe kmetijskih strojev so bile zajete tudi emisije iz organskih in anorganskih (mineralnih) gnojil. Energetske meritve na vzorčnih kmetijah so pokazale signifikanten vpliv porabe energije na ogljikov odtis pri konvencionalnih in sodobnih proizvodnih tehnologijah v poljedelski, sadjarsko vinogradniški, vrtnarski pridelavi ter živinoreji. Opravljena je tudi detajlna analiza porabe energije v procesiranju kmetijskih pridelkov (sušenje, hlajenje, interni transport itn.) in produktov iz živinoreje. Za transport kmetijskih pridelkov od kmetije do predelovalnih mest oziroma končnega uporabnika je analizirana poraba energije s tovornimi vozili za prevoz kmetijskih pridelkov.

ANG

The environmental footprint of agriculture (crop production, fruit growing and viticulture, horticulture and animal husbandry) was determined with the life cycle of agricultural products and finished products from agricultural crops, which constitute the basic raw materials for the food processing industry. Carbon footprint was defined for conventional, integrated and organic farming by using the energy consumption for the production, transportation, processing, storage and processing of agricultural products. In addition to the emissions arising from the use of agricultural machinery also were included emissions from organic and mineral fertilizers. Energy measurements on pilot farms have shown significantly influence of energy consumption on the carbon footprint of conventional and modern farm technologies in the agricultural, fruit and vineyard growing, horticultural production and animal husbandry. Detail analysis of energy consumption was made in the processing of agricultural products (drying, cooling, internal farm transport, etc.) and products from livestock. For the transportation of agricultural products from farm gate to processing sites or end-user we analyzed the energy consumption for the transport of agricultural products.

10.2.Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

V slovenskem prostoru je bila prvič narejena detajlna analiza okoljskega odtisa kmetijstva in živilsko predelovalne industrije. Analiza je bila narejena na osnovi energetskega meritev na vzorčnih kmetijah, ki so zajele različna območja za kmetovanje (glede stopnje težavnosti pridelovalnih razmer in pedo klimatskih razmer). Zajeta je tudi poraba energije v predelavi in transportu za slovenske razmere tako da je lahko določen ogljikov odtis končnih kmetijskih pridelkov oziroma produktov iz živinoreje.

ANG

In Slovenia was made first detailed analysis of the environmental footprint of agriculture and agro-industry. The analysis was made on the base of energy measurements on pilot farms, which cover different areas for farming (on the level of difficulty of growing conditions and soil climatic conditions). We included also energy consumption in the processing and transport for the Slovenian conditions for determining carbon footprint of final agricultural products and finished products from livestock.

11.Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine.

11.1.Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v domačih znanstvenih krogih
- pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?¹¹

V domačih znanstvenih krogih se za rezultate raziskav zanima znanstvena sfera: univerze, visokošolske in srednješolske izobraževalne ustanove in raziskovalno razvojni instituti. Poleg znanstvene sfere interes izražajo: kmetijska svetovalna služba, živilsko predelovalna industrija, kmetijska podjetja, razvojni oddelki podjetij s področja kmetijske mehanizacije, razvojne in energijske agencije, kmetijski strojni krožki, kmetije itn.

11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v mednarodnih znanstvenih krogih
 pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:¹²

S tujimi raziskovalnimi institucijami smo sodelovali pri izmenjavi določenih podatkov glede porabe energije za pogon nekaterih specifičnih kmetijskih strojev in na treh skupnih znanstvenih konferencah, kjer smo predstavili izsledke raziskav.

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:¹³

Z hrvaško Univerzo Zagreb, Fakulteta za agronomijo, Zavod za mehanizacijo kmetijstva, smo bili soorganizatorji treh mednarodnih konferenc (Actual Tasks on Agricultural Engineering) s področja kmetijske mehanizacije in zmanjševanja ogljikovega odtisa kmetijstva. Institut BLT Wieselburg, Avstrija nam je posredoval nekatere rezultate njihovih meritev porabe goriva za kmetijske stroje. Omenjene rezultate smo primerjali z našimi zaradi preverjanja zanesljivosti naših meritev ter podobnih pridelovalnih razmer v kmetijstvu obeh držav.

12. Izjemni dosežek v letu 2013¹⁴

12.1. Izjemni znanstveni dosežek

Razvit je obsežen računalniški model, ki zajema najpomembnejše parametre, ki vplivajo na ogljikov odtis v poljedelski, sadjarsko vinogradniški in vrtnarski pridelavi in živinoreji ter živilsko pridelovalni industriji.

12.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Opravili smo detaljne analize porabe energije v slovenskem kmetijstvu. Ugotovili smo, kje so največji porabniki energije na kmetijah in kakšne so realne možnosti za zmanjševanje porabe energije in posledično zniževanja okoljskega oziroma ogljikovega odtisa kmetijstva. Definirana je poraba energije v živilsko predelovalni industriji in transportu kmetijskih pridelkov in produktov in podane možnosti za zmanjševanje porabe energije in posledično okoljskega odtisa končnega produkta.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenki (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Kmetijski inštitut Slovenije

Viktor Jejčič

ŽIG

Kraj in datum:

LJUBLJANA	15.4.2014
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-CRP-ZP-2014-01/13

- ¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)
- ² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta.
Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)
- ⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta.
Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.
- Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.
- Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)
- ⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)
- ⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹¹ Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹² Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹³ Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹⁴ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2013 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu.

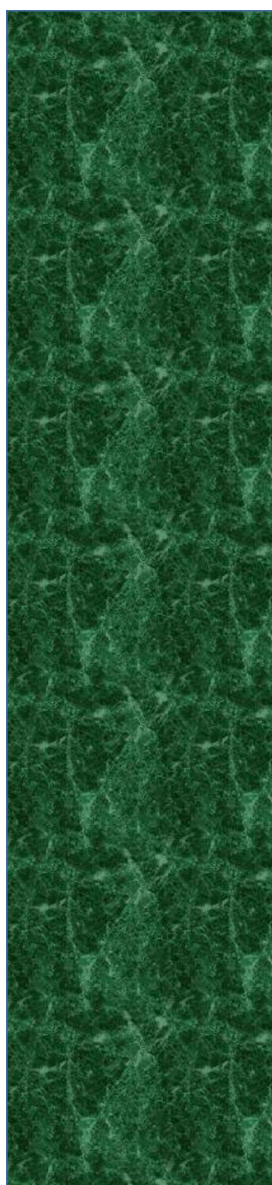
Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/> [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2014-01 v1.00

F4-6F-90-F7-FF-DB-D1-F6-C5-0D-85-CC-48-67-26-8C-7E-85-A4-65

Poročilo

Okoljski odtis kmetijstva in živilsko predelovalne industrije ter tehnološki ukrepi za njegovo znižanje v prihodnosti



Ciljni raziskovalni program »Zagotovimo si hrano za jutri«

Ljubljana, oktober 2013

VODJA PROJEKTA:

- dr. Viktor Jejčič

AVTORJI:

- dr. Viktor Jejčič, Kmetijski inštitut Slovenije (KIS)
- mag. Tomaž Poje, Kmetijski inštitut Slovenije (KIS)
- mag. Tone Godeša, Kmetijski inštitut Slovenije (KIS)
- dr. Fouad Al-Mansour, Institut Jožef Stefan (IJS)
- Marko Pečkaj, Institut Jožef Stefan (IJS)
- Matjaž Česen, Institut Jožef Stefan (IJS)

IME PROJEKTA:

Okoljski odtis kmetijstva in živilsko predelovalne industrije ter tehnološki ukrepi za njegovo znižanje v prihodnosti

KAZALO**Vsebina**

1	POVZETEK RAZISKOVALNEGA PROJEKTA.....	11
2	OPIS PROBLEMA IN CILJEV.....	14
3	KRATEK POVZETEK KLJUČNIH UGOTOVITEV IZ LITERATURE	16
4	EMISIJE TOPLOGREDNIH PLINOV V SLOVENIJI.....	20
4.1	EMISIJE TOPLOGREDNIH PLINOV IZ KMETIJSTVA.....	23
5	METODA DELA	25
6	ANALIZA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA KMETIJSKIH PRIDELKOV, KI SO NAJBOLJ RAZŠIRJENI V KMETIJSKI PRIDELAVI	27
6.1	ŽIVLJENSKI CIKEL POLJEDELSTVA.....	27
6.1.1	Življenski cikel silažne koruze	28
6.1.2	Življenski cikel koruze za zrnje	29
6.1.3	Življenski cikel pšenice	30
6.1.4	Življenski cikel oljne ogrščice	31
6.2	SADJARSTVO IN VINOGRADNIŠTVO	33
6.2.1	Življenski cikel jabolk	34
6.2.2	Življenski cikel hrušk	35
6.2.3	Življenski cikel oljk	37
6.2.4	Življenski cikel grozdja – vinogradništvo	38
6.3	VRTNARSTVO	40
6.3.1	Življenski cikel paradižnika.....	41
6.3.2	Življenski cikel paprike	42
6.4	ŽIVINOREJSKA PRIDELAVA	43
6.4.1	Govedoreja – pridelava mleka	43
6.4.2	Govedoreja – pridelava mesa	45
6.4.3	Praščereja	46
6.4.4	Perutninarstvo – reja za meso	48
6.4.5	Perutninarstvo – reja za jajca.....	49
7	UGOTAVLJANJE PORABE GORIVA V KMETIJSKI PRIDELAVI	51
8	UGOTAVLJANJE PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE	54
8.1	MERJENJE PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE V PROIZVODNJI MLEKA	55
9	ENERGETSKA ANALIZA	56
9.1	UGOTAVLJANJE PORABE ENERGIJE V POLJEDELSKI PRIDELAVI	57
9.2	PORABA GORIVA PRI KONVENCIONALNI IN EKOLOŠKI PRIDELAVI POLJŠČIN	59
9.3	UGOTAVLJANJE PORABE ENERGIJE V SADJARSTVU IN VINOGRADNIŠTVU	60
9.4	UGOTAVLJANJE PORABE ENERGIJE V VRTNARSTVU	65
9.4.1	Zelje	65
9.4.2	Čebula	68
9.4.3	Paradižnik.....	70
9.4.4	Paprika	71
9.4.5	Kumare.....	73
9.5	UGOTAVLJANJE PORABE ENERGIJE V GOVEDOREJI	75
9.5.1	Poraba energije za rejo krav molznic	75
9.5.2	Poraba energije v reji za končni produkt	76
9.5.3	Poraba energije v proizvodnji govejega mesa.....	77

10	ENERGIJA ZA PREDELAVO KMETIJSKIH PRIDELKOV V KONČNE PRODUKTE ...	83
10.1	PROIZVODNJA RASTLINSKEGA OLJA.....	83
10.2	PREDELAVA ŽIT V ŽIVILSKO PREDELOVALNI INDUSTRIJI.....	85
10.3	PREDELAVA GROZDJA	87
10.4	PREDELAVA OLJK V OLJČNO OLJE	89
10.5	PREDELAVA MLEKA V MLEČNE IZDELKE	90
10.6	PREDELAVA SADJA V SOKOVE IN DRUGE IZDELKE	92
10.6.1	<i>Predelava pečkatga sadja.....</i>	92
10.6.2	<i>Predelava koščičastega sadja</i>	93
10.7	PREDELAVA ŽIT V PREHRAMBENI INDUSTRIJI	95
10.8	PREDELAVA MESA.....	97
10.9	PORABA ENERGIJE ZA RAZLIČNE KONČNE PRODUKTE	100
11	PORABA GORIVA V KMETIJSKEM TRANSPORTU	102
11.1	EMISIJE CO ₂ ZARADI TRANSPORTA.....	102
11.2	EMISIJE PRI DOSUŠEVANJU IN SKLADIŠČENJU:	103
12	IZDELAVA RAČUNALNIŠKIH KALKULATORJEV ZA DOLOČANJE OKOLJSKEGA ODTISA KMETIJSTVA	104
13	MODEL ZA IZRAČUN OGLJIČNIH ODTISOV KMETIJSKIH PRIDELKOV V KMETIJSTVU.....	105
13.1	KMETIJSKA PRIDELAVA	105
13.1.1	<i>Osnovne predpostavke.....</i>	106
13.1.2	<i>Vrste pridelave in velikost kmetije.....</i>	106
13.2	ŽIVINOREJA IN KMETIJSKI IZDELKI	107
13.3	OSNOVNE PREDPOSTAVKE	107
13.3.1	<i>Vrste priraje in velikost kmetije</i>	108
13.4	STRUKTURA MODELA ZA DOLOČITEV OGLJIČNEGA ODTISA KMETIJSKIH PRIDELKOV IN IZDELKOV.....	108
13.5	SHEMATIČNI PRIKAZ BLOKOVNEGA KONCEPTA PRIDELAVE POLJEDELSKIH, SADJARSKO, VINOGRADNIŠKIH, VRTNARSKIH PRIDELKOV IN ŽIVINOREJE.....	109
13.6	OGLJIČNI ODTISI KMETIJSTVA.....	117
13.6.1	117	
13.7	OGLJIČNI ODTIS SADJARSKIH PRIDELKOV	121
13.8	OGLJIČNI ODTIS VINOGRADNIŠTVA	124
13.9	OGLJIČNI ODTIS VRTNARSKE PRIDELAVE.....	127
13.10	OGLJIČNI ODTIS ŽIVINOREJE	130
13.10.1	<i>Goveje meso</i>	130
13.10.2	<i>Prašičje meso.....</i>	131
13.10.3	<i>Priraja mleka</i>	132
13.11	OGLJIČNI ODTIS TRANSPORTA	132
13.11.1	<i>Scenariji:.....</i>	133
13.12	OGLJIČNI ODTISI IZDELKOV V ŽIVILSKO PREDELOVALNI INDUSTRIJI	136
13.12.1	<i>Mlevski in pekarski izdelki.....</i>	137
13.12.2	<i>Rastlinsko olje</i>	138
13.12.3	<i>Sadjarski izdelki.....</i>	138
13.12.4	<i>Oljčno olje.....</i>	139
13.12.5	<i>Vinogradništvo - vino</i>	140
13.12.6	<i>Vrtnarski izdelki</i>	141
13.12.7	<i>Mleko v embalaži in mlečni izdelki</i>	142
13.12.8	<i>Meso in mesni izdelki.....</i>	143
14	KALKULATORJI ZA DOLOČANJE OKOLJSKEGA ODTISA KMETIJSTVA IN ŽIVILSKO PREDELOVALNE INDUSTRIJE.....	146

15	PRIPOROČILA ZA ZMANJŠEVANJE PORABE ENERGIJE V KMETIJSTVU.....	150
15.1	UKREPI ZA ZMANJŠEVANJE PORABE GORIVA S TRAKTORJI IN SAMOVOZNI MI KMETIJSKIMI STROJI.....	150
15.1.1	<i>Emisije motorjev traktorjev in samovoznih kmetijskih strojev</i>	<i>150</i>
15.1.2	<i>Sodobne tehnologije za zagotavljanje manjše porabe goriva traktorskih motorjev.....</i>	<i>151</i>
15.1.3	<i>Usklajenost strojev glede opravil</i>	<i>151</i>
15.1.4	<i>Vzdrževanje strojev</i>	<i>152</i>
15.1.5	<i>Delovanje traktorskega motorja v prostem teku</i>	<i>152</i>
15.1.6	<i>Tlak zraka v pnevmatikah</i>	<i>152</i>
15.1.7	<i>Uravnavanje tlaka zraka v pnevmatiki glede trenutnega stanja podlage</i>	<i>153</i>
15.1.8	<i>Pravilno prestavljanje traktorskega menjalnika</i>	<i>153</i>
15.1.9	<i>Uporaba reverzibilnega ventilatorja.....</i>	<i>154</i>
15.1.10	<i>Zmanjševanje porabe goriva v obdelavi tal.....</i>	<i>154</i>
15.1.11	<i>Zmanjševanje porabe goriva s priključnimi stroji, ki so gnani prek priključne gredi traktorja.....</i>	<i>155</i>
15.1.12	<i>Zmanjševanje porabe energije s pravilnim vzdrževanjem rezil na različnih strojih.....</i>	<i>156</i>
15.1.13	<i>Zmanjševanje porabe goriva z združevanjem delovnih operacij v obdelavi tal</i>	<i>156</i>
15.1.14	<i>Zmanjševanje porabe goriva v transportu</i>	<i>157</i>
15.1.15	<i>Možnosti za zmanjševanje porabe električne energije</i>	<i>157</i>
15.1.16	<i>Hlajenje mleka</i>	<i>160</i>
15.1.18	<i>Uporaba obnovljivih virov energije na kmetiji</i>	<i>161</i>
15.1.19	<i>Uporaba alternativnih goriv.....</i>	<i>161</i>
15.1.20	<i>Bioplinske tehnologije</i>	<i>164</i>
15.1.21	<i>Možnosti uporabe biometana za pogon traktorjev in kmetijskih samovoznih strojev.....</i>	<i>166</i>
15.1.22	<i>Traktorji na biometan.....</i>	<i>166</i>
16	CERTIFIKACIJSKA SHEMA ZA KMETIJSKE PRIDELKE IN ŽIVILA	174
16.1	ANALIZA STANJA NA PODROČJU CERTIFIKACIJSKIH SHEM VEZANIH NA OGLJIČNI ODTIS V EVROPI IN SVETU	174
16.2	OGLJIČNI ODTIS	175
16.3	SKLEPI GLEDE OZNAČEVANJA PRODUKTOV	176
17	ZAKLJUČEK.....	177
-	OGLJIČNI ODTIS SADJARSKO VINOGRADNIŠKE PRIDELAVE	179
-	OGLJIČNI ODTIS VRTNARSKE PRIDELAVE.....	180
-	OGLJIČNI ODTIS ŽIVINOREJSKE PRIDELAVE	180
18	VIRI	183

Slike

Slika 1:	Izpusti toplogrednih plinov po glavnih kategorijah plinov v Sloveniji	21
Slika 2:	Struktura emisij toplogrednih plinov po sektorjih v Sloveniji v letu 2011	23
Slika 3:	Emisije TGP iz sektorja kmetijstva v Sloveniji za obdobje 1996-2011	24
Slika 4:	Struktura izpustov toplogrednih plinov v kmetijstvu v letu 2011 (vir: Agencija Republike Slovenije za okolje, 2013.)	24
Slika 5:	Blok diagram življenjskega cikla silažne koruze.....	29
Slika 6:	Blok diagram življenjskega cikla pšenice	31
Slika 7:	Blok diagram življenjskega cikla oljne ogrščice, predelava zrnja v olje.....	33

Slika 8: Blok diagram življenjskega cikla jabolke	35
Slika 9: Blok diagram življenjskega cikla hruške	37
Slika 10: Blok diagram življenjskega cikla oljk	38
Slika 11: Blok diagram življenjskega cikla - vinogradništvo.....	40
Slika 12: Blok diagram življenjskega cikla paradižnika	42
Slika 13: Blok diagram življenjskega cikla paprike	43
Slika 14: Blok diagram življenjskega cikla proizvodnje mleka	45
Slika 15: Blok diagram življenjskega cikla govedoreje – pridelava za meso.....	46
Slika 16: Blok diagram življenjskega cikla - prašičereja	47
Slika 17: Blok diagram življenjskega cikla perutninarstva – meso.....	49
Slika 18: Blok digram življenjskega cikla perutninarstva – jajca	50
Slika 19: Dotakanje goriva po opravljeni delovni operaciji.....	52
Slika 20: Merilnik porabe električne energije.....	54
Slika 21: Interni traktorski transport pridelka grozdja pri ročnem obiranju	64
Slika 22: Blok diagram pridelave zelja	65
Slika 23: Mehanizirano spravilo zelja.....	66
Slika 24: Transport zelja iz njive	67
Slika 28: Procesiranje zelja	67
Slika 29: Blok diagram za pridelavo čebule	68
Slika 30: Spravilo čebule je lahko ročno ali mehanizirano.....	69
Slika 37: Blok diagram pridelave paradižnika	70
Slika 38: Prekopavanje tal s prekopalnikom (frezo) v rastlinjaku.....	71
Slika 40: Blok diagram pridelave paprike.....	72
Slika 41: Blok diagram pridelave kumar.....	73
Slika 42: Poraba energije, ki nastane po zaključeni reji govejih pitancev	79
Slika 44: Pridobivanje rastlinskega olja na decentralizirani način s postopkom hladnega stiskanja	84
Slika 45: Proces proizvodnje moka.....	86
Slika 46: Proces proizvodnje kruha.....	87
Slika 47: Predelava belega grozdja v belo vino	88
Slika 48: Predelava grozdja na kmetiji.....	88
Slika 49: Predelava rdečega grozdja v rdeče vino	89
Slika 50: Predelava oljk v oljčno olje.....	90
Slika 51: Predelava mleka v različne mlečne izdelke ter procesi, ki se uporabljajo pri predelavi.....	91
Slika 52: Proces proizvodnje sadnega soka - jabolčnega ali hruškovega soka	93
Slika 53: Proces proizvodnje sadne čežane	94
Slika 54: Proces pridobivanja sadnih rezin	95
Slika 55: Proces proizvodnje moka.....	96
Slika 56: Proces proizvodnje kruha.....	97
Slika 57: Predelava govejega mesa.....	98
Slika 43: Poraba energije, ki nastane po zaključeni reji v prašičereji.....	98
Slika 58: Predelava prašičjega mesa.....	100
Slika 57: Shematični prikaz koncepta za izračun emisij TGP pri pridelavi pridelkov v poljedelstvu, sadjarstvu, vinogradništvu in vrtnarstvu	106
Slika 58: Shematični prikaz koncepta za izračun emisij TGP pri živinoreji	107
Slika 59: Shematični prikaz procesa.....	108
Slika 60: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave v kmetijstvu	110
Slika 61: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave koruze za zrnje	111
Slika 62: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave koruze za silažo.....	112
Slika 63: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave oljne ogrščice ali sončnice	113
Slika 64: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave sadja	114
Slika 65: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave grozdja	115
Slika 66: Shematični prikaz blokovnega koncepta prireje mleka	116
Slika 67: Emsije TGP poljedelskih pridelkov za konvencionalno pridelavo	118

Slika 68: Emisije TGP poljedelskih pridelkov za integrirano pridelavo.....	120
Slika 69: Emisije TGP poljedelskih pridelkov za ekološko pridelavo	121
Slika 70: Emisije TGP določene za tri velikosti kmetij v primeru konvencionalne sadjarske pridelave.....	122
Slika 71: Emisije TGP določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru integrirane sadjarske pridelave	123
Slika 72: Emisije TGP določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru ekološke sadjarske pridelave.....	123
Slika 73: Emisije TGP določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru konvencionalne vinogradniške pridelave	125
Slika 74: Ogljični odtis določen za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru integrirane vinogradniške pridelave	125
Slika 75: Ogljični odtis določen za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru ekološke vinogradniške pridelave	126
Slika 76: Emisije TGP vrtnarskih pridelkov za konvencionalno pridelavo	128
Slika 77: Emisije TGP vrtnarskih pridelkov za integrirano pridelavo.....	129
Slika 78: Emisije TGP vrtnarskih pridelkov za ekološko pridelavo	130
Slika 79: Ogljični odtis govejega mesa pri konvencionalnem in ekološkem načinu reje	131
Slika 84: Emisije TGP za konvencionalno in ekološko rejo in procesiranje prašičega mesa.	131
Slika 81: Ogljični odtisi prireje mleka pri konvencionalni in ekološki reji živali	132
Slika 82: Emisije TGP prepeljanega izdelka oz. pridelka.	136
Slika 83: Emisije TGP za proizvodnjo pekarskih izdelkov.	137
Slika 86: Emisije TGP za konvencionalno in ekološko rejo in procesiranje govejega mesa.	144
Slika 88: Primer baze podatkov za izračun ogljičnih odtisov	147
Slika 89: Prikaz strani za uporabnike pri kalkulatorju ogljičnih odtisov v kmetijstvu.....	148
Slika 90: Prenosni merilnik porabe električne energije.....	158
Slika 91: Uporaba bioplina oziroma biometana iz kmetijske bioplinske naprave	164
Slika 92: Traktor, ki ga poganja metan ali biometan (vir: New Holland)	167
Slika 94: Zmanjšanje porabe kurilnega olja pri rastlinjakih glede na uporabo ukrepov za varčevanje z energijo.....	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Slika 95: Poraba kurilnega olja pri starem in novem rastlinjaku	171
Slika 96: Osvetlitev rastlinjakov lahko z uporaba LED luči	172
Slika 97: Uporaba obnovljivih virov v rastlinjakih.....	172
Slika 98: Uporaba obnovljivih virov energije v rastlinjakih paradižnika Renkovci	Napaka! Zaznamek ni definiran.

Tabele

Tabela 1: Vplivni faktorji v primerjavi s CO ₂ (globalno segrevanje potenciali, vir: IPCC 1996)	20
Tabela 2: Emisije TGP v kt CO ₂ ekv. po sektorjih v Sloveniji v obdobju 2000-2011	22
Tabela 3: Rezultati merjenja porabe goriva na šest vzorčnih kmetij na različnih lokacijah51	
Tabela 4: Meritve porabe goriva pri pridelavi silazne koruze na dveh različnih lokacijah, kmetija A (Male Žablje pri Ajdovščini), kmetijsko posestvo B (Loka pri Mengšu).	53
Tabela 5: Povprečna poraba goriva za različne delovne operacije (primer porabe goriva iz petih vzorčnih kmetij na različnih lokacijah.....	58
Tabela 6: Poraba goriva za sušenje različnih količin pridelka.....	60

Tabela 7:	Povprečna poraba goriva za različne delovne operacije v trajnih nasadih v sadjarsko vinogradniški pridelavi (primer porabe goriva iz vzorčnih kmetij).....	64
Tabela 8:	Poraba goriva za izbrane delovne operacije v vrtnarstvu	74
Tabela 9:	Primer porabe električne energije za izbrane delovne operacije v rastlinjaku za pridelavo paradižnika.	74
Tabela 10:	Poraba energije v proizvodnji mleka (kWh/kg) mleka pri konvencionalnem načinu reje živali (vir podatkov: podatki KIS Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko in literatura)	76
Tabela 11:	Poraba energije v proizvodnji mleka (kWh/kg) mleka pri ekološkem načinu reje živali (vir podatkov: KIS Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko in literatura)	77
Tabela 12:	Poraba energije v reji pitancev (kWh/kg mesa) pri konvencionalnem načinu reje živali za različne velikosti črede (vir podatkov: podatki KIS Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko in literatura)	78
Tabela 13:	Poraba energije v reji pitancev (kWh/kg) mesa pri ekološkem načinu reje živali za različne velikosti črede (vir podatkov: KIS Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko in literatura)	78
Tabela 14:	Poraba celotne energije za pridelavo kilograma govejega mesa glede na način pridelave in glede na velikost črede (vir podatkov: KIS Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko).....	79
Tabela 18:	Poraba energije pri predelavi mleka v mlečne izdelke za mlekarnarstvo.....	92
Tabela 19:	Poraba energije za proizvodnjo različnih končnih produktov	101
Tabela 20:	Poraba goriva za tovorna vozila različne nosilnosti	102
Tabela 21:	Emisije TGP poljedelskih pridelkov določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) in dva načina setve (<i>konvencionalna pridelava</i>)	119
Tabela 22:	Emisije TGP poljedelskih pridelkov določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) in dva načina setve (<i>integrirana pridelava</i>)	119
Tabela 23:	Emisije TGP poljedelskih pridelkov določeni za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) in dva načina setve (<i>ekološka pridelava</i>)	120
Tabela 24:	Poraba goriva za vozila različne nosilnosti.....	135
Tabela 25:	Poraba goriva in emisije CO ₂ v transportu kmetijskih pridelkov (polna uporaba 100 % zasedenost, normalna uporaba 70 % ali 45 % zasedenost tovornega vozila)	135
Tabela 26:	Poraba goriva in emisije TGP v transportu kmetijskih pridelkov	136
Tabela 27:	Emisije TGP pri cestnem transportu blaga po kapaciteti tovornjakov	149
Tabela 28:	Vlečna sila za traktor Deutz – Fahr DX 4.70, pnevmatike: zadaj 20,8 R 38; spredaj 16,9 R 26, zdrs 25 %, tla peščena (po Profi special)	153
Tabela 29:	Emisije CO ₂ v konvencionalni pridelavi grozdja.....	168
Tabela 30:	Emisije CO ₂ v integrirani pridelavi grozdja (scenarij 1),.....	169
Tabela 31:	Emisije CO ₂ v integrirani pridelavi grozdja (scenarij 2),	169
Tabela 32:	Emisije CO ₂ v ekološki pridelavi grozdja	170

1 Povzetek raziskovalnega projekta

LCA (angl. kratica od Life cycle assesment, slov. ocena življenjskega cikla) se tradicionalno uporablja za analizo industrijskih proizvodnih sistemov, v zadnjih letih pa tudi pri oceni okoljskega vpliva kmetijstva. LCA je računski sistem, ki opisuje in kvantificira indikatorje okoljske sprejemljivosti in merljivosti. Kmetijstvo tudi samo prispeva znaten delež emisij toplogrednih plinov, zato bo v prihodnosti soočeno tudi s precejšnjimi zahtevami za zmanjševanje emisij. Vpliv kmetijstva na klimatske spremembe je dvojni, kot ponor in obenem vir ogljikovega dioksida. Ogljikov dioksid se veže iz atmosfere in pretvarja v ogljik vezan v rastlinah, ki se pri razkroju ponovno vrača v atmosfero. Rastline so sposobne vezati ogljikov dioksid iz atmosfere in ga uskladiščiti kot ogljik v strukturi rastline in v samih tleh. Za kmetijstvo bo največji izziv najti pravo ravnotežje med prilagajanjem kmetijske pridelave in zagotavljanjem zadostnih količin hrane in energetskih surovin ter zmanjševanjem emisij toplogrednih plinov. Najpomembnejši toplogredni plini so ogljikov dioksid, metan in dušikovi oksidi. Ogljikov dioksid se v kmetijstvu sprošča zaradi rabe fosilnih goriv za pogon kmetijskih strojev in druge namene (proizvodnji mineralnih gnojil, procesiranju, predelavi kmetijskih pridelkov, skladiščenju, hlajenju itn.), del pa zaradi izgub organske mase pri neustrezni rabi in obdelavi tal. Uporaba kmetijske mehanizacije pri konvencionalnem kmetovanju zahteva zaradi ločenih delovnih operacij veliko število prehodov, ki povzročajo večjo porabo energije in emisije toplogrednih plinov. Gospodarna in ekološko naravnana kmetijska pridelava, ki sedaj prihaja v ospredje pa postavlja še dodatne zahteve: zmanjšati stroške dela in energije za obdelavo tal (zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, ki nastanejo, kot posledica delovanja kmetijske mehanizacije, uporabe mineralnih gnojil in pesticidov itn.) ter skržiti intenzivno obdelavo tal le na nujne ukrepe. Za kmetijski pridelek oziroma končni izdelek je pomembno, da je njegov okoljski odtis čim nižji, kar je možno dosegati s sodobno tehnologijo pridelave, predelave in končnega skladiščenja izdelka. Pomemben vpliv na porabo energije ima tudi uporaba mineralnih gnojil, pesticidov ter transportne razdalje.

Določen je okoljski odtis slovenskega kmetijstva in živilsko pridelovalne industrije na osnovi modelnih izračunov in meritev. Definirani so življenjski cikli najbolj značilnih pridelkov v poljedelstvu, sadjarstvu, vinogradništvu in vrtnarstvu ter živinoreji. Upoštevana je poraba energije za posamezne faze, v življenjskem ciklu pridelka ali živali, kot so pridelava, transport, predelava, skladiščenje in dodelava kmetijskih izdelkov v živilsko pridelovalni industriji. Merjena je poraba energije na desetih vzorčnih kmetijah, ki so usmerjene v poljedelsko, živinorejsko, sadjarsko, vinogradniško, vrtnarsko in mešano pridelavo. Narejena je energetska analiza porabe dizelskega goriva in električne energije za kmetijske stroje.

V analizi je zajeta tudi poraba goriv in električne energije v proizvodnji končnih produktov živilsko pridelovalne industrije: moke in pekarskih izdelkov, olja, mlečnih izdelkov, svežega mesa, trajnih mesnih izdelkov, perutnine, zmrznjene zelenjave in sadja, sokov itn.

Kreirana je obsežna baza podatkov (kmetijski postopki, tipi strojev, poraba energije, poraba mineralnih in organskih gnojil itn.). Emisije toplogrednih plinov, ki nastanejo zaradi uporabe organskih in mineralnih gnojil so preračunane na ekvivalent ogljikovega dioksida (CO₂ekv). Za poljedelsko, sadjarsko vinogradniško in vrtnarsko pridelavo je pri konvencionalni pridelavi predvidena uporaba mineralnih gnojil, pri integrirani kombinacija mineralnega gnojila in organskega gnojila in pri ekološki organskega gnojila. Seštevek emisij CO₂, ki nastanejo zaradi uporabe goriva in ekvivalentnih emisij CO₂ iz gnojil uporabljenih v procesu pridelave, da končno emisijo pridelave. Ugotovili smo, da so emisije CO₂ekv./t pridelka pri ekološki poljedelski pridelavi višje v primerjavi z emisijami v konvencionalni in integrirani pridelavi. V sadjarstvu in vinogradništvu so emisije CO₂ekv./t pridelka, najnižje pri integrirani, višje pri konvencionalni ter najvišje pri ekološki pridelavi. V živinoreji je pri reji živali za meso ugotovljeno, da so emisije CO₂ekv./kg mesa v primeru govedoreje nižje pri konvencionalni reji v primerjavi z ekološko, v prašičereji in perutninarstvu pa približno enake pri obeh načinih reje. Za mlekarstvo so emisije CO₂ekv./kg mleka višje pri ekološki reji v primerjavi s konvencionalno. V vrtnarstvu smo ugotovili, da so emisije CO₂ekv./t pridelka najnižje pri

konvencionalni, nekoliko višje pri integrirani in najvišje pri ekološki pridelavi. Pri vseh pridelavah se ugotovljene emisije še dodatno zvišajo zaradi predelave v končne produkte in transporta. Emisije CO₂ zaradi transporta produktov do mesta predelave so določene na osnovi uporabe tovornih vozil različnih nosilnosti in različnih transportnih razdalj. Emisije CO₂/tkm, so nižje pri uporabi tovornih vozil večje nosilnosti. Izdelan je računalniški kalkulator za določanje okoljskega odtisa slovenskega kmetijstva in končnih kmetijskih pridelkov. Pripravljen je nabor ukrepov za znižanje sedanjega okoljskega odtisa kmetijstva in živilsko predelovalne industrije ter podlage za oblikovanje certifikacijske sheme za kmetijske pridelke.

V projektu so:

- Kreirane baze podatkov za slovensko kmetijsko pridelavo.
- Določene metodologije za izračun okoljskega oziroma ogljičnega odtisa domačega kmetijstva
- Izračunan okoljski odtis za ekološko, integrirano in konvencionalno pridelovanje ter za nabor pomembnejših kmetijskih pridelkov oziroma živil pridelanih v Sloveniji.
- Definiran nabor ukrepov za znižanje sedanjega okoljskega odtisa kmetijstva
- Narejen kalkulator za določanje okoljskega odtisa kmetijstva
- Izdelane podlage za oblikovanje nove certifikacijske sheme za kmetijske pridelke oziroma živila, ki bo vsebovala okoljske vplive vseh inputov in outputov.

Life cycle assessment (LCA) is traditionally used for the analysis of industrial production systems in recent years as well as to assess the environmental impact of agriculture. LCA is a computational system, describing and quantifying the environmental acceptability of indicators and it is also measurable. Agriculture itself contributes a significant share of greenhouse gases, and it will in future be faced with significant emissions reduction requirements. The impact of agriculture on climate change is double as both sink and source of carbon dioxide. Carbon dioxide binds from the atmosphere and converts in the carbon in plants which is returning after the breakdown of plant in the atmosphere. Plants are able to bind carbon dioxide from the atmosphere, and stored as carbon in the structure of plants and the soil itself. For agriculture, the biggest challenge is to find the right balance between adapting agricultural production and provision of adequate quantities of food and energy resources and also reducing greenhouse gas emissions. The most important greenhouse gases are carbon dioxide, methane and nitrous oxides. Carbon dioxide is emitted in agriculture due to the use of fossil fuels to power farms machinery and other purposes (production of mineral fertilizers, plant processing, processing of agricultural products, storage, cooling, etc.). Part of the loss of organic mass in the inappropriate use and treatment of the soil. The use of agricultural machinery in conventional farming requires the separate working operations, a large number of passages that influence on higher energy consumption and also greenhouse gas emissions. Moreover, the additional greenhouse gases are emitted due to loss of organic mass in the inadequate use and treatment of the soil (especially with conventional soil tillage operations). Economical and ecologically oriented agricultural production, which now comes to the first line, puts additional requirements: reduce labor costs and energy conservation for soil tillage (reducing greenhouse gas emissions generated as a result of use of agricultural mechanization, use of mineral fertilizers and pesticides, etc.), intensive treatment of soil must be reduced only to emergency measures. For agricultural and livestock production it is very important that finished product has environmental footprint as low as possible, which can be achieved with modern technology of production, processing and storage of the finished product. Significant impact on energy consumption has the use of fertilizers, pesticides and influence of transport distances.

Carbon footprint of Slovenian agricultural production and agro processing industries on the basis of model calculations and measurements of energy consumption in different agricultural operations was determined. Defined were life cycles of most typical crops in arable farming, fruit growing, horticulture, viticulture and livestock breeding.

Energy consumption was determined for each phase in the life cycle of the agricultural crops or animals. Measured was the energy consumption on ten Slovenian pilot farms which are focused on different agricultural production. Energy analysis of the use of mineral diesel fuel, gas and electricity for agricultural machinery was made. The energy analysis also covers the use of fuels and electricity in the production of the end products of the food processing industry: flour and bakery products, vegetable oils, dairy products, fresh meat, stable meat products, poultry, frozen vegetables and fruits, juices, etc. Created was a large database (agricultural practices, types of machines, energy consumption, consumption of mineral and organic fertilizers, etc.). Greenhouse gas emissions resulting from the use of organic and mineral fertilizers are converted to carbon dioxide equivalent (CO₂ eq.). For in the case of conventional production predicted was use of mineral fertilizers, in integrated agricultural production, combination of mineral and organic fertilizers and in organic agricultural production only organic fertilizers. The sum of CO₂ equivalent emissions resulting from fuel use and CO₂ equivalent emissions from fertilizers used in the agricultural production process (arable farming, viticulture, fruit growing and horticultural production) resulted in the final emissions. Emissions of CO₂eq./t yields in organic agricultural production increased in comparison with emissions of CO₂eq./t yields in conventional and integrated farming. In the horticulture and viticulture emissions of CO₂e/ton of yield are the lowest in integrated, higher in conventional and highest in organic production. In livestock for meat it was estimated that emissions CO₂e/kg meat in the case of cattle are lower in conventional breeding, compared with organic breeding. Emissions CO₂e/kg meat in pig and poultry production are approximately the same for both types of farming. Dairy emissions, CO₂eq./kg milk are higher in organic farming compared with conventional farming. In horticulture emissions of CO₂e/t yields are the lowest in conventional production, slightly higher in the integrated and highest in organic production. In all types of production emissions of CO₂ increase due to processing into finished products and transportation. CO₂ emissions from transport products to the place of processing are based on the use of commercial vehicles of different load capacity and different transport distances. CO₂/tonne km emissions are lower with the use of commercial vehicles with higher load capacity. Computer calculator for determining the environmental footprint of Slovenian agriculture and finished agricultural products was developed. Set of measures to reduce the current environmental footprint of agriculture and agro industry was made and the basis for the creation of certification schemes for agricultural products in Slovenia.

Results of project:

- Created databases for the Slovenian agricultural production.
- Determined was methodology for calculating the environmental and carbon footprint of domestic agriculture
- Calculated was the carbon footprint for organic, integrated and conventional production and the range of important agricultural products and foodstuffs produced in Slovenia.
- Defined was the set of measures to reduce the current environmental footprint of agriculture
- Computer calculator was made to determine the environmental footprint of agriculture
- Development of the ground for a new certification schemes for agricultural products or food that will contain the environmental impact of all inputs and outputs in production

2 Opis problema in ciljev

Kmetijstvo samo prispeva znaten delež emisij toplogrednih plinov, zato bo v prihodnosti soočeno tudi s precejšnjimi zahtevami za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov. Vpliv kmetijstva na klimatske spremembe je dvojni, kot ponor in obenem vir ogljikovega dioksida. Ogljikov dioksid se veže iz atmosfere in pretvarja v ogljik vezan v rastlinah, ki se pri razkroju ponovno vrača v atmosfero. Rastline so sposobne vezati ogljikov dioksid iz atmosfere in ga uskladiščiti kot ogljik v strukturi rastline in v samih tleh. Za kmetijstvo bo največji izziv ustvariti pravo ravnotežje med zagotavljanjem zadostnih količin hrane in energetskih surovin ter prilagajanjem kmetijstva glede zmanjševanja emisij toplogrednih plinov. Najpomembnejši toplogredni plini so ogljikov dioksid, metan in dušikovi oksidi. Ogljikov dioksid se v kmetijstvu sprošča zaradi rabe fosilnih goriv za pogon kmetijskih strojev in druge namene (proizvodnji mineralnih gnojil, različnih procesih, predelavi kmetijskih pridelkov, skladiščenju, hlajenju itn.), del pa zaradi izgub organske mase pri neustrezni rabi in obdelavi tal. Gospodarna in ekološko naravnana kmetijska pridelava, ki sedaj prihaja v ospredje pa postavlja še dodatne zahteve: zmanjšati stroške dela in energije za pridelavo (zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, ki nastanejo, kot posledica delovanja kmetijske mehanizacije, uporabe mineralnih gnojil in pesticidov itn.).

Sodoben način pridelave hrane povzroča velike emisije toplogrednih plinov ter odpadnih /stranskih produktov. Gospodarna in ekološko naravnana kmetijska pridelava, ki sedaj prihaja v ospredje pa postavlja še dodatne zahteve: zmanjšati stroške dela in vnosa energije (zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, ki nastanejo, kot posledica delovanja kmetijske mehanizacije, uporabe mineralnih gnojil in pesticidov itn.) ter skrbno intenzivno obdelavo tal le na nujne ukrepe. Vprašanja varstva okolja so v Sloveniji opredeljena predvsem skozi okoljsko občutljiva območja. Za Slovenijo je namreč značilen velik delež območij, ki so deležna posebnega režima upravljanja z vidika varovanja okolja, kar seveda vpliva na kmetovanje. V skladu z določbami nitratne direktive je celotno ozemlje Slovenije določeno kot ranljivo območje za onesnaževanje z dušikovimi spojinami, ki zahteva posebno varstvo (vodovarstvena območja predstavljajo več kot 20 % oziroma 442.822 ha ozemlja Slovenije).

V Sloveniji je v letu 2007 ogljikov dioksid prispeval 82 %, metan 11 % in didušikov oksid 6 %, ostali toplogredni plini pa 1 % vseh emisij izraženo v ekvivalentu ogljikovega dioksida. Strokovnjaki ugotavljajo, da so možnosti za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov iz kmetijstva praktično na vseh kritičnih točkah proizvodnje, kjer ti nastajajo, zato so nove izboljšane in učinkovitejše tehnologije bistven potencialni dejavnik za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov. Kmetija glede proizvodne usmeritve poleg hrane, surovine za proizvodnjo energije ali uporabo v industrijske namene, proizvaja tudi stranske produkte, ki v veliko primerih lahko prispevajo povečani emisiji toplogrednih plinov. Toplogredni plini se količinsko in po sestavi razlikujejo glede velikosti in usmeritve kmetije (živinorejska, poljedelska, mešana pridelava). Tipičen produkt živinorejsko usmerjene kmetije je gnoj oziroma gnojevka, ki pri skladiščenju sprošča toplogredne pline (metan, amonijak itn.), odpadna voda itn. Poleg tega na kmetijah usmerjenih v rastlinsko pridelavo nastajajo tudi drugi odpadki, kot so npr. rastlinski ostanki (npr. zelena rez, kuhinjski odpadki, žetveni ostanki, produkti čiščenja podraščitve itn.). Vse lahko na določen način predelamo tako, da so emisije toplogrednih plinov eliminirane ali so bistveno nižje. Pri tem, v večini primerov lahko pridobivamo tudi energijo, ki jo uporabljamo za proizvodnjo hrane, surovin za energetske potrebe oziroma industrijsko predelavo v različne surovine (naravne vlaknine, barvila, izolacijske materiale itn.). Z zmanjševanjem ali eliminiranjem energetske odvisnosti kmetije od energije fosilnih goriv in električne energije iz javnega električnega omrežja (energijske izgube pri prenosu električne energije na večje daljave; električna energija, ki ni proizvedena iz obnovljivih virov energije prispeva večjem deležu toplogrednih plinov v proizvodnji hrane) lahko dodatno prispevamo ohranjanju okolja ter zmanjševanju ogljičnega odtisa pri

proizvodnji hrane in drugih surovin iz kmetijske biomase.

Za kmetijski pridelek oziroma končni izdelek je pomembno, da je njegov okoljski odtis čim nižji, kar je možno dosegati s sodobno tehnologijo pridelave, predelave in končnega skladiščenja izdelka. Pomemben vpliv na porabo energije ima tudi uporaba mineralnih gnojil, pesticidov ter transportne razdalje pridelkov oziroma končnih kmetijskih izdelkov. V živinorejski pridelavi oziroma proizvodnji mleka so v zadnjih letih znižane emisije toplogrednih plinov CO₂, ne samo zaradi potreb po njihovem zniževanju ampak tudi, kot posledica zniževanja stroškov proizvodnje.

3 Kratek povzetek ključnih ugotovitev iz literature

Globalno kmetijstvo in krčenje gozdov povzroča 31 % antropogenih emisij toplogrednih plinov (IPCC). Poročilo FAO iz 2010 navaja, da so globalne emisije toplogrednih plinov iz proizvodnje, procesiranja in transporta mleka znašale 2,7 % antropogenih emisij toplogrednih plinov. Prvo poročilo, ki so ga pripravili v FAO leta 2006, pa je navajalo precej višjo številko za emisije toplogrednih plinov iz proizvodnje, procesiranja in transporta mleka in to 18 % od vseh antropogenih emisij toplogrednih plinov. Bila je povzročena tudi kampanja proti ogljikovemu odtisu mlečnih izdelkov, ki so bili transportirani v različne države. To so bili tako imenovani prehranski kilometri, ki imajo samo en delež ogljikovega odtisa izdelka (Bertrand in sodelavci). V Sloveniji je v letu 2007 ogljikov dioksid prispeval 82 %, metan 11 % in didušikov oksid 6 %, ostali toplogredni plini pa 1 % vseh emisij izraženo v ekvivalentu ogljikovega dioksida (Mekinda, Majaron 2009).

Izpusti toplogrednih plinov iz kmetijstva so neposredni (npr. nastajanje metana pri fermentaciji v prebavilih domačih živali in pri skladiščenju živinskih gnojil ter nastajanje didušikovega oksida pri skladiščenju živinskih gnojil, pri gnojenju z živinskimi in mineralnimi gnojili, na paši, pri biološki fiksaciji dušika, pri razkrajanju žetvenih ostankov in pri obdelovanju histosolov) in posredni (npr. kot posledica odlaganja amoniaka in NO_x iz ozračja ter kot posledica izpiranja dušikovih snovi v podtalnico in vodotoke). Metan nastaja pri fermentaciji krme v prebavilih domačih živali in med skladiščenjem živinskih gnojil. Zaradi relativno velike črede in zaradi posebnosti v prebavi, prispeva v Sloveniji približno 80 % izpustov metana govedoreja. Največ didušikovega oksida nastane med skladiščenjem živinskih gnojil in zaradi gnojenja z živinskimi in mineralnimi gnojili. Zelo veliko didušikovega oksida prispevajo tudi posredni izpusti, ki so posledica izpiranja dušikovih spojin v podtalnico in vodotoke. Slovenska zakonodaja izpustov toplogrednih plinov v kmetijstvu ne obravnava posebej. Izjema so velike prašičje in perutninske farme, ki so dolžne po IPPC direktivi delovati po načelu »najboljših razpoložljivih postopkov«. Posredno varujejo ozračje nekateri predpisi, ki so namenjeni varovanju voda in tal, predvsem Uredba o mejnem vnosu nevarnih snovi in gnojil v tla.

Strokovnjaki ugotavljajo, da so možnosti za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov iz kmetijstva praktično na vseh kritičnih točkah proizvodnje, kjer ti nastajajo, zato so nove izboljšane in učinkovitejše tehnologije bistven potencialni dejavnik za zmanjševanje emisij (Smith in sodelavci). Dosedanje raziskave o strukturi rabe energije v kmetijstvu kažejo, da predstavlja večji del energijske porabe v slovenskem kmetijstvu gorivo za pogon kmetijskih strojev – traktorjev in samovoznih kmetijskih strojev (49,6 %), sledi energija za druge delovne procese v kmetijstvu. Večja poraba energije v sektorju kmetijstva v Sloveniji je rezultat zastarelosti strojnega parka, razdrobljenosti kmetijskih zemljišč, tradicionalnega načina obdelave tal itn. Poleg tega je ocenjeni prispevek kmetijstva na približno 10 % emisij toplogrednih plinov (Poje in sodelavci).

Uporaba energije je definirana, kot fosilna energija merjena v J. Uporaba energije (angl. kratica EU – energy use) je definirana, kot neto energija uporabljena za proizvodnjo kmetijskega pridelka dokler ni prodan in zapusti kmetijo oziroma je uporabljen, kot krma v živinoreji (Dalgaard in sodelavci 2001). Uporaba energije se lahko razčleni na direktno in indirektno energijo. Direktna energija (EU_{direktna}) predstavlja vnos energije v kmetijsko proizvodnjo. Ko se omenjeni vnos energije lahko direktno pretvori v energetske enote (porabljeno mineralno dizelsko gorivo, maziva, energija UNP ali zemeljskega plina za dosuševanje, električna energija za naknadno procesiranje pridelka itn.). Indirektna energija (EU_{indirektna}) je energija, ki je porabljena v proizvodnji vnosov uporabljenih v proizvodnji kmetijskega pridelka, ti vnosi pa ne morejo biti direktno pretvorjeni v energetske enote (stroji, gnojila in fito farmacevtska sredstva). Celotna energija za pridelavo kmetijskega pridelka se (Dalgaard in sodelavci 2001) lahko predstavi s pomočjo enačbe (1).

$$EU_{\text{pridelka}} = EU_{\text{direktna}} + EU_{\text{indirektna}}$$

$$EU_{\text{pridelka}} = (EU_{\text{dizel}} + EU_{\text{ostala}}) + EU_{\text{indirektna}} \quad (1)$$

Različni avtorji poročajo, da je za porabo mineralnega dizelskega goriva za različne kmetijske operacije potrebno vzeti povprečne vrednosti, ker izmerjene vrednosti za porabo goriva, ki jih podajajo v l/ha ali kg/ha lahko zelo variirajo (Handler 2011; Dalgaard 2001). Poraba energije se pri konvencionalni obdelavi tal giblje od 1850 MJ/ha do 2550 MJ/ha. Pri minimalni obdelavi tal brez oranja (odpade uporaba lemežnega pluga) in uporabi pasivnih ali aktivnih (gnanih prek priključne gredi traktorja) traktorskih priključnih strojev za osnovno in dopolnilno obdelavo tal in setev (obdelavo tal in setev se opravi v enem prehodu, ker sta stroj za obdelavo tal in sejalnica združena v en kombinirani stroj) se poraba energije giblje v razponu od 620 do 1200 MJ/ha. Pri »zero tillage« sistem (uporaba sejavnice za direktno setev v strnišče) pa je poraba energije minimalna in znaša od 250 pa do 525 MJ/ha (Hernanz in Ortiz Canavate 1999). Energija, ki se porabi za pridelavo 1 kg pšenice je višja pri uporabi konvencionalnega sistema obdelave tal in setve in znaša 11,78 MJ/kg pridelka v primerjavi z direktno setvijo, kjer znaša 8,81 MJ/kg pridelka (Tabatabaeefar in sodelavci 2009).

Konvencionalni sistem obdelave tal je zahteven s stališča porabe energije in delovnega časa. (Kovačev in sodelavci 2013) ugotavljajo, da je oranje z lemežnim plugom v osnovni obdelavi tal, najpomembnejši porabnik energije z 64 % od celotne porabe energije za obdelavo tal (osnovno in dopolnilno) in setev v poljedelstvu.

Po teoriji verižnih reakcij vstopne snovi v končne produkte ne prehajajo neposredno temveč prek zaporedja vmesnih produktov. Pri popolnem zgorevanju goriv, ki vsebujejo ogljikovodike, teoretično nastajata samo ogljikov dioksid (CO₂) in vodna para (H₂O). Poleg tega vsebujejo produkti zgorevanja tudi odvečni kisik (O₂) in dušik (N₂). Ker pa zgorevanje ni nikoli popolno, je v izpušnih plinih še veliko drugih produktov (Gruden 2011). Za celotne emisije CO₂ in drugih toplogrednih plinov, ki so nastali v procesu zgorevanja motorjev z notranjim zgorevanjem se da določiti ekvivalentna količina CO₂, ki je potrebna da povzroči efekt toplogrednega plina. Ta količina je izražena z enoto kilogram ogljikovega dioksida - ekvivalent (kg CO_{2ekv.}). Emisije mineralnega dizelskega goriva znašajo 3,18 kg CO_{2ekv.}/kg goriva oziroma 2,67 kg CO_{2ekv.}/l goriva (Guidelines to Defra/DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting, 2012).

Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov zaradi porabe goriva v kmetijstvu je možno doseči z racionalno oziroma učinkovito rabo energije in povečanjem izkoriščanja obnovljivih virov energije. Zmanjšamo jo lahko tako, da zmanjšamo porabo energije z novimi učinkovitimi tehnologijami v kmetijstvu, npr. v poljedelski pridelavi z minimalno obdelavo tal ali direktno setvijo. Za minimalno obdelavo tal je značilna redukcija globine obdelave in števila delovnih operacij oziroma števila prehodov strojev. Zaradi manjše porabe energije (manjša količina mineralnega dizelskega goriva ali biogoriva se porabi za pogon traktorskih agregatov) pri minimalni obdelavi tal in manjšega števila prehodov traktorskih agregatov je omogočena večja produktivnost (manjša poraba časa za izvedbo delovne operacije) in posledično boljša ekonomičnost celotne pridelave poljščin. Poleg tega je manjša obremenitev okolja s toplogrednimi plini in nastajajo minimalne mehanske poškodbe tal. V eksploatacijskih pogojih (strnišče po spravi koruze za zrnje) so opravljene meritve vlečne sile in porabe goriva traktorja ter procesirane količine koruznice s strojem za drobljenje oziroma razrez žetvenih ostankov za pripravo optimalnih pogojev za minimalno obdelavo tal ali direktno setev (Jejčić in sodelavci). Emisije toplogrednih plinov, ki niso direktne CO₂ emisije so posledica kompleksnih bioloških procesov v tleh, živalih in živalskemu gnoju.

Svetovna proizvodnja mleka prispeva 3 % od celotnih antropogenih emisij toplogrednih plinov oziroma 4 %, ko je upoštevana poleg proizvodnje mleka tudi proizvodnja mesa

(Gerber in sodelavci). Metan je pomemben toplogredni plin s potencialom globalnega segrevanja v primerjavi z ogljikovim dioksidom. V 100 letnem obdobju emisije metana bodo imele od 21 do 25 kraten vpliv (viri navajajo različne podatke) na segrevanje ozračja v primerjavi z emisijami ogljikovega dioksida z enako maso. Metan ima velik toplogredni učinek v kratkem času (življenjska doba mu znaša 8,4 let, v zemeljskem ozračju), ogljikov dioksid pa ima majhen učinek za daljše časovno obdobje (več kot 100 let). Zaradi omenjene razlike v efektu in časovnem obdobju, globalni potencial segrevanja metana v 20 letnem obdobju znaša 72. Direktne emisije dušikovega oksida N_2O iz tal so rezultat mikrobnih nitrifikacijskih in denitrifikacijskih procesov, skupaj z ne biološko kemodenitrifikacijo. Nitrifikacija je aerobna mikrobna oksidacija amonijevih ionov v nitrate prek NH_2OH in potem v nitrate. Mikrobna proizvodnja N_2O je odvisna od prisotnosti zadostnih količin dušikovih substratov, to so amonij in nitrat. Dodajanje mineralnih dušičnih gnojil iz dušikovih in drugih virov dušika (npr. živalski gnoj, dušik vezan na rastlinske ostanke itn.) je prepoznano, kot glavni povzročitelj N_2O emisij. Dodaten vir je še rastlinska masa v tleh. Amoniak povzroča zdravju ljudi, okolju in kmetijstvu precej škode. Kot sol se prenaša na velike razdalje – nastajajo drobni prašni delci, ki povzročajo bolezni dihal. Prispeva tudi h kislemu dežju in zakisovanju prsti. Z amoniakom se odlaga dušik v naravne ekosisteme in jih spreminja. Amoniak v velikih koncentracijah neposredno škoduje zdravju in počutju ljudi in domačih živali ter je neposredno strupen za rastline. Ne nazadnje pa izgubljammo z amoniakom v ozračje dušik, ki je dragoceno rastlinsko hranilo. Kmetijstvo prispeva veliko večino vseh izpustov amoniaka. Največ amoniaka se sprosti pri gnojenju z živinskimi gnojili, sledijo izpusti iz hlevov in na paši, izpusti med skladiščenjem živinskih gnojil in izpusti zaradi gnojenja z mineralnimi gnojili. Veliki izpusti pri gnojenju so med drugim tudi posledica dejstva, da skorajda nimamo strojev za pasovno porazdeljevanje ali zadelovanje gnojevke v tla. Pri gnojenju s temi stroji so izpusti precej manjši kot pri splošno razširjenem pršenju gnojevke. Vključujoč izpuste pri gnojenju z živinskimi gnojili, prispeva od kmetijskih panog največ amoniaka govedoreja (60,5 %), sledi pa ji prašičereja (18,7 %).

Ogljični odtis kmetijskih izdelkov zmeraj vsebuje določen nivo nezanesljivosti, ker so emisije N_2O in CH_4 povezane z veliko nezanesljivostjo zaradi narave bioloških procesov, ki povzročajo emisije v tleh, gnoju in vampih prežvekovalcev (Rypdal and Winiwarter). Poleg tega obstajajo nezanesljivosti v ogljičnem odtisu mleka zaradi podatkov, ki se uporabljajo pri izračunih, (povprečna proizvodnja mleka, količina gnojila, količina krme itn.) ki so običajno vzeti kot povprečne vrednosti statističnih podatkov ali posnetih stanj na kmetijah. Te negotovosti v podatkih so zaradi nezadostne statistike in razlik v managementu na različnih kmetijah, rezultat pa je variacija v proizvodnih podatkih različnih kmetij (Henriksson in sodelavci). Producerski parametri z največjim vplivom na ogljični odtis mleka so pridelek mleka (referenčna enota za vse emisije toplogrednih plinov), vsebnost suhe snovi v krmi, dušik v gnoju živali, odmerek dušika pri gnojenju in dizelsko gorivo v uporabi (Flysjö in sodelavci). Primerjava emisij CO_2 za Švedsko (prevladuje vezana reja krav molznic, povprečno 9,5 mesecev v vezani reji, od tega mora krava biti obvezno na paši 2 do 4 mesece, kar je odvisno od regije, v nekaterih primerih) in Novo Zelandijo (reja živali na prostem) je pokazala da ogljični odtis za 1 kg energijsko korigiranega mleka z vključenimi stranskimi produkti (telet in izločenih krav molznic) znaša 1 kg CO_2 ekv. za Novo Zelandijo in 1,16 kg CO_2 ekv. za Švedsko prirejo mleka. Glavni prispevek emisijam toplogrednih plinov pa so prispevali metan iz enterične fermentacije in emisije dušikovih oksidov iz gnojil (gnojilo in iztrebki, ki so prispeli direktno na tla), (Flysjö in sodelavci 2011).

Emisije toplogrednih plinov - TGP v prašičereji nastanejo v pridelavi, predelavi in transportu. Največ emisij TGP prispeva proizvodnja krme za prašiče in to 60 %, glede deleža sledijo še emisije iz skladiščenja in procesiranja gnoja, ki znašajo 27 %, preostanek 13 % pa so emisije iz direktne in indirektno porabe energije v reji prašičev, procesiranja v klavnici in živilsko predelovalni industriji in transporta mesa ter enterične fermentacije. Od omenjenih 13 % emisij, na direktno in indirektno porabo energije v reji prašičev odpade 3 % emisij, na procesiranje v klavnici in živilsko predelovalni industriji in transport 6 % in enterično fermentacijo 3 % (MacLeod in sod. 2013).

Emisijam toplogrednih plinov značilno prispeva tudi uporaba mineralnih gnojil v kmetijstvu. Ocenjujemo, da so v letu 2012 kmetijski pridelovalci imeli na razpolago ali da so porabili za gnojenje kmetijskih površin okoli 128.000 ton mineralnih gnojil (podatki SURS). Poraba mineralnih gnojil v Sloveniji se je v obdobju 1992 - 2008 zmanjšala za 28,9 %. Tudi poraba mineralnih gnojil na hektar kmetijskih zemljišč v uporabi se je v zmanjšala od 342 kg/ha v letu 2000 na 268 kg/ha v letu 2012, oziroma za 21,6 %. Zmanjšala se je tudi poraba rastlinskih hranil (N, P₂O₅, K₂O), dušika (N) od 67,1 kg/ha v letu 2000 na 54,8 kg/ha v letu 2012 oziroma za 18,3 %; fosforja (P₂O₅) od 35,9 kg/ha v letu 2000 na 18,5 kg/ha v letu 2012 oziroma za 48,4 % ter kalija K₂O od 43,7 kg/ha v letu 2000 na 22,5 kg/ha v letu 2012 oziroma za 48,5 % (podatki po SURS). Med rastlinskimi hranili v sestavi mineralnih gnojil prevladuje dušik (48 %), sledi kalij (29 %) in fosfor (23 %). Omenjeno dejstvo potrjuje, da mineralna gnojila v Sloveniji uporabljamo predvsem za dognojevanje z dušikom (uporaba enostavnih dušikovih gnojil KAN in sečnina), gnojenje s fosforjem in kalijem pa kombiniramo z uporabo živinskih gnojil pri predsetveni obdelavi tal. Zmanjšanje porabe mineralnih gnojil na hektar kmetijskih zemljišč v uporabi gre pripisati zahtevam nitratne direktive in načelom dobre kmetijske prakse pri gnojenju, h katerim so zavezana kmetijska gospodarstva v zadnjih letih, še posebej pa po letu 2004, ko smo vstopili v EU.

4 Emisije toplogrednih plinov v Sloveniji

Emisije toplogrednih plinov (TGP) so emisije različnih plinov, ki negativno vplivajo na podnebje. Med toplogredne pline so uvrščeni naslednji plini:

- ogljikov dioksid (CO₂),
- metan (CH₄),
- didušikov oksid (N₂O),
- F-plini: delno fluorirani ogljikovodiki (HFC), popolno fluorirani ogljikovodiki (PFC) in žveplov heksafluorid (SF₆),
- CFC-spojine (fluorokloroogljikovodiki);
- HCFC-spojine (hidroklorofluoroogljiko vodiki) in
- ozon.

Vpliv posameznega toplogrednega plina (t.i. globalno segrevanje potenciali - GWP) je določen glede na referenčni plin. Kot referenčni plin je izbran CO₂ za izračun emisije posameznega toplogrednega plina v toni ekvivalent CO₂(t CO₂. ekv.). Vrednost GWP je podana v tabeli (Tabela 1).

Tabela 1: Vplivni faktorji v primerjavi s CO₂ (globalno segrevanje potenciali, vir: IPCC 1996)

Toplogredni plin	Vplivni faktor (GWP)
Ogljikodioksid (CO ₂)	1
Metan (CH ₄)*	21
Didušikovoksid (N ₂ O)	310
HFC-23	11 700
HFC-32	650
HFC-125	2 800
HFC-134a	1 300
HFC-143a	3 800
HFC-152a	140
HFC-227ea	2 900
HFC-236fa	6 300
HFC-4310mee	1 300
CF ₄	6 500
C ₂ F ₆	9 200
C ₄ F ₁₀	7 000
C ₆ F ₁₄	7 400
SF ₆	23 900

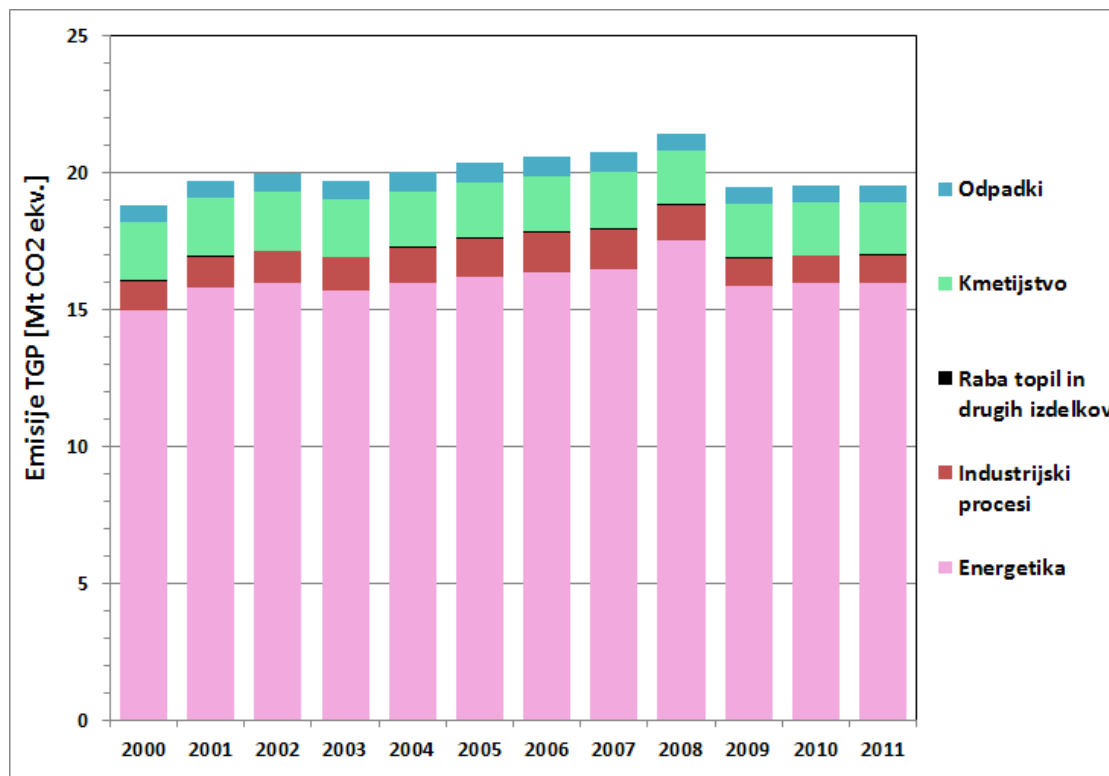
Emisije toplogrednih plinov iz posameznega sektorja in na državni ravni se izračuna v skladu z IPCC (Intergovernmental Panel on ClimateChange) metodologijo, ki omogoča mednarodno primerljivost podatkov.

Emisije TGP se računajo na ravni države glede na izvore ali sektorje, kot so promet, energetika, industrijski procesi, goriva v industriji, goriva v gospodinjstvih in komercialni rabi, kmetijstvo, odpadki.

Agencija RS za okolje letno pripravlja poročilo o izpustih TGP v Sloveniji skladno s konvencijo Združenih narodov o klimatskih spremembah in Kjotskim protokolom. V zadnjem

poročilu za leto 2011 je bilo ugotovljeno povečanje emisije toplogrednih za 0,1% v primerjavi z letom 2010, medtem se je emisija TGP v EU 27 znižala za 3,3%, kot je to prikazano v tabeli 1 in na sliki 1.

V primeru iz slike 1. je razvidno, da je največji izvor emisij (82%) v energetiki zaradi porabe fosilnih goriv, sledi kmetijstvo (10%), industrijski procesi (5%) in odpadki (3%).



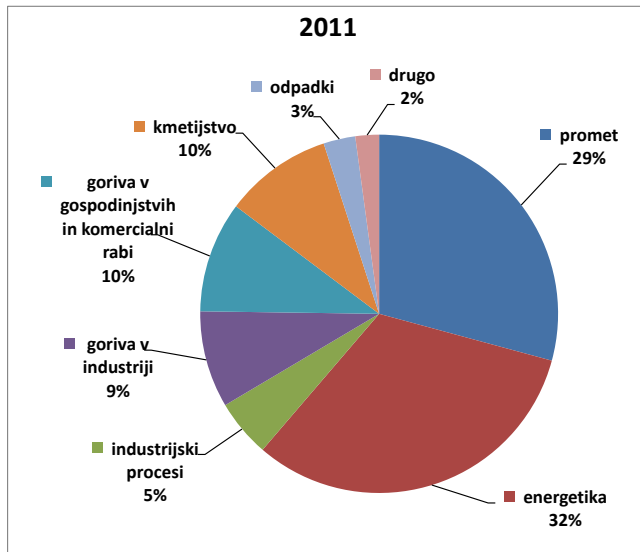
Slika 1: Izpusti toplogrednih plinov po glavnih kategorijah plinov v Sloveniji

Izračun emisij TGP po sektorjih vključno z emisijami zaradi porabe energije v posameznem sektorju je prikazan na sliki 2.

Tabela 2: Emisije TGP v kt CO₂ekv. po sektorjih v Sloveniji v obdobju 2000-2011

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Promet	3862	3984	3864	4004	4153	4428	4647	5229	6158	5325	5265	5699
Energetika	5498	6203	6452	6184	6314	6325	6379	6596	6388	6087	6214	6259
Industrijski procesi	1063	1133	1148	1227	1271	1373	1433	1446	1327	972	980	1014
Goriva v industriji	2269	2211	2244	2158	2276	2486	2593	2346	2305	1918	1900	1704
Goriva v gospodinjstvih in komercialni rabi	3053	3125	2982	2903	2838	2585	2360	1915	2277	2186	2226	1954
Kmetijstvo	2133	2106	2175	2082	1988	2003	2020	2076	1963	1995	1955	1901
Odpadki	623	635	647	657	690	692	706	669	591	551	550	562
Drugo	420	386	425	432	433	416	415	413	397	393	392	417
Skupaj	18920	19783	19937	19646	19964	20309	20554	20690	21406	19427	19482	19509

Slika 2. prikazuje strukture emisij TGP v letu 2011 po sektorjih nastajanja, kjer je razvidno, da največ emisij nastane v sektorju energetike (32 %) in prometa (29 %).



Slika 2: Struktura emisij toplogrednih plinov po sektorjih v Sloveniji v letu 2011

4.1 Emisije toplogrednih plinov iz kmetijstva

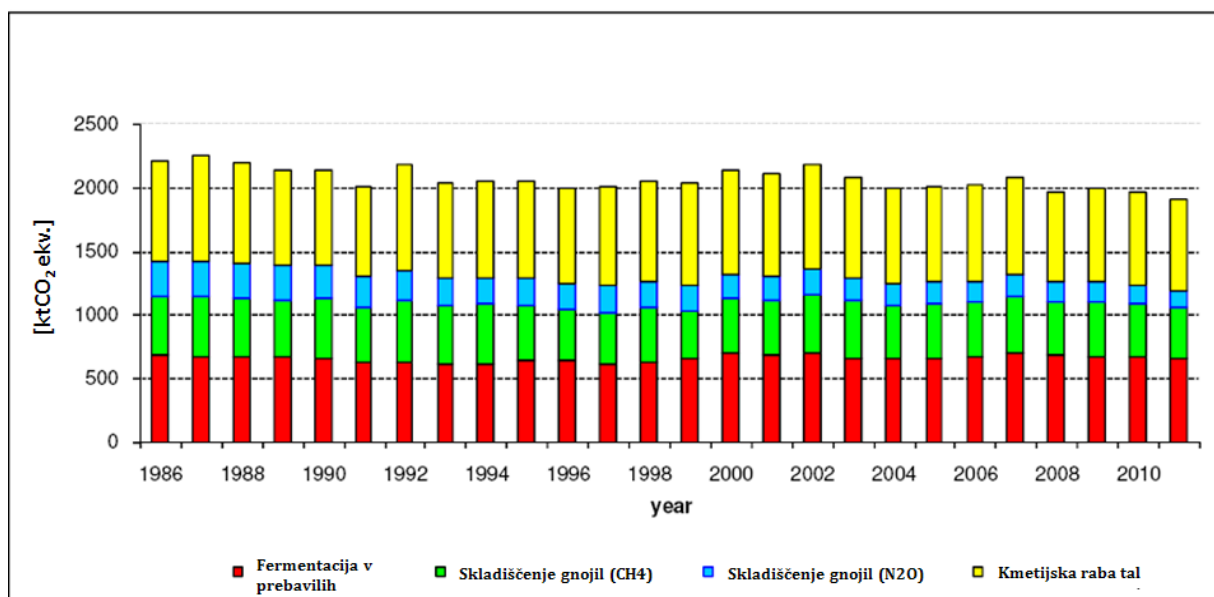
Emisije toplogrednih plinov v sektorju kmetijstva nastanejo zaradi rabe fosilnih goriv (pogon kmetijske mehanizacije, ogrevanje, dosuševanje pridelkov in druga raba), reja domačih živali (fermentacije v prebavilih domačih živali, skladiščenje živinskih gnojil....) in kmetijska raba tal (gnojenje z živinskimi in mineralnimi gnojili, izpiranje dušikovih spojin v vode, razkrajanje žetvenih ostankov, obdelovanje histosolov ...).

Posredne emisije iz kmetijstva so posledica odlaganja amoniaka in NO_x iz ozračja ter kot posledica izpiranje dušikovih snovi v podtalnico in vodotoke.

Glavna toplogredna plina iz kmetijstva sta metan CH_4 in didušikov oksid N_2O .

Emisije metana nastanejo v glavnem pri fermentaciji krme v prebavilih domačih živali in med skladiščenjem živinskih gnojil. Emisije didušikovega oksida N_2O nastanejo med skladiščenjem živinskih gnojil in zaradi gnojenja z živinskimi in mineralnimi gnojili.

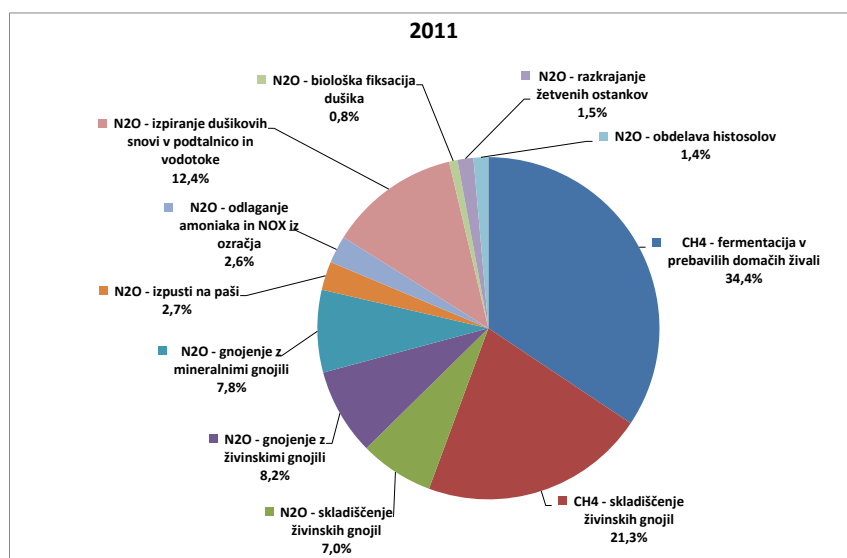
Emisije toplogrednih plinov iz kmetijstva za obdobje 1996-2011 so prikazane na sliki 3. Celotne emisije TGP iz sektorja kmetijstva so se zmanjšale za 10,9% v letu 2011 v primerjavi z letom 2000.



Slika 3: Emisije TGP iz sektorja kmetijstva v Sloveniji za obdobje 1996-2011

Največji delež v emisijah TGP v letu 2011 prispeva fermentacija v prebavilih domačih živali (34,4%), sledi skladiščenje živinskih gnojil (28,3%).

Struktura in deleži v emisijah TGP v sektorju kmetijstva v letu 2011 (brez emisij zaradi rabe fosilnih goriv) po vrsti emitiranega plina je prikazana na sliki 4.



Slika 4: Struktura izpustov toplogrednih plinov v kmetijstvu v letu 2011 (vir: Agencija Republike Slovenije za okolje, 2013.)

5 Metoda dela

Za določanje porabe energije so narejeni modelni izračuni s podatki iz domačih in tujih znanstveno strokovnih baz podatkov za porabo energije in emisije toplogrednih plinov v kmetijstvu in živilsko predelovalni industriji ter z merjenjem porabe energije na vzorčnih kmetijah zaradi dopolnitev podatkovne baze v primerih, kjer obstaja premajhna količina podatkov ali pa so podatki neuporabni za naše razmere zaradi specifičnosti pridelave oziroma so nezanesljivi. Celotna energija, ki se porabi za pridelavo nekega kmetijskega pridelka na površini enega hektarja pridelovalne površine, je ugotovljena z dodajanjem posameznih energetskih porab vsakega posameznega energetskega vnosa. Pri energetski analizi so razčlenjeni vnosi energije (direktna energija), ki je kompletno porabljena v obdobju pridelave različnih poljedelskih, sadjarsko vinogradniških in vrtnarskih pridelkov ter v živinoreji. Vnosi energije skozi daljše časovno obdobje oziroma indirektna energija (za izdelavo traktorjev, priključnih strojev, opreme itn. ter energija za proizvodnjo mineralnih gnojil in zaščitnih sredstev) pa ni upoštevana v raziskavi. Za ugotavljanje porabe energije v pridelavi smo izbrali deset vzorčnih kmetij, ki so usmerjene v poljedelsko, sadjarsko vinogradniško, vrtnarsko, živinorejsko, in mešano pridelavo. Živinorejske kmetije in kmetije z mešano pridelavo proizvajajo tudi krmo za lastne potrebe (npr. silažna kuzuza, kuzuza za zrnje, olja ogrščica itn.). Kmetije so bile razporejene po različnih delih Slovenije tako, da so bili zajeti različni pedoklimatski faktorji in kompleksnost pridelave.

Poraba energije je ugotavljana pri opravljanju delovnih operacij s traktorskimi priključnimi stroji (agregat traktor + stroj), ki so namenjeni za osnovno in dopolnilno obdelavo tal, setev, gnojenje, nego, varstvo rastlin itn. Merjena je porabljena količina mineralnega dizelskega goriva, ki se porabi pri delu traktorjev z različnimi priključnimi stroji oziroma delu samovoznih strojev (npr. kombajni ali silokombajni za kuzuzo). Poleg tega je zajeta poraba energije za žetev in interni transport pridelkov na sami kmetiji (transport s traktorji). Poraba energije pri obdelavi tal je ugotovljena pri konvencionalni obdelavi tal z lemežnim plugom. Kot alternativa konvencionalni obdelavi je predvidena direktna setev (brez obdelave tal, angl. no tillage ali zero tillage).

Izračuni so narejeni na osnovi povprečnih porab goriva za osnovno in dopolnilno obdelavo tal, setev, gnojenje, varstvo rastlin, žetev in transport. V primeru osnovne obdelave tal je predvidena uporaba večbrazdnega obračalnega pluga. Za dopolnilno obdelavo tal je v enem primeru predvidena uporaba krožnih bran ali predsetvenikov, v drugem pa rotacijskih strojev (vrtavkasta brana ali prekopalnik - freza). Pri setvi je predvidena uporaba konvencionalnih sejalic za presledno setev (kuzuza) in strnjeno setev (pšenica, oljna ogrščica in sončnica). V primeru direktne setve pa so predvidene posebne izvedbe sejalic, ki omogočajo setev v strnišče. Za gnojenje je predvidena uporaba centrifugalnih trosilnikov mineralnih gnojil v granulah oziroma trosilnikov hlevskega gnoja (integrirana in ekološka pridelava). Spravilo silažne kuzuze se opravlja s pomočjo silažnih samohodnih ali traktorskih izvedb silokombajnov, pri spravilu kuzuze v zrnju pa se uporabljajo samohodne izvedbe kombajnov. Za transport pri pridelavi je predvidena uporaba traktorjev s prikolicami, za razliko od transporta po predelavi, kjer se uporablja vozila različne nosilnosti. Za gnojenje je predvidena uporaba mineralnega gnojila pri konvencionalni pridelavi, v integrirani je predvidena uporaba mineralnega gnojila in organskega gnoja v razmerju 80 % mineralno in 20 % organsko gnojilo. Pri ekološki pridelavi pa je predvidena uporaba organskega gnoja (hlevski gnoj ali gnojevka). Za varstvo rastlin so predvidena fitofarmacevtska sredstva, ki se uporabljajo pri konvencionalni in integrirani pridelavi (v prispevku je vrednotena samo direktna energija oziroma energija za pogon strojev za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev). Za ekološko pridelavo pa so predvidena samo zaščitna sredstva, ki so dovoljena v ekološki pridelavi, zamenjavo za herbicide pa predstavlja uporaba mehanskih metod za zatiranje plevelov (npr. traktorski priključni stroj – česalo, ki je namenjeno zatiranju plevelov). Količine gnojil so preračunane na količino pridelka za posamezno pridelavo. Za količine pridelkov so uporabljeni podatki KGZS in SURS (povprečje zadnjih deset let). Pri ekološki pridelavi pa so predvideni pridelki, ki so nižji v primerjavi s konvencionalno in integrirano pridelavo.

Pri konvencionalni, integrirani in ekološki pridelavi se uporabljajo večinoma enaki delovni postopki. Razlika je, da se pri konvencionalni pridelavi uporablja gnojenje z mineralnimi gnojili. V primeru integrirane pridelave je predvidena uporaba mineralnega in hlevskega gnoja ter gnojevke. Za primer ekološke pridelave pa je predvideno, da se uporablja hlevski gnoj.

6 Analiza življenjskega cikla kmetijskih pridelkov, ki so najbolj razširjeni v kmetijski pridelavi

Zaradi skrbi za življensko okolje so zasnovane metode, ki ugotavljajo vpliv določenih produktov na okolje. Najbolj uporabljena in uveljavljena je metoda analize življenjskega cikla (angl. Life cycle analysis, kratica LCA), ki analizira vpliv nekega izdelka na okolje v vseh življenjskih fazah: proizvodnji, uporabi in odstranitvi. LCA je računski sistem, ki opisuje in kvantificira indikatorje okoljske sprejemljivosti in merljivosti, v zadnjem obdobju pa se uporablja tudi v kmetijstvu. V primeru kmetijstva se analiza življenskega cikla nanaša na: pridelavo, predelavo ter konec kmetijskega produkta. V vseh fazah življenskega cikla se porablja energija, ki poleg nekaterih drugih procesov prispeva emisijam toplogrednih plinov (kratica TGP). Ogljični odtis je izraz za skupek ogljikovega dioksida ter drugih toplogrednih plinov, ki jih v okolje neposredno ali posredno spusti določen objekt, naprava, izdelek, proces ali telo. Ogljični odtis je mogoče izračunati in ovrednotiti. Zaradi poenostavljenega razumevanja so emisije toplogrednih plinov preračunane na ekvivalent CO₂, ki je med toplogrednimi plini, najbolj prepoznaven.

Za določanje okoljskega odtisa kmetijstva je bilo potrebno narediti analizo življenskih ciklov posameznih kmetijskih pridelav. Izdelava računalniškega programa za izračun okoljskih odtisov za kmetijske pridelke in produkte v skladu z izbrano metodologijo, zahteva sliko celotnega poteka procesa od same pridelave do končnega pridelka ali prehranskega izdelka. Na osnovi izdelanih blokovnih diagramov poteka procesa od pridelave do predelave, so upoštevane vse vhodne in izhodne snovi, energija, ter emisije toplogrednih plinov in nekateri odpadni produkti (npr. hlevski gnoj, odpadna toplota v mlekarnah, itn.). Narejen je bil blokovni diagram poteka poljedelske, sadjarsko vinogradniške ter vrtnarske pridelave in živinoreje. Blokovni diagrami povezujejo posamezne procese z drugimi procesi modela v obliki vhodnih in izhodnih podatkov. Model izračuna okoljskih odtisov zahteva v prvi vrsti izdelavo obsežne baze podatkov, ki vsebuje vhodne in izhodne podatke za posamezni proces v modelu pridelave ali izdelave posameznega pridelka.

Za izračune okoljskih odtisov smo opravili detajlno analizo:

- življenjskega cikla poljedelskih pridelkov (koruza silažna ali za zrnje, pšenica, oljna ogrščica, sončnica)
- življenjskega cikla sadjarsko vinogradniških pridelkov (jabolka, hruška, breskev, marelica, oljka, grozdje)
- življenjskega cikla živinoreje (govedoreja – mleko in meso, prašičereja - meso, perutninarstvo – meso in jajca),
- življenjskega cikla vrtnarstva (paradižnik, kumarice, zelje, paprika, čebula)

Prikazan je način analize življenskih ciklov:

6.1 Življenski cikel poljedelstva

V primeru poljedelskih pridelkov je narejena analiza življenskega cikla najpomembnejših poljščin, kot so kuruza (silažna ali za zrnje) ter pšenica in oljnic (oljna ogrščica in sončnica). V vsakem življenskem ciklu so zajete faze: pridelava, transport, skladiščenje in uporaba. Vsaka omenjena faza življenskega cikla je razdeljena na podfaze, npr. pridelava je

sestavljena od naslednjih pod faz: obdelave tal, setvi, gnojenja, varstva rastlin in spravila pridelka. Transport pa se lahko razčleni na interni ali eksterni. V procesu skladiščenja so lahko spet prisotne različne podfaze, npr. čiščenje in dodelava semena itn. Konec življenskega cikla poljščine jo ko končni produkt konča svojo življensko pot, npr. silažna koruza konča v prehrani domačih živali na kmetiji, koruza v zrnju pa npr. v različnih izdelkih v živilsko predelovalni industriji itn. Spodaj so prikazani načini, kako s razčlenjene različne faze in podfaze. Na osnovi omenjenega pristopa smo ugotavljali porabo energijo v posameznih fazah in podfazah ter naredili celotno energijsko analizo pridelave poljščin. Poleg tega je kompletna energijska analiza omogočila določanje emisij toplogrednih plinov.

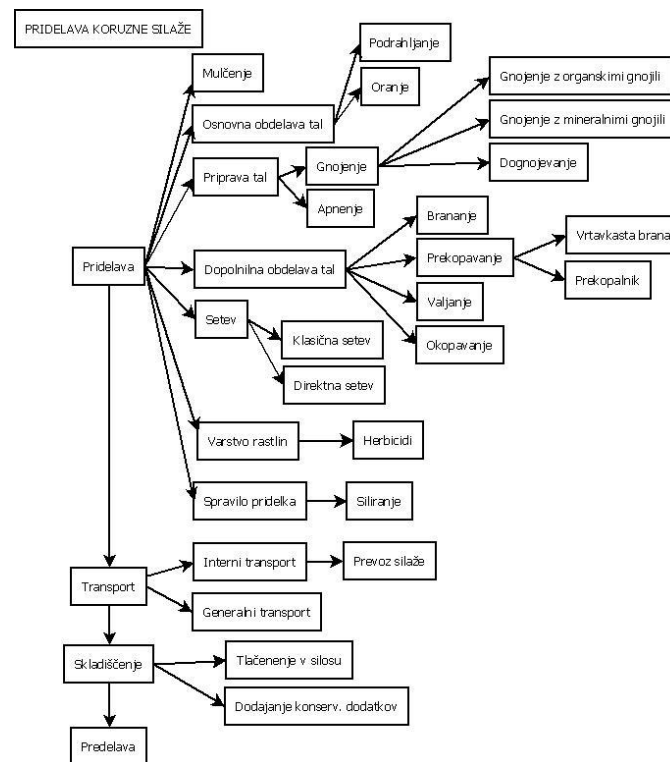
6.1.1 Življenski cikel silažne koruze

V tem ciklu je zajeta pridelava, transport, skladiščenje in dodelava ter konec življenskega cikla pri uporabi končnega produkta. V pridelavi se žetev opravlja s stroji za pobiranje – samovozni silokombajni ali pa kot priključni stroji agregatirani s traktorji. Konec življenskega cikla silažne koruze je blizu mesta pridelave, npr. na sami kmetiji, v nekaterih primerih pa se silažna koruza transportira na druge lokacije, kjer jo uporablja npr. živinorejska kmetija, ki nima lastne proizvodnje krme. V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenskega cikla silažne koruze. V samem življenskem ciklu pridelka ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane.

Prikaz procesov kjer nastanejo TGP v življenskem ciklu silažne koruze:

1. **Pridelava** – Obdelava tal, Setev, Gnojenje, Varstvo rastlin, Spravilo pridelka
 - 1.1. Obdelava tal – osnovna, dopolnilna
 - 1.2. Setev
 - 1.3. Gnojenje – osnovno in dognojevanje
 - 1.4. Varstvo rastlin
 - 1.5. Spravilo pridelka
2. **Transport**
 - 2.1. Interni transport od pridelovalnih površin do silosov za skladiščenje na kmetiji
 - 2.2. Transport do drugega porabnika
3. **Skladiščenje**
 - 3.1. Skladiščenje v horizontalnih silosih, interni transport od silosa do hleva, itn.
4. **Uporaba**

Konec življenskega cikla izdelka



Slika 5: Blok diagram življenjskega cikla silažne koruze

6.1.2 Življenjski cikel koruze za zrnje

Pri koruzi za zrnje je v celotnem življenjskem ciklu zajeta pridelava, transport, skladiščenje in dodelava ter konec življenjskega cikla pri uporabi končnega produkta. Življenjski cikel koruze za zrnje je v nekaterih fazah precej podoben ciklu silažne koruze, npr. v sami pridelavi pri obdelavi tal, gnojenju, varstvu rastlin itn.. Pri pridelavi je velika razlika v žetvi, ki se izvaja s stroji za žetev – samovozni kombajni za pobiranje koruze v zrnju (zelo redko tudi v storžih). V predelavi pa je bistvena razlika, ker se koruza v zrnju lahko predela na kmetiji, npr. v moko ali pa v številčne končne produkte v živilsko predelovalni industriji. Konec življenjskega cikla izdelka iz koruze je, ko koruzno zrnje konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za človeško ali živilsko prehrano ali druge industrijske izdelke. V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenjskega cikla silažne koruze. Tudi v tem primeru v samem življenjskem ciklu pridelka ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane.

Prikaz procesov kjer nastanejo TGP v življenjskem ciklu koruze za zrnje:

1. Pridelava – Obdelava tal, Setev, Gnojenje, Varstvo rastlin, Pobiranje pridelka

- 1.1. Obdelava tal – osnovna, dopolnilna
- 1.2. Setev
- 1.3. Gnojenje – osnovno in dopolnilno
- 1.4. Varstvo rastlin
- 1.5. Pobiranje pridelka
- 1.6. Dosuševanje pridelka na kmetiji

2. Transport

- 2.1. Transport od pridelovalnih površin do silosov za skladiščenje
- 2.2. Transport od kmetije do predelovalne industrije

3. Skladiščenje

- 3.1. Skladiščenje v vertikalnih silosih

4. Predelava

- 4.1. Predelava v izdelke za človeško ali živalsko prehrano (koruzna moka itn.)

5. Uporaba

Konec življenskega cikla

6.1.3 Življenski cikel pšenice

Pri pridelavi pšenice za človeško ali živalsko prehrano je v celotnem življenskem ciklu zajeta pridelava, transport, skladiščenje in dodelava ter konec življenskega cikla pri uporabi končnega produkta. Življenski cikel pšenice za zrnje je v nekaterih fazah precej podoben življenskem ciklu koruze, npr. v sami pridelavi pri obdelavi tal, gnojenju, varstvu rastlin itn.. Pri pridelavi je razlika v žetvi, ki se izvaja s stroji za žetev – samovozni kombajni za pobiranje pridelka žit v zrnju. Pšenično zrnje se lahko predela na kmetiji, npr. mletje v moko ali predelava moke v različne pekarske izdelke ali pa v številčne končne produkte v sami živilsko predelovalni industriji. Konec življenskega cikla izdelka iz pšenice je, ko zrnje konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za človeško ali živalsko prehrano ali druge industrijske izdelke. V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenskega cikla pšenice. Tudi v tem primeru v samem življenskem ciklu pridelka ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane.

Prikaz procesov kjer nastanejo TGP v življenskem ciklu pšenice:

1. **Pridelava** – Obdelava tal, Setev, Gnojenje, Varstvo rastlin, Pobiranje pridelka
 - 1.1. Obdelava tal – osnovna, dopolnilna
 - 1.2. Setev
 - 1.3. Gnojenje – osnovno in dopolnilno
 - 1.4. Varstvo rastlin
 - 1.5. Pobiranje pridelka
 - 1.6. Dosuševanje pridelka

2. Transport

- 2.1. Transport od pridelovalnih površin do silosov za skladiščenje
- 2.2. Transport od kmetije do živilsko predelovalne industrije

3. Skladiščenje

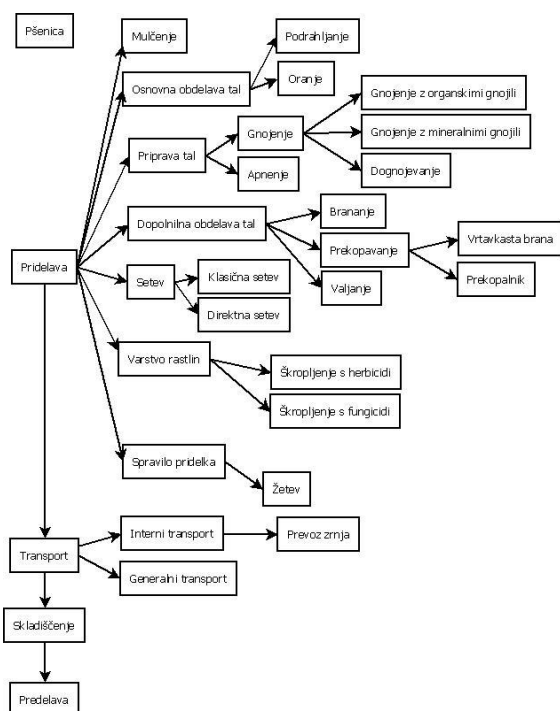
- 3.1. Skladiščenje v vertikalnih silosih

4. Predelava

- 4.1 Predelava v izdelke za človeško ali živalsko prehrano (pšenična moka, kruh, pekarski izdelki, krmna pšenica itn.)

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla



Slika 6: Blok diagram življenjskega cikla pšenice

6.1.4 Življenski cikel oljne ogrščice

Pri pridelavi oljne ogrščice za človeško ali živalsko prehrano oziroma industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu zajeta pridelava, transport, skladiščenje in dodelava ter konec življenjskega cikla pri uporabi končnega produkta. Življenski cikel oljne ogrščice (zrnje) je v nekaterih fazah precej podoben življenjskem ciklu koruze ali pšenice, npr. v sami pridelavi pri obdelavi tal, gnojenju, varstvu rastlin itn.. Žetev se izvaja s stroji za žetev – samovozni kombajni za pobiranje pridelka žit v zrnju (posebni adapterji za pobiranje oljne ogrščice).

Zrnje oljne ogrščice se lahko predela na kmetiji, npr. mehanska ekstrakcija semena v ogrščično olje ter živilsko krmo (oljni peleti ali pogače) ali pa v olja za prehrano in tehnične namene v sami živilsko predelovalni industriji. Konec življenskega cikla izdelka je ko zrnje oljne ogrščice konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za človeško ali živalsko prehrano ali druge industrijske izdelke (olja za farmacevtske, tehnične in energetske namene). V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenskega cikla oljne ogrščice. Tudi v tem primeru v samem življenskem ciklu pridelka ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane.

Prikaz procesov kjer nastanejo TGP v življenskem ciklu oljne ogrščice:

Pridelava – Transport – Skladiščenje – Predelava - Uporaba

1. Pridelava – Obdelava tal, Setev, Gnojenje, Varstvo rastlin, Pobiranje pridelka

1.1. Obdelava tal – osnovna, dopolnilna (toplogredni plini, odpadni produkti)

1.2. Setev (toplogredni plini, odpadni produkti)

1.3. Gnojenje – osnovno in dopolnilno (toplogredni plini, odpadni produkti)

1.4. Varstvo rastlin (toplogredni plini, odpadni produkti)

1.5. Pobiranje pridelka - (toplogredni plini, odpadni produkti)

1.6. Dosuševanje pridelka na kmetiji

2. Transport

2.1. Transport od pridelovalnih površin do silosov za skladiščenje (toplogredni plini, odpadni produkti)

2.2. Transport od kmetije do živilsko predelovalne industrije (toplogredni plini iz goriva potrebna za transport in manipulacijo)

3. Skladiščenje

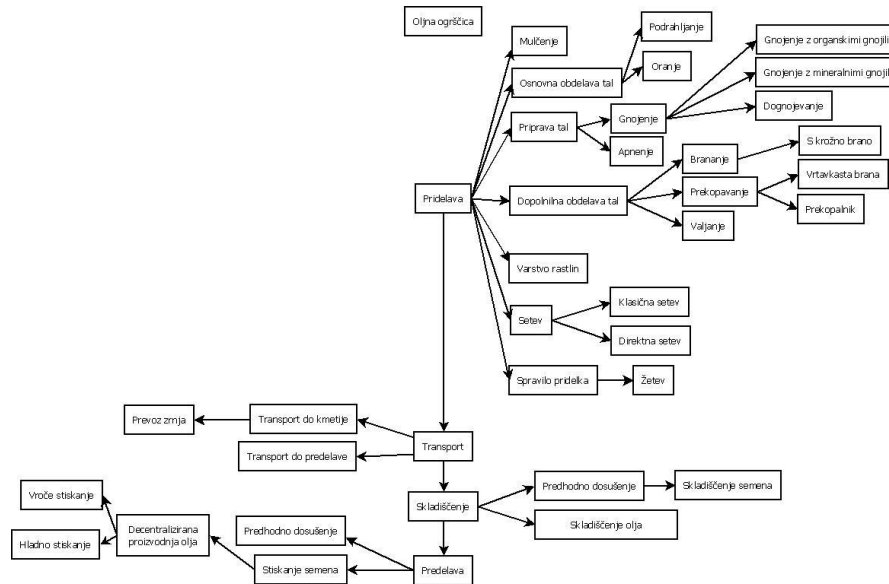
3.1. Skladiščenje v vertikalnih silosih

4. Predelava

4.1. Predelava v izdelke za človeško ali živalsko prehrano (olje, oljni peleti ali pogača za živalsko krmo)

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla izdelka



Slika 7: Blok diagram življenjskega cikla oljne ogrščice, predelava zrnja v olje

6.2 Sadjarstvo in vinogradništvo

V primeru sadjarskih pridelkov je narejena analiza življenjskega cikla najpomembnejših vrst sadja: jabolka, hruška, breskev, marelica ter oljka. Narejena je tudi analiza vinogradniške pridelave oziroma življenjskega cikla grozdja. V vsakem življenjskem ciklu so zajete faze: pridelava, transport, skladiščenje in uporaba.

Vsaka omenjena faza življenjskega cikla je razdeljena na podfaze, npr. pridelava je sestavljena od naslednjih pod faz: obdelave tal, sadnje, gnojenja, nege sadovnjaka ali vinograda, varstva rastlin in spravila pridelka. Transport pa se lahko razčleni na interni ali eksterni. V procesu skladiščenja so lahko spet prisotne različne podfaze, npr. čiščenje in sortiranje sadja, itn. Konec življenjskega cikla sadja ali grozdja je, ko končni produkt konča svojo življensko pot, npr. konzumna jabolka konča v človeški prehrani, jabolke za predelavo pa npr. v različnih izdelkih (sokovi, kaše, marmelade, žgane pijače itn.) v živilsko predelovalni industriji itn. Spodaj so prikazani načini, kako s razčlenjene različne faze in podfaze življenjskega cikla sadja in grozdja. Na osnovi omenjenega pristopa smo ugotavljali porabo energijo v posameznih fazah in podfazah ter naredili celotno energijsko analizo sadjarsko vinogradniške pridelave. Narejena kompletna energijska analiza je omogočila določanje emisij toplogrednih plinov v sadjarsko vinogradniški pridelavi.

Pri pridelavi sadja za človeško prehrano oziroma industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu sadja zajeta pridelava, transport, skladiščenje in dodelava ter konec življenjskega cikla pri uporabi končnega produkta. Življenski cikel grozdja pa je razdeljen na enake faze: pridelava, transport, skladiščenje, predelava in konec življenjskega cikla v porabi izdelka.

6.2.1 Življenski cikel jabolk

Pri pridelavi jabolk za človeško prehrano oziroma industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu zajeta pridelava, transport, skladiščenje in predelava ter konec življenjskega cikla pri uporabi končnega produkta. V pridelavi jabolk je zajeta: obdelava tal, saditev, gnojenje, varstvo rastlin, nega nasada, pobiranje pridelka. Transport je razčlenjen na interni ali eksterni. Skladiščenje poteka v hladilnicah, jabolka iz skladiščenja lahko končajo življenjski cikel v maloprodaji ali pa se predelajo. Jabolko se lahko predela na sami kmetiji, npr. v sušene krlje, sok, marmelado ali v sami živilsko predelovalni industriji. Konec življenjskega cikla izdelka je, ko sadje (v tem primeru jabolko) konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za človeško ali živalsko prehrano ali druge izdelke živilsko predelovalne industrije (sokovi, marmelade, žgane pijače itn.). V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenjskega cikla sadja - jabolka. V samem življenjskem ciklu pridelka ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane (npr. jabolka iz hladilnice konča v maloprodaji, v drugem primeru pa opravi še transportno pot do živilsko predelovalne industrije za predelavo v končne produkte, kjer se porabi dodatna energija ter nastanejo toplogredni plini in odpadni produkti.

Prikaz procesov kjer nastanejo TGP v življenjskem ciklu jabolk:

1. Pridelava – Obdelava tal, Saditev, Gnojenje, Varstvo rastlin, Nega nasada, Pobiranje pridelka

- 1.1. Obdelava tal – priprava tal za vzpostavitev trajnega nasada, osnovna, dopolnilna, podrahljanje
- 1.2. Saditev
- 1.3. Gnojenje – osnovno in dopolnilno
- 1.4. Varstvo rastlin
- 1.5. Nega nasada
- 1.6. Pobiranje pridelka
- 1.6 Transport pridelka na kmetiji (interni transport)

2. Transport

- 2.1. Transport jabolk od pridelovalnih površin do hladilnice
- 2.2. Transport od kmetijskega skladišča ali hladilnice do živilsko predelovalne industrije

3. Skladiščenje

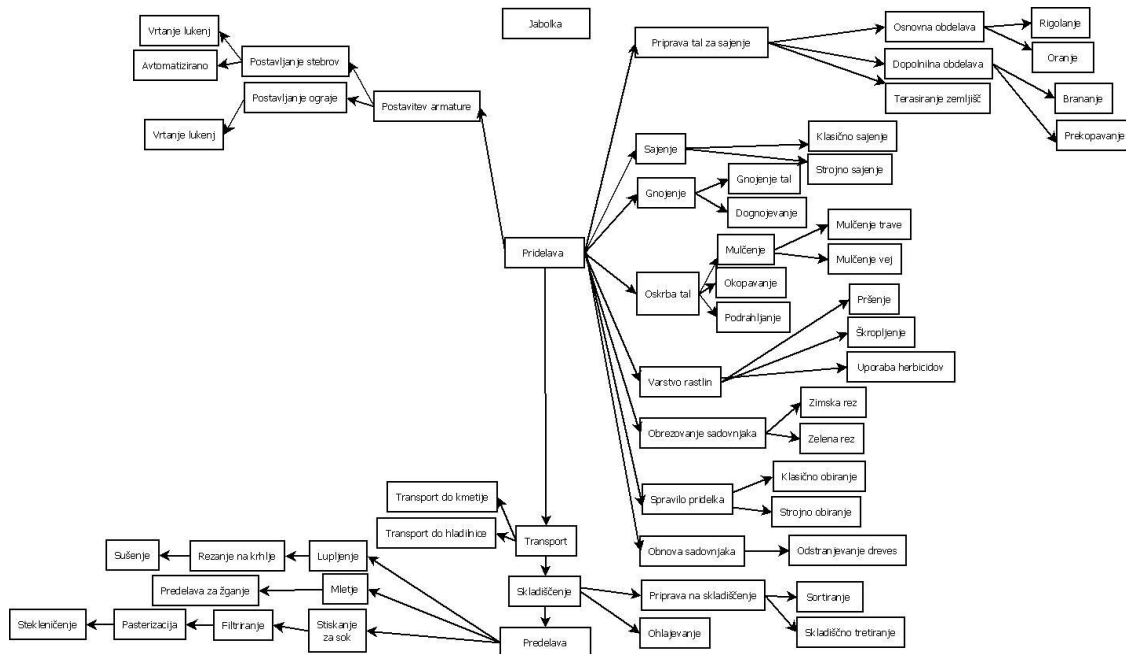
- 3.1. Skladiščenje v hladilnicah

4. Predelava

- 4.1. Predelava v izdelke za človeško ali živalsko prehrano (jabolka sortirana in pakirana, sušeno jabolko v krlje, jabolčni sokovi, marmelade, žgane pijače - sadjevec itn.)

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla



Slika 8: Blok diagram življenjskega cikla jabolke

6.2.2 Življenjski cikel hrušk

Pri pridelavi hrušk za človeško prehrano oziroma industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu zajeta pridelava, transport, skladiščenje in predelava ter konec življenjskega cikla pri uporabi končnega produkta. V pridelavi hrušk je zajeta: obdelava tal, saditev, gnojenje, varstvo rastlin, nega nasada, pobiranje pridelka. Transport je razčlenjen na interni ali eksterni. Skladiščenje poteka v hladilnicah, hruške iz skladiščenja lahko končajo življenjski cikel v maloprodaji ali pa se predelajo v druge produkte. Hruška se lahko predela na sami kmetiji, npr. v sok, marmelado, itn. ali v sami živilsko predelovalni industriji. Konec življenjskega cikla izdelka je, ko sadje (v tem primeru hruška) konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za človeško ali živalsko prehrano ali druge izdelke živilsko predelovalne industrije (sokovi, marmelade, žgane pijače itn.). V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenjskega cikla sadja - hruške. V samem življenjskem ciklu pridelka ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane (npr. hruška konča pot v maloprodaji, v drugem primeru pa opravi še transportno pot do živilsko predelovalne industrije za predelavo v končne produkte, kjer se porabi dodatna energija ter nastanejo toplogredni plini in odpadni produkti).

Prikaz procesov kjer nastanejo TGP v življenjskem ciklu hrušk:

1. Pridelava – Obdelava tal, Saditev, Gnojenje, Varstvo rastlin, Nega nasada, Pobiranje pridelka

- 1.1. Obdelava tal – priprava tal za vzpostavitev trajnega nasada, Priprava tal za vzpostavitev trajnega nasada - izravnava zemljišč, priprava teras - opcija, globoko oranje,
- 1.2. Osnovna in dopolnilna obdelava tal – oranje, podrahljanje, dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji (prekopalnik ali vrtavkasta brana) ali kultivatorji,
- 1.3. Saditev
- 1.4. Gnojenje – osnovno in dopolnilno
- 1.5. Varstvo rastlin
- 1.6. Nega nasada
- 1.7. Pobiranje pridelka - (samovozne ali priključne platforme za pobiranje sadja, stroji za manipuliranje z zaboji itn.)

2. Transport

- 1.1. Transport pridelka na kmetiji (interni transport)
- 1.2. Transport od pridelovalnih površin do hladilnic
- 1.3. Transport od kmetijskega skladišča ali hladilnice do živilsko predelovalne industrije

3. Skladiščenje

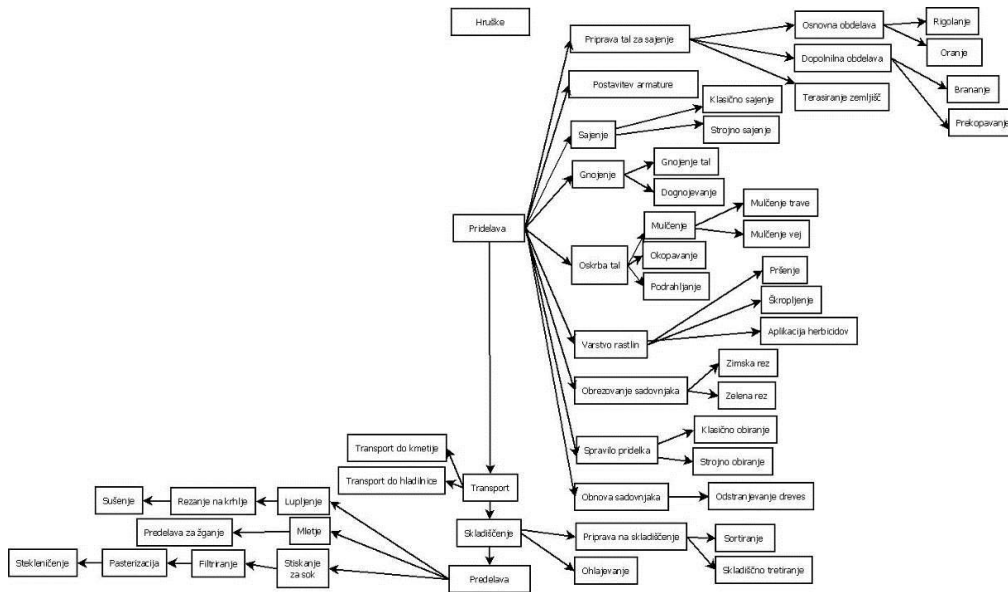
- 3.1. Skladiščenje v hladilnicah

4. Predelava

- 4.1. Predelava v izdelke za človeško ali živalsko prehrano (sadje pakirano, sušeno sadje, sokovi, marmelade, žgane pijače itn.)

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla



Slika 9: Blok diagram življenjskega cikla hruške

6.2.3 Življenjski cikel oljk

Pri pridelavi oliv za človeško prehrano oziroma industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu zajeta pridelava, transport, skladiščenje in predelava ter konec življenjskega cikla pri uporabi končnega produkta. V pridelavi je zajeta: obdelava tal, saditev, gnojenje, varstvo rastlin, nega nasada, pobiranje pridelka. Transport je razčlenjen na interni ali eksterni. Oliva se lahko predela na sami kmetiji ali v živilsko predelovalni industriji v olje ali plodovi vložijo v kis. Konec življenjskega cikla pridelka je, ko oljka konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za človeško prehrano ali druge izdelke živilsko predelovalne industrije (olivno olje, kisane olive). V blok diagramu so prikazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenjskega cikla pridelave oljke.

Prikaz procesov kjer nastanejo TGP v življenjskem ciklu oljk:

1. Pridelava – Obdelava tal, Saditev, Gnojenje, Varstvo rastlin, Nega nasada, Pobiranje pridelka

- 1.1. Priprava tal za vzpostavitev trajnega nasada - izravnava zemljišč, priprava teras - opcija, globoko oranje,
- 1.2. Osnovna in dopolnilna obdelava tal – oranje, podrahljanje, dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji (prekopalnik ali vrtavkasta brana) ali kultivatorji,
- 1.3. Saditev (toplogredni plini, odpadni produkti)
- 1.4. Gnojenje – osnovno in dopolnilno
- 1.5. Varstvo rastlin
- 1.6. Nega nasada (košnja, mulčenje, zelena rez, zimska rez)
- 1.7. Pobiranje pridelka

2. Transport

2.1. Transport pridelka na kmetiji (interni transport)

2.2. Transport od pridelovalnih površin do hladilnic

2.2. Transport od kmetijskega skladišča ali hladilnice do živilsko predelovalne industrije

3. Skladiščenje

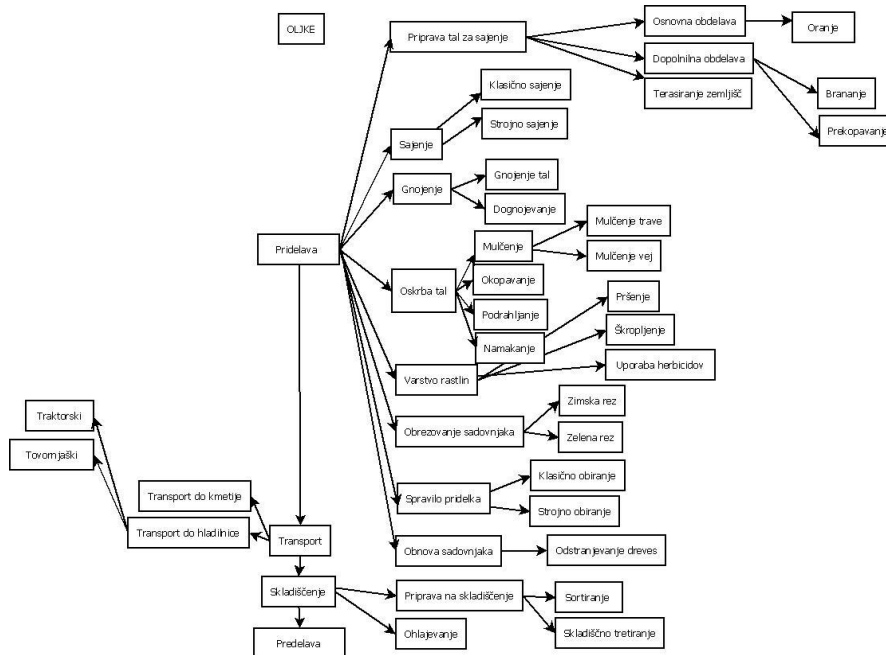
3.1. Skladiščenje v hladilnicah

4. Predelava

4.1. Predelava v izdelke za človeško prehrano (olivno olje, ukisane olive) - linija strojev za čiščenje, sortiranje, stiskanje olja, polnilne linije za olje itn.)

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla



Slika 10: Blok diagram življenjskega cikla oljk

6.2.4 Življenjski cikel grozdja – vinogradništvo

Pri pridelavi grozdja za človeško prehrano ali vino je v celotnem življenjskem ciklu zajeta pridelava, transport, skladiščenje in predelava ter konec življenjskega cikla pri uporabi končnega produkta. V pridelavi je zajeta: obdelava tal, saditev, gnojenje, varstvo rastlin,

nega nasada, pobiranje pridelka. Transport je razčlenjen na interni ali eksterni. Grozdje se lahko predela na sami kmetiji ali v živilsko predelovalni industriji v vino (namizno, kakovostno, vrhunsko), tropinovec itn. Konec življenjskega cikla izdelka je ko grozdje konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za človeško uporabo. V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenjskega cikla vinogradništva - grozdja. V samem življenjskem ciklu pridelka ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane.

Prikaz procesov kjer nastanejo TGP v življenjskem ciklu grozdja:

1. Pridelava – Obdelava tal, Saditev, Gnojenje, Varstvo rastlin, Nega nasada, Pobiranje pridelka

- 1.1. Priprava tal za vzpostavitev trajnega nasada - izravnava zemljišč, priprava teras - opcija, globoko oranje,
- 1.2. Osnovna in dopolnilna obdelava tal – oranje, podrahljanje, dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji (prekopalnik ali vrtavkasta brana) ali kultivatorji,
- 1.3. Saditev
- 1.4. Gnojenje – osnovn-o in dopolnilno
- 1.5. Varstvo rastlin
- 1.6. Nega nasada
- 1.7. Pobiranje pridelka (samovozni stroji za pobiranje grozdja – kombajni, stroji za manipuliranje z zaboji itn.),

2. Transport

- 2.1. Transport pridelka na kmetiji (interni transport)
- 2.2. Transport od pridelovalnih površin do predelave grozdja v vino

3. Skladiščenje

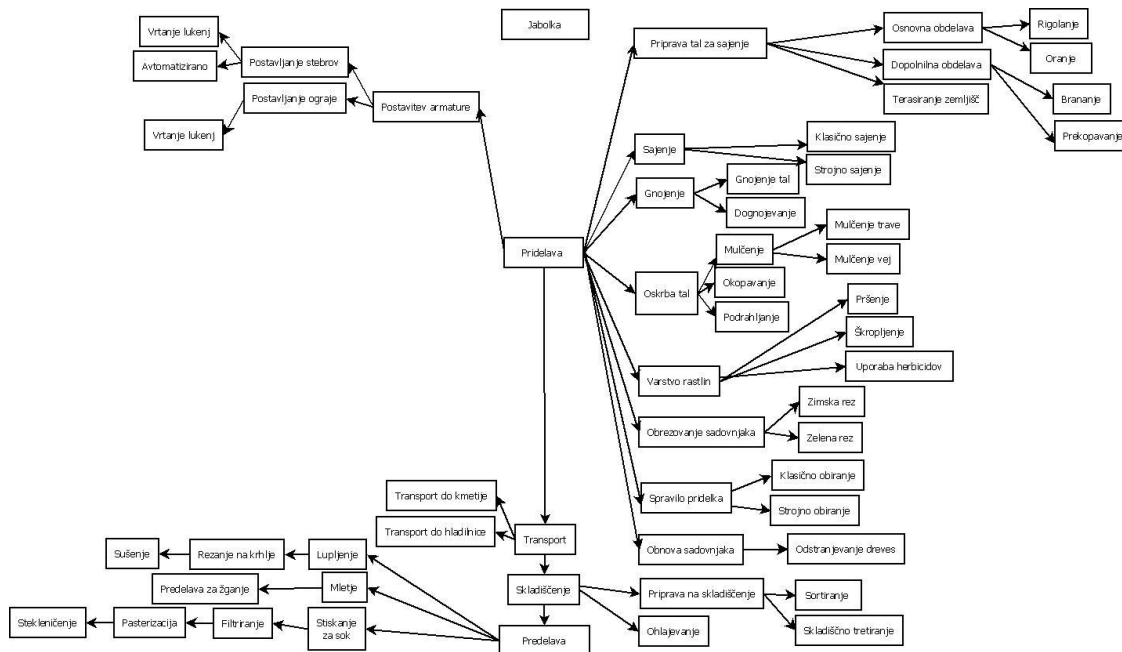
- 3.1. Skladiščenje grozdja do predelave

4. Predelava

- 4.1. Predelava v vino (vino namizno, kakovostno in vrhunsko, tropinovec) - linije strojev za predelavo grozdja v vino

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla izdelka



Slika 11: Blok diagram življenjskega cikla - vinogradništvo

6.3 Vrtnarstvo

V primeru povrtninarstva je narejena analiza življenjskega cikla najpomembnejših vrst povrtnin: paradižnik, kumarice, zelje, paprika, čebula. V vsakem življenjskem ciklu so zajete faze: pridelava, transport, skladiščenje in uporaba. Vsaka omenjena faza življenjskega cikla je razdeljena na podfaze, npr. pridelava je sestavljena od naslednjih pod faz: obdelave tal, sadnje, gnojenja, varstva rastlin in spravila pridelka. Transport pa se lahko razčleni na interni ali eksterni. V procesu skladiščenja so lahko spet prisotne različne podfaze, npr. čiščenje in sortiranje povrtnin, itn. Konec življenjskega cikla povrtnin je, ko končni produkt konča svojo življensko pot, npr. konzumni paradižnik konča v človeški prehrani, paradižnik za predelavo pa npr. v različnih izdelkih (koncentrati, sokovi itn.) v živilsko predelovalni industriji itn. Spodaj so prikazani načini, kako s razčlenjene različne faze in podfaze življenjskega cikla povrtnin.

Na osnovi omenjenega pristopa smo ugotavljali porabo energijo v posameznih fazah in podfazah ter naredili celotno energijsko analizo pridelave povrtnin. Kompletna energijska analiza je omogočila določanje emisij toplogrednih plinov v pridelavi povrtnin.

Pri pridelavi povrtnin za človeško prehrano oziroma industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu sadja zajeta pridelava, transport, skladiščenje in dodelava ter konec življenjskega cikla pri uporabi končnega produkta.

6.3.1 Življenski cikel paradižnika

1. Pridelava – Obdelava tal, Saditev, Gnojenje, Varstvo rastlin, Nega rastlin, Pobiranje pridelka

- 1.1. Osnovna in dopolnilna obdelava tal – oranje, dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji (prekopalnik ali vrtavkasta brana) ali kultivatorji,
- 1.2. Saditev
- 1.3. Gnojenje – osnovno in dopolnilno
- 1.4. Varstvo rastlin
- 1.5. Nega rastlin
- 1.6. Pobiranje pridelka (platforme za ročno pobiranje paradižnikov, stroji za manipuliranje z zaboji itn.),

2. Transport

- 2.1. Transport pridelka na kmetiji (interni transport)
- 2.2. Transport od pridelovalnih površin do živilsko predelovalne industrije ali distribucijskega centra itn.

3. Skladiščenje

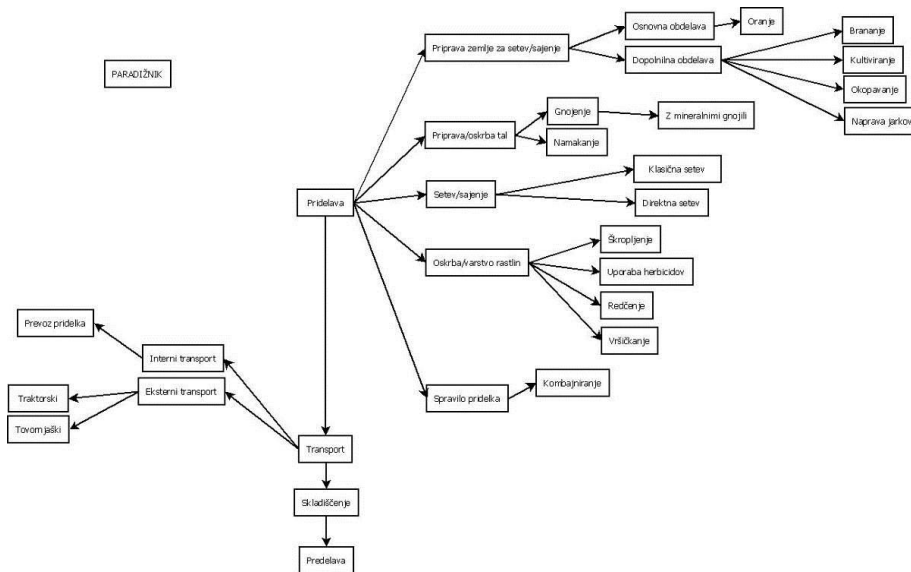
- 3.1. Skladiščenje paradižnika do predelave

4. Predelava

- 4.1. Predelava v konzervirane izdelke (koncentrati, sokovi itn...)

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla izdelka



Slika 12: Blok diagram življenjskega cikla paradižnika

6.3.2 Življenski cikel paprike

1. Pridelava – Obdelava tal, Saditev, Gnojenje, Varstvo rastlin, Nega rastlin, Pobiranje pridelka

- 1.7. Osnovna in dopolnilna obdelava tal – oranje, dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji (prekopalnik ali vrtavkasta brana) ali kultivatorji,
- 1.8. Saditev
- 1.9. Gnojenje – osnovno in dopolnilno
- 1.10. Varstvo rastlin
- 1.11. Nega rastlin
- 1.12. Pobiranje pridelka

2. Transport

2.1. Transport pridelka na kmetiji (interni transport)

2.2. Transport od pridelovalnih površin do živilsko predelovalne industrije ali distribucijskega centra itn.

3. Skladiščenje

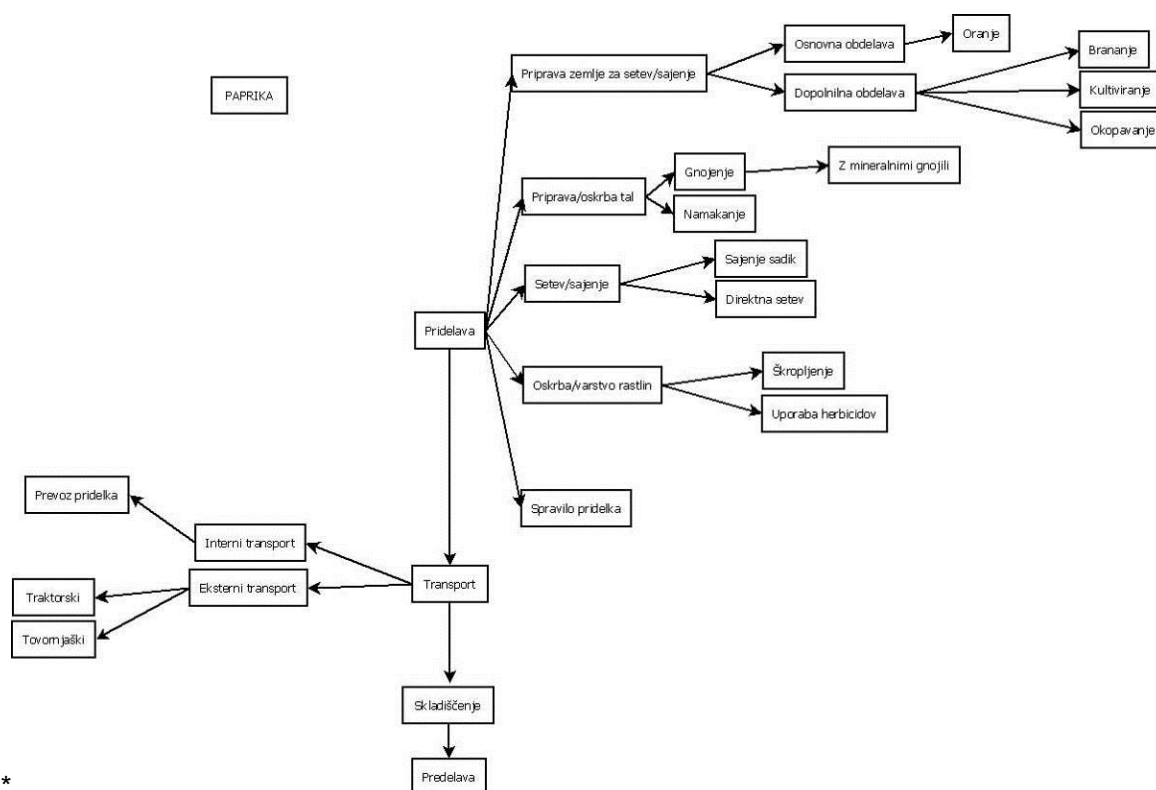
3.1. Skladiščenje paprike

4. Predelava

4.1. Predelava v paradižnikove koncentrate

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla izdelka



Slika 13: Blok diagram življenjskega cikla paprike

6.4 Živinorejska pridelava

V živinorejski pridelavi so obdelani življenjski cikli v govedoreji, prašičereji in perutninarstvu. Področje govedoreje je razdeljeno na pridelavo mleka in pridelavo mesa, prašičereja na pridelavo mesa, perutninarstvo pa na pridelavo mesa in jajc.

6.4.1 Govedoreja – pridelava mleka

Pri reji krav molžnic za mleko oziroma različne industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu zajeta: reja živali, transport, skladičenje mleka, predelava mleka ter konec življenjskega cikla. V reji živali je zajeto: krmljenje, vzdrževanje življenjskega okolja in

proizvodnja mleka. V transportu je zajet transport od kmetije do živilsko predelovalne industrije, kjer poteka predelava mleka v različne končne produkte. Skladiščenje mleka poteka v hladilnicah, mleko lahko konča življenski cikel pri porabniku ali pa se predela na kmetiji ali v živilsko pridelovalni industriji v različne končne produkte. Konec življenskega cikla izdelka je, ko mleko konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za prehrano. V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenskega cikla govedoreje – pridelave mleka. V samem življenskem ciklu ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane.

1. Reja živali – Krmljenje, Vzdrževanje življenskega okolja, Proizvodnja mleka

1.1. Krmljenje

1.2. Vzdrževanje življenskega okolja: prezračevanje, odstranjevanje gnoja, čiščenje in razkuževanje hlevov

1.3. Proizvodnja mleka: molža (strojna ali z robotom), procesiranje mleka v mlekarni (hlajenje)

2. Transport

2.1. Transport mleka od kmetije do predelave v mlekarni oziroma živilsko predelovalne industrije

3. Skladiščenje

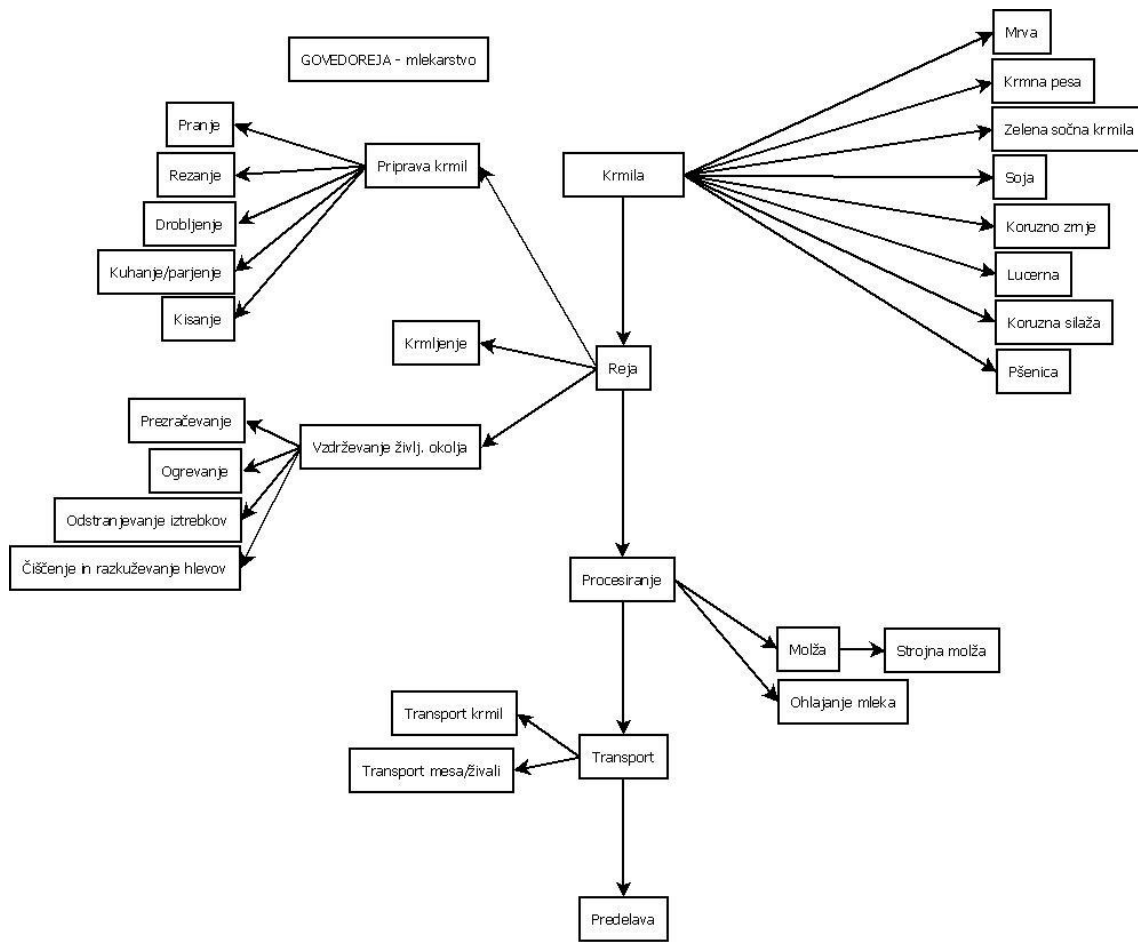
3.1. Skladiščenje mleka v mlekarni

4. Predelava

4.1. Predelava mleka (lahko poteka na kmetiji ali v živilsko predelovalni industriji) v izdelke za človeško ali živalsko prehrano (mleko pasterizirano, mleko trajno, siri, jogurti itn.)

5. Uporaba

Konec življenskega cikla izdelka



Slika 14: Blok diagram življenjskega cikla proizvodnje mleka

6.4.2 Govedoreja – pridelava mesa

Pri pridelavi goved za meso za človeško prehrano oziroma različne industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu zajeta: reja živali, transport, zakol in skladiščenje mesa, predelava mesa ter konec življenjskega cikla. V reji živali je zajeto: krmljenje in vzdrževanje življenjskega okolja. V transportu je zajet transport od kmetije do klavnice in hladilnice. Skladiščenje poteka v hladilnicah, meso iz skladiščenja lahko konča življenjski cikel pri porabniku ali pa se predela na kmetiji ali v živilsko pridelovalni industriji. Konec življenjskega cikla izdelka je ko sveže meso konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za človeško prehrano. V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenjskega cikla govedoreje – pridelave mesa. V samem življenjskem ciklu ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane.

1. Reja živali – Krmljenje, Vzdrževanje življenjskega okolja

1.1. Krmljenje

1.2. Vzdrževanje življenjskega okolja: prezračevanje, odstranjevanje gnoja, čiščenje in razkuževanje hlevov

2. Transport

2.1. Transport živali od kmetije do klavnice

3. Skladiščenje

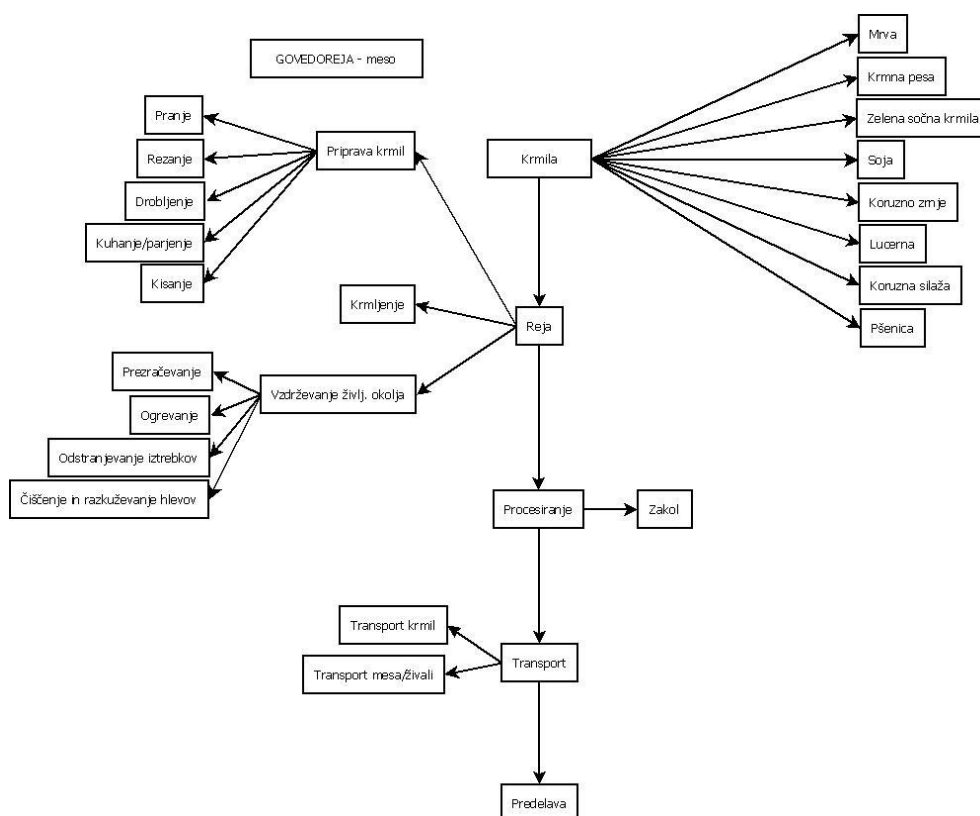
3.1. Skladiščenje mesa v klavnici ali živilsko predelovalni industriji

4. Predelava

4.1. Predelava v izdelke za prehrano (sveže meso, suho mesnati in prekajeni izdelki, itn.)

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla izdelka



Slika 15: Blok diagram življenjskega cikla govedoreje – pridelava za meso

6.4.3 Prašičereja

Pri pridelavi prašičev za meso za človeško prehrano oziroma različne industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu zajeta: reja živali, transport, zakol in skladiščenje mesa, predelava mesa ter konec življenjskega cikla. V reji živali je zajeto: krmljenje in vzdrževanje življenjskega okolja. V transportu je zajet transport od kmetije do klavnice in hladilnice. Skladiščenje poteka v hladilnicah, meso iz skladiščenja lahko konča življenjski cikel pri

porabniku ali pa se predela na kmetiji ali v živilsko pridelovalni industriji.

1. Reja živali – Krmljenje, Vzdrževanje življenjskega okolja

1.1. Krmljenje

1.2. Vzdrževanje življenjskega okolja: prezračevanje, ogrevanje, razsvetljava, odstranjevanje gnoja, čiščenje in razkuževanje hlevov

2. Transport

2.1. Transport od kmetije do klavniških objektov

2.2. Transport od klavnice do živilsko pridelovalne industrije

3. Skladiščenje

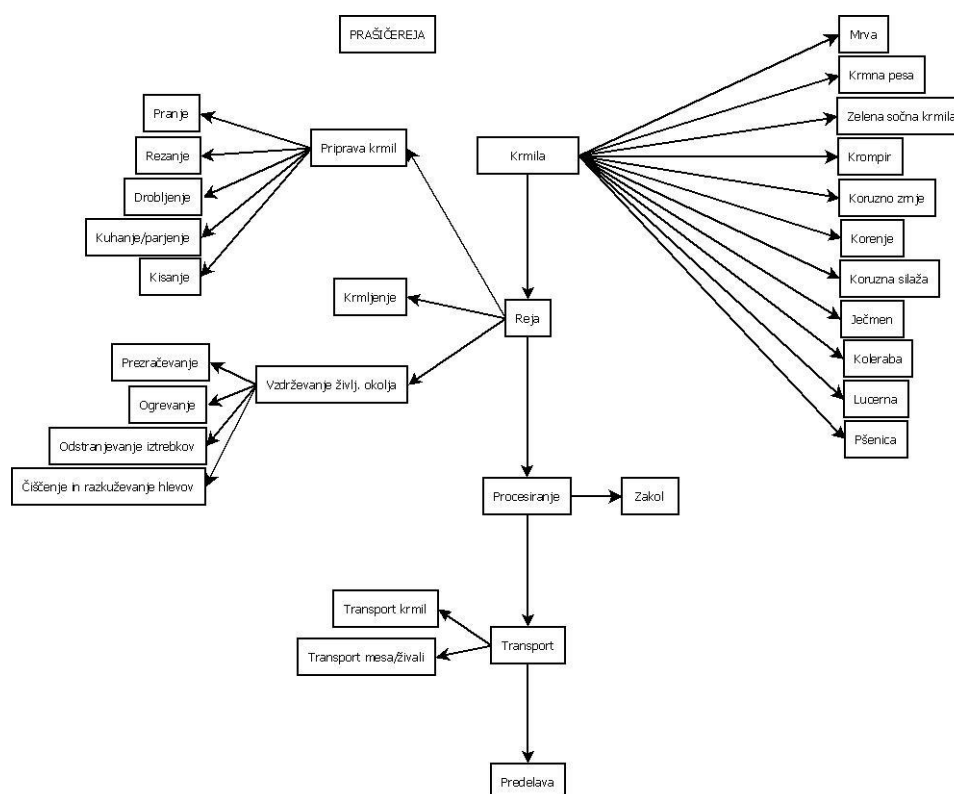
3.1. Skladiščenje mesa v hladilnicah

4. Predelava

4.1. Predelava v izdelke za človeško ali živalsko prehrano (meso, barjeni izdelki, itn.)

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla



Slika 16: Blok diagram življenjskega cikla - prašičereja

6.4.4 Perutninarstvo – reja za meso

Pri reji perutnine za meso za človeško prehrano oziroma različne industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu zajeta: reja živali, transport, zakol in skladiščenje mesa, predelava mesa ter konec življenjskega cikla. V reji živali je zajeto: krmljenje in vzdrževanje življenjskega okolja. V transportu je zajet transport od kmetije do klavnice in hladilnice. Skladiščenje poteka v hladilnicah, meso iz skladiščenja lahko konča življenjski cikel pri porabniku ali pa se predela na kmetiji ali v živilsko pridelovalni industriji.

1. Reja živali – Krmljenje, Vzdrževanje življenjskega okolja

1.1. Krmljenje

1.2. Vzdrževanje življenjskega okolja: prezračevanje, ogrevanje, razsvetljava, odstranjevanje gnoja, čiščenje in razkuževanje hlevov

2. Transport

2.1. Transport od kmetije do klavniških objektov

2.2. Transport od klavnice do živilsko pridelovalne industrije

3. Skladiščenje

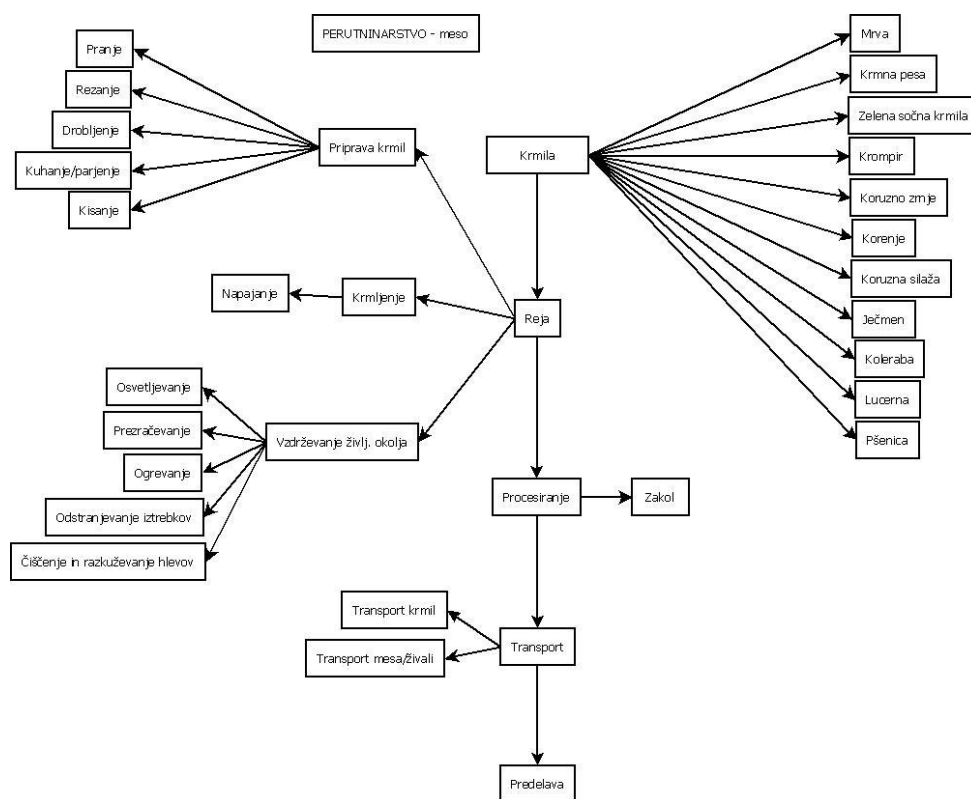
3.1. Zakol in skladiščenje v hladilnicah

4. Predelava

4.1. Predelava v izdelke za človeško ali živalsko prehrano (meso, suho mesnati in prekajeni izdelki)

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla izdelka je ko sveže meso konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za človeško prehrano. V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenjskega cikla perutninarstva – pridelave mesa. V samem življenjskem ciklu ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane.



Slika 17: Blok diagram življenjskega cikla perutninarstva – meso

6.4.5 Perutninarstvo – reja za jajca

Pri reji perutnine za jajca za človeško prehrano oziroma različne industrijske produkte je v celotnem življenjskem ciklu zajeta: reja živali, transport, zakol in skladiščenje mesa, predelava mesa ter konec življenjskega cikla. V reji živali je zajeto: krmljenje in vzdrževanje življenjskega okolja. V transportu je zajet transport od kmetije do klavnice in hladilnice. Skladiščenje poteka v hladilnicah, meso iz skladiščenja lahko konča življenjski cikel pri porabniku ali pa se predela na kmetiji ali v živilsko pridelovalni industriji.

1. Reja živali – Krmljenje, Vzdrževanje življenjskega okolja

1.1. Krmljenje

1.2. Vzdrževanje življenjskega okolja: prezračevanje, ogrevanje, razsvetljava, odstranjevanje gnoja, čiščenje in razkuževanje hlevov

2. Transport

2.1. Transport od kmetije do živilsko pridelovalne industrije (toplogredni plini iz goriva potrebnega za transport in manipulacijo)

3. Skladiščenje

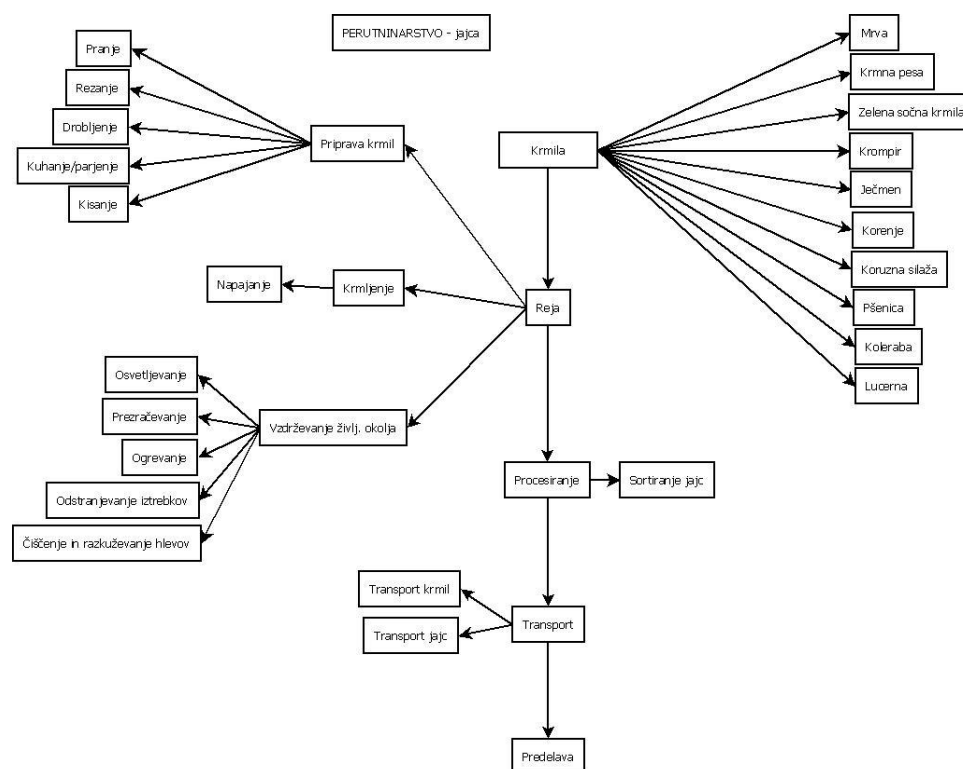
3.1. Skladiščenje v hladilnicah

4. Predelava

4.1. Predelava v izdelke za prehrano (sveža jajca, kuhana jajca, jajca v prahu)

5. Uporaba

Konec življenjskega cikla izdelka je ko sveže meso konča v različnih končnih produktih, ki so namenjeni za človeško prehrano. V blok diagramu so pokazane delovne operacije, ki se pojavljajo znotraj posameznih sklopov življenjskega cikla perutninarstva – pridelave mesa. V samem življenjskem ciklu ni nujno da so vse delovne operacije tudi realizirane.



Slika 18: Blok digram življenjskega cikla perutninarstva – jajca

7 Ugotavljanje porabe goriva v kmetijski pridelavi

V današnjem času večina energije, ki se porabi v direktni obliki v kmetijstvu izvira iz energije fosilnih goriv oziroma mineralnega dizelskega goriva za pogon traktorjev in samovoznih kmetijskih strojev. Merjenje porabe mineralnega dizelskega goriva smo opravljali na vzorčnih kmetijah ter na posestvu Kmetijskega Inštituta Slovenije, Oddelka za infrastrukturo. V sezoni mehaniziranih opravil smo merili količine mineralnega dizelskega goriva, ki se porabi pri delu traktorjev z različnimi traktorskimi agregati (traktorji + priključni stroji) oziroma delu samovoznih strojev (npr. kombajni za silažno koruzo, kombajni za žita in koruzo v zrnju, krmilno mešalni vozovi itn.).

Porabo energije v pridelavi smo ugotavljali z meritvami porabe goriva (volumetrična metoda) pri opravljanju delovnih operacij s priključnimi stroji, ki so namenjeni za osnovno in dopolnilno obdelavo tal, setev, gnojenje, nego in varstvo rastlin. Poleg tega smo zajeli tudi porabo energije za žetev in transport pridelkov (traktorski transport) ter porabo energije, ki se porabi za krmljenje živali (npr. stroji za odvzem silaže iz koritastih silosov, krmilno mešalne prikolice itn.). Poraba energije – goriva (mineralno dizelsko gorivo ali plinsko olje) je izražena v l/ha.

Tabela 3: Rezultati merjenja porabe goriva na šest vzorčnih kmetij na različnih lokacijah

	Povprečna poraba goriva (l/uro)	Povprečna poraba goriva (l/ha površine)	Število meritev
Oranje	13,31	24,98	18
Obdelava tal s kultivatorjem	9,00	10,80	1
Obdelava tal z vrtavkasto brano	11,29	16,00	17
Obdelava tal z vrtavkasto brano in istočasna setev	18,80	12,69	4
Obdelava tal s prekopalnikom	4,70	43,33	2
Podrahljavanje	10,26	13,79	1
Setev strnjena	5,24	2,89	2
Setev presledna	3,92	6,90	5
Trošenje gnoja	10,33	15,50	1
Trošenje gnojevke	7,68	3,38	8
Trošenje mineralnih gnojil	5,73	1,81	4
Škropljenje	9,88	0,80	1
Transport s prikolico	9,54		4



Slika 19: Dotakanje goriva po opravljeni delovni operaciji

Ugotovljeno je, da poraba goriva za enake delovne operacije lahko zelo variira, ker je odvisna od pedofizikalnih lastnosti tal, načina obdelave, tehnike uporabe traktorskega agregata (traktor + priključni stroj), stanja stroja, usklajenosti moči traktorja glede velikosti priključnega stroja itn. Podani so primeri porabe goriva, ki smo jih opravili na dveh lokacijah meritev: kmetija A in kmetijsko posestvo B.

V primeru A je ugotovljena poraba goriva v pridelavi silažne koruze (vzorčna kmetija, lokacija Male Žablje pri Ajdovščini). Obdelovalne površine so na razgibanem terenu in na različnih lokacijah, obdelovalne parcele so večinoma majhne, prevladujejo težka tla, traktorji in priključni stroji so starejših letnic (povprečna starost traktorjev 20,5 let, traktorji so opremljeni s starejšimi izvedbami motorjev in transmisij). Kmetija A nam predstavlja odmik od povprečja porabe goriva v smer večje porabe goriva zaradi težkih pridelovalnih razmer (pedo klimatski in geografski pogoji). Podatki za kmetijo A se nanašajo na povprečne vrednosti večjega števila meritev.

V pridelavi silažne koruze je ugotovljena poraba goriva za enake delovne operacije na kmetijskem posestvu B (Kmetijski inštitut Slovenije, lokacija Jable, Loka pri Mengšu). Obdelovalne površine so na ravnem terenu, obdelovalne parcele so velikih dimenzij, prevladujejo lažja do srednje težka tla, traktorji in priključni stroji, ki so testirani so novi (povprečna starost traktorjev 5 let, traktorji so opremljeni s sodobnimi motorji in transmisijami). Tudi v tem primeru se podatki nanašajo na povprečne vrednosti večjega števila meritev.

Tabela 4: Meritve porabe goriva pri pridelavi silažne koruze na dveh različnih lokacijah, kmetija A (Male Žablje pri Ajdovščini), kmetijsko posestvo B (Loka pri Mengšu)

Delovne operacije	Kmetija (A) Poraba goriva [l/ha]	Kmetijsko posestvo (B) Poraba goriva [l/ha]
Oranje	52,3	14,7
Brananje	26,1	4,3
Trošenje hlevskega gnoja	28,7	3
Setev	7,2	11
Varstvo rastlin	4	2
Siliranje	40,2	20
Transport silaže	15,4	15
Skupaj	173,9	70

Razmerje porabe goriva za oba primera 1 : 2,48 je veliko, pokaže nam močan vpliv različnih parametrov na porabo energije v pridelavi silažne koruze.

8 Ugotavljanje porabe električne energije

Za ugotavljanje porabe električne energije v kmetijstvu smo izbrali, živinorejske, mešane živinorejsko poljedelske, sadjarsko vinogradniške in vrtnarske kmetije. V živinorejski pridelavi se porabi več električne energije v primerjavi z ostalo energijo iz fosilnih goriv ali biogoriv. V živinoreji je zajeta poraba energije, ki se porabi za krmljenje živali (npr. stroji za odvzem silaže iz koritastih silosov, krmilno mešalne prikolice itn.), za vzdrževanje življenjskega okolja živali (prezračevanje, razsvetljava, gretje itn.) ter energija za molžo in hlajenje mleka v primeru molznih krav.

Za ugotavljanje porabe električne energije na živinorejskih kmetijah smo opravili analizo električnih porabnikov vsake kmetije. Za porabo električne energije na kmetijah smo zbrali osnovne podatke glede nazivne električne moči različnih električnih strojev. Drugi del raziskav se je nanašal na meritve porabe električne energije. Za ta namen smo razvili in izdelali posebne električne merilnike porabljene električne energije. Porabnike električne energije smo povezali z različnimi električnimi aparati za meritve (npr. molža, hlajenje mleka, robotska molža, stiskanje grozdja ali sadja, stiskanje oljnic, itn.). Meritve smo opravili na električnih strojih, ki se uporabljajo pri različnih kmetijskih opravilih (npr. v proizvodnji mleka so zajeti stroji za molžo, hlajenje mleka, čiščenje gnoja, prezračevanje objektov ter električna razsvetljava). Zaradi zanesljivosti meritev smo meritve vseh električnih strojev opravljali skozi daljše časovno obdobje tako da smo posamezni električni stroj spremljali več dni, tednov in celo mesecev. Na ta način so zajete tudi električne porabe, ki jih v krajšem časovnem intervalu ne bi zajeli. Npr. pri robot molži je zelo pomembno opravljati meritve skozi daljše časovno obdobje zaradi specifičnosti samega stroja in postopka (ta stroj je v stanju pripravljenosti praktično cel dan, krave pa hodijo na prehranjevanje in molžo tudi po večkrat na dan). Iz števila delovnih ur, ki jih opravijo električni stroji se določa kumulativna poraba električne energije.

V živinoreji se električna energija uporablja večinoma v pridelavi v predelavi v končne produkte pa je električna energija prevladujoča. V sadjarsko vinogradniški pridelavi se električna energija večinoma uporablja v predelavi pridelkov v končne produkte, delež električne energije v pridelavi pa je majhen. Pri predelavi sadjarsko vinogradniških pridelkov v končne produkte pa se uporablja praktično samo električna energija. Pri vrtnarski pridelavi se električna energija uporablja v pridelavi in predelavi. Delež električne energije je prevladujoč v pridelavi povrtnin v primeru da se proizvodnja odvija v zaprtih prostorih (staklenjaki in plastenjaki).



Slika 20: Merilnik porabe električne energije

Slika 20 prikazuje merilnika porabe električne energije (prenosna izvedba) je bil priključen na različne električne stroje in naprave (na vzorčnih kmetijah) za ugotavljanje porabe električne energije med opravljanjem različnih delovnih operacij v

živinoreji, sadjarstvu vinogradništvu, vrtnarstvu itn. Omogoča ugotavljanje trenutne in kumulativne porabe električne energije, merilnik je zasnovan in izdelan na Kmetijskem inštitutu Slovenije

8.1 Merjenje porabe električne energije v proizvodnji mleka

Največ meritev porabe električne energije smo opravili na živinorejskih kmetijah. Kmetije, ki se ukvarjajo s pridelavo mleka smo razdelili glede števila živali na kmetije: z malo čredo 5 – 10 GVŽ, od 11 – 60 GVŽ je srednje velika čreda in 61 do 120 GVŽ je velika čreda. Tehnologije, ki se uporabljajo na mlečnih farmah se razlikujejo glede načina reje (vezana, prosta, globoki nastilj), velikosti črede in glede tega ali se mleko proizvaja na konvencionalen ali ekološki način. Pri malih čredah se uporablja molža v vrč povezan z vakuumsko črpalko, pri srednje velikih in velikih čredah pa molža s sistemom mlekovoda oziroma pri velikih čredah obstaja še možnost uporabe robota za molžo (sistem je na zelo majhnem številu kmetij). Za krmljenje se uporabljajo različni sistemi. Krmljenje je lahko rešeno na različne načine. Pri majhnih čredah in ekološkem načinu reje, je še vedno prisotno ogromno ročnega dela. V primeru, da se uporabljajo krmilno mešalni vozovi (traktorski priključki), je predvideno, da se omenjeni sistemi uporabljajo na kmetijah s srednje veliko in veliko čredo. V primeru velike črede, kjer se uporablja robot za molžo smo predvideli tudi uporabo samovoznih krmilno mešalnih vozov (izvedba z lastnim pogonskim motorjem). Za hlajenje mleka se uporabljajo sistemi za hlajenje s hladilnimi bazeni za mleko. Velikost oziroma kapaciteta hladilnega bazena je odvisna od količine sveže namolzenega mleka, ki ga ja potrebno pohladiti s temperature 37 °C na 4 °C. V nekaterih primerih je hladilni bazen povezan s toplotno črpalko, toplotna energija, ki se odvzame mleku se uporabi za dogrevanje sanitarne vode, ki je namenjena za pranje mlekovoda itn.

9 Energetska analiza

Za določanje porabe energije so narejeni modelni izračuni s podatki iz domačih in tujih znanstveno strokovnih baz podatkov za porabo energije in emisije toplogrednih plinov v kmetijstvu in živilsko predelovalni industriji ter z merjenjem porabe energije na vzorčnih kmetijah zaradi dopolnitev podatkovne baze v primerih, kjer obstaja premajhna količina podatkov ali pa so podatki neuporabni za naše razmere zaradi specifičnosti pridelave oziroma so nezanesljivi. Celotna energija, ki se porabi za pridelavo določenega pridelka na površini enega hektarja pridelovalne površine, je definirana na osnovi energetske analize njegove pridelave oziroma ugotavljanja energetskih porab za posamezne delovne operacije. Pri energetski analizi so razčlenjeni vnosi energije (direktna energija), ki je kompletno porabljena v obdobju pridelave različnih poljedelskih pridelkov. Vnosi energije skozi daljše časovno obdobje oziroma indirektna energija (za izdelavo traktorjev, priključnih strojev, opreme itn. ter energija za proizvodnjo mineralnih gnojil in zaščitnih sredstev) pa ni upoštevana v tej študiji. Za ugotavljanje porabe energije v pridelavi smo izbrali deset vzorčnih kmetij, ki so usmerjene v živinorejsko, poljedelsko in mešano pridelavo (živinorejske kmetije in kmetije z mešano pridelavo proizvajajo tudi krmo za lastne potrebe oziroma pridelujejo poljščine npr. silažna koruza, koruza za zrnje, olja ogrščica itn.). Kmetije so bile razporejene po različnih delih Slovenije tako, da so bili zajeti različni pedoklimatski faktorji in kompleksnost pridelave.

Poraba energije je ugotavljana pri opravljanju delovnih operacij s traktorskimi priključnimi stroji (agregat traktor + stroj), ki so namenjeni za osnovno in dopolnilno obdelavo tal, setev, gnojenje, nego, varstvo rastlin itn. Merjena je porabljena količina mineralnega dizelskega goriva, ki se porabi pri delu traktorjev z različnimi priključnimi stroji oziroma delu samovoznih strojev (npr. kombajni ali silokombajni za korožo). Poleg tega je zajeta poraba energije za žetev in interni transport pridelkov na sami kmetiji (transport s traktorji). Poraba energije pri obdelavi tal je ugotovljena pri konvencionalni obdelavi tal z lemežnim plugom. Kot alternativa konvencionalni obdelavi je predvidena direktna setev (brez obdelave tal, angl. no tillage ali zero tillage).

Izračuni so narejeni na osnovi povprečnih porab goriva za osnovno in dopolnilno obdelavo tal, setev, gnojenje, varstvo rastlin, žetev in transport. V primeru osnovne obdelave tal je predvidena uporaba večbrazdnega obračalnega pluga. Za dopolnilno obdelavo tal je v enem primeru predvidena uporaba krožnih bran ali predsetvenikov, v drugem pa rotacijskih strojev (vrtavkasta brana ali prekopalnik - freza). Pri setvi je predvidena uporaba konvencionalnih sejalic za presledno setev (koruza) in strnjeno setev (pšenica, oljna ogrščica in sončnica). V primeru direktne setve pa so predvidene posebne izvedbe sejalic, ki omogočajo setev v strnišče. Za gnojenje je predvidena uporaba centrifugalnih trosilnikov mineralnih gnojil v granulah oziroma trosilnikov hlevskega gnoja (integrirana in ekološka pridelava). Spravilo silažne koroze se opravlja s pomočjo silažnih samohodnih ali traktorskih izvedb silokombajnov, pri spravilu koroze v zrnju pa se uporabljajo samohodne izvedbe kombajnov. Za transport pri pridelavi je predvidena uporaba traktorjev s prikolicami, za razliko od transporta po predelavi, kjer se uporablja vozila različne nosilnosti. Za gnojenje je predvidena uporaba mineralnega gnojila pri konvencionalni pridelavi, v integrirani je predvidena uporaba mineralnega gnojila in organskega gnoja v razmerju 80 % mineralno in 20 % organsko gnojilo. Pri ekološki pridelavi pa je predvidena uporaba organskega gnoja (hlevski gnoj ali gnojevka). Za varstvo rastlin so predvidena fitofarmaceutvska sredstva, ki se uporabljajo pri konvencionalni in integrirani pridelavi (v prispevku je vrednotena samo direktna energija oziroma energija za pogon strojev za nanašanje fitofarmaceutvskih sredstev). Za ekološko pridelavo pa so predvidena samo zaščitna sredstva, ki so dovoljena v ekološki pridelavi, zamenjavo za herbicide pa predstavlja uporaba mehanskih metod za zatiranje plevelov (npr. traktorski priključni stroj – česalo, ki je namenjeno zatiranju plevelov). Količine gnojil so preračunane na količino pridelka za posamezno pridelavo. Za količine pridelkov so uporabljeni podatki KGZS in SURS (povprečje zadnjih deset let). Pri ekološki pridelavi pa so

predvideni pridelki, ki so nižji v primerjavi s konvencionalno in integrirano pridelavo. Pri konvencionalni, integrirani in ekološki pridelavi se uporabljajo večinoma enaki delovni postopki. Razlika je, da se pri konvencionalni pridelavi uporablja gnojenje z mineralnimi gnojili. V primeru integrirane pridelave je predvidena uporaba mineralnega in hlevskega gnoja ter gnojevke. Za primer ekološke pridelave pa je predvideno, da se uporablja hlevski gnoj.

9.1 Ugotavljanje porabe energije v poljedelski pridelavi

Opravljen je analiza energetske porabe v poljedelski pridelavi za: koruzo v zrnju in silažno koruzo, pšenico, olno ogrščico in sončnico. Pri energetske analizi so razčlenjeni vnosi energije (direktna energija), ki je kompletno porabljena v obdobju pridelave v poljedelstvu. Vnosi energije skozi daljše časovno obdobje oziroma indirektna energija (za izdelavo traktorjev, priključnih strojev, opreme itn., ter energija za proizvodnjo mineralnih gnojil in zaščitnih sredstev) pa ni upoštevana. Poraba energije v mehanizirani poljedelski pridelavi je definirana, kot energija iz mineralnega dizelskega goriva, ki se uporabi pri izvajanju različnih mehaniziranih delovnih operacij. Celotna energija, ki se porabi za pridelavo nekega poljedelskega pridelka na površini enega hektarja, je ugotovljena s seštevanjem energetske porabe vsakega posameznega energetskega vnosa.

$$E_p = E_{ot} + E_g + E_n + E_v + E_p + E_t + E_d$$

E_p = Celotna energija porabljena v pridelavi poljščin (MJ)

E_{ot} = energija za osnovno in dopolnilno obdelavo tal

E_g = energija za gnojenje

E_v = energija za varstvo rastlin

E_p = energija za pobiranje pridelka

E_t = energija za interni transport pridelka

E_d = energija za dosuševanje pridelka

V poljedelski pridelavi je opravljena analiza konvencionalne, integrirane in ekološke pridelave. Za vse tri pridelave je značilno da imajo osnovno in dopolnilno obdelavo tal, setev, gnojenje, nego oziroma varstvo rastlin in pobiranje pridelka. Poraba energije v omenjenih pridelavah je določena pri opravljanju delovnih operacij s traktorskimi priključnimi stroji (agregat traktor + stroj), ki so namenjeni za osnovno in dopolnilno obdelavo tal, setev, gnojenje, nego, varstvo rastlin itn. Merjena je porabljen količina mineralnega dizelskega goriva pri delu s traktorji, ki so bili agregatirani z različnimi priključnimi stroji, oziroma pri delu samovoznih strojev (npr. kombajni ali silokombajni za koruzo). Poleg tega je zajeta poraba energije za žetev in interni transport pridelkov na sami kmetiji (transport s traktorji). Poraba energije pri obdelavi tal je ugotovljena pri konvencionalni obdelavi tal z lemežnim plugom. Kot alternativa konvencionalni obdelavi je predvidena direktna setev (brez obdelave tal, angl. no tillage ali zero tillage). Modelni izračuni so narejeni na osnovi povprečnih porab goriva za osnovno in dopolnilno obdelavo tal, setev, gnojenje, varstvo rastlin, žetev in transport. V primeru osnovne obdelave tal je predvidena uporaba večbrazdnega obračalnega pluga. Za dopolnilno obdelavo tal je v enem primeru predvidena uporaba krožnih bran ali

predsetvenikov, v drugem pa rotacijskih strojev (vrtavkasta brana ali prekopalnik - freza). Pri setvi je predvidena uporaba konvencionalnih sejalic za presledno setev (koruza) in strnjeno setev (pšenica, oljna ogrščica in sončnica). V primeru direktne setve pa so predvidene posebne izvedbe sejalic, ki omogočajo setev v strnišče. Za gnojenje je predvidena uporaba centrifugalnih trosilnikov mineralnih gnojil v granulah oziroma trosilnikov hlevskega gnoja (integrirana in ekološka pridelava). Spravilo silažne koruze se opravlja s pomočjo silažnih samohodnih ali traktorskih izvedb silokombajnov, pri spravilu koruze v zrnju pa se uporabljajo samohodne izvedbe kombajnov. Za transport pri pridelavi je predvidena uporaba traktorjev s prikolicami, za razliko od transporta po predelavi, kjer se uporablja vozila različne nosilnosti. Za gnojenje je predvidena uporaba mineralnega gnojila pri konvencionalni pridelavi, v integrirani je predvidena uporaba mineralnega gnojila in organskega gnoja v razmerju 80 % mineralno in 20 % organsko gnojilo. Pri ekološki pridelavi pa je predvidena uporaba organskega gnoja (hlevski gnoj ali gnojevka). Za varstvo rastlin so predvidena fitofarmacevtska sredstva, ki se uporabljajo pri konvencionalni in integrirani pridelavi (v prispevku je vrednotena samo direktna energija oziroma energija za pogon strojev za nanašanje fitofarmacevtskih sredstev). Za ekološko pridelavo pa so predvidena samo zaščitna sredstva, ki so dovoljena v ekološki pridelavi, zamenjavo za herbicide pa predstavlja uporaba mehanskih metod za zatiranje plevelov (npr. traktorski priključni stroj – česalo, ki je namenjeno zatiranju plevelov). Količine gnojil so preračunane na količino pridelka za posamezno pridelavo. Za količine pridelkov so uporabljeni podatki KGZS in SURS (povprečje zadnjih deset let). Pri ekološki pridelavi pa so predvideni pridelki, ki so nižji v primerjavi s konvencionalno in integrirano pridelavo.

Pri konvencionalni, integrirani in ekološki pridelavi se uporabljajo večinoma enaki delovni postopki. Razlika je da se pri konvencionalni pridelavi uporablja gnojenje z mineralnimi gnojili. V primeru integrirane pridelave je predvidena uporaba mineralnega in hlevskega gnoja ter gnojevke. Za primer ekološke pridelave pa je predvideno, da se uporablja hlevski gnoj. Poraba goriva je pri ekološki pridelavi nekoliko višja, ker je predvidena uporaba strojev za raztros gnoja in aplikacijo gnojevke. Oba omenjena stroja sta večja porabnika energije v primerjavi s trosilnikom mineralnega gnojila.

Tabela 5: Povprečna poraba goriva za različne delovne operacije (primer porabe goriva iz petih vzorčnih kmetij na različnih lokacijah)

	Povprečna poraba goriva za hektar obdelane površine (l/ha)
Oranje	24,98
Obdelava tal s kultivatorjem	10,80
Obdelava tal z vrtavkasto brano	16,00
Obdelava tal z vrtavkasto brano in istočasna setev	12,69
Obdelava tal s prekopalnikom	43,33
Podrahljavanje	13,79
Setev strnjena	2,89
Setev presledna	6,90
Trošenje gnoja	15,50
Trošenje gnojevke	3,38
Trošenje mineralnih gnojil	1,81
Škropljenje	0,80

V osnovni obdelavi tal je predvidena obdelava tal z oranjem z obračalnimi plugi na delovno globino 20 do 30 cm. Za dopolnilno obdelavo tal je predvidena obdelava tal na globino do 12 cm. Za brananje je predvidena krožna brana, ki obdeluje tla na globini do 12 cm. V predsetveni obdelavi tal je predviden predsetvenik (kultivator), ki obdeluje tla na globini 5 do 10 cm. V dopolnilni obdelavi tal je predvidena tudi možnost uporabe rotacijskih strojev za obdelavo tal (stroji, ki so gnani prek priključne gredi traktorja) in to vrtavkaste brane ali prekopalnika (freze). Pri rotacijskih strojih gnanih prek priključne gredi zadostuje za dopolnilno obdelavo tal en prehod prek obdelovalne površine za razliko od vlečenih izvedb (predsetveniki, krožne brane), kjer sta potrebna dva ali celo trije prehodi. Pri sistemu neposredne setve koruze v neobdelana tla – direktna setev v strnišče, odpade primarna obdelava tal in priprava setvene postelje. V tem primeru se seme seje s posebnimi sejalicami za direktno setev (brez vsakršne obdelave tal). Prednost tega sistema je nizka poraba časa, energije in stroškov v primerjavi s konvencionalnim načinom setve. Za setev je predvidena uporaba pnevmatskih sejalic nadtladne ali podtladne izvedbe, ki omogočajo bolj natančno setev kot mehanske sejalnice. Za setev koruze se uporablja presledna setev za ostale kulture pa strnjena setev. Za gnojenje je v primeru konvencionalne pridelave predvideno gnojenje s centrifugalnim trosilnikom mineralnih gnojil. V primeru ekološke pridelave pa je predvideno gnojenje s trosilnikom hlevskega gnoja (namesto hlevskega gnoja se lahko uporabi tudi gnojevka, v tem primeru se uporablja cisterna za transport in distribucijo gnojevke). Za varstvo rastlin v konvencionalni in integrirani pridelavi je predvidena uporaba njivskih škropilnic za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. V integrirani pridelavi se uporabljajo fitofarmaceutska sredstva v manjših količinah, kar pomeni tudi manjše število prehodov traktorskih agregatov s škropilnicami. Pri ekološkem načinu pridelave pa je predvideno mehansko zatiranje plevelov s traktorskimi priključnimi stroji – česali.

Za spravilo pridelkov je predvidena uporaba univerzalnega samovoznega kombajna za žita, ki z različnimi adapterji lahko žanje pšenico, koruzo v zrnju, oljno ogrščico in sončnico. Za spravilo silaže pa so namenjeni na manjših kmetijah traktorski priključni stroji, eno ali dvo vrstni silokombajni za velike površine pa so namenjeni samovozni silokombani.

Ugotovljeno je, da poraba goriva za enake delovne operacije lahko zelo variira, ker je odvisna od pedofizikalnih lastnosti tal, načina obdelave, tehnike uporabe traktorskega agregata (traktor + priključni stroj), stanja stroja, usklajenosti moči traktorja glede velikosti priključnega stroja itn.

9.2 Poraba goriva pri konvencionalni in ekološki pridelavi poljščin

V osnovni obdelavi tal je predvidena obdelava tal z oranjem na delovno globino 20 do 30 cm (odvisno od stanja tal, za strniščno setev zadostuje da tla obdelamo na globino 20 – 22 cm, za jesensko oranje pa je predvidena globina do 30 cm). Za ta namen je uporabljen tribrazdni obračalni plug delovne širine 90 do 120 cm. Za dopolnilno obdelavo tal je predvidena obdelava tal na globino do 12 cm. Za brananje je predvidena krožna brana delovne širine 250 cm, ki obdeluje tla na globini do 12 cm. V predsetveni obdelavi tal je predviden predsetvenik (kultivator), delovne širine 280 cm, ki obdeluje tla na globini 5 do 10 cm.

Za gnojenje je v primeru konvencionalne pridelave predvideno gnojenje s centrifugalnim enoploščnim trosilnikom mineralnih gnojil delovne širine do 12 m. V primeru ekološke pridelave pa je predvideno gnojenje s trosilnikom hlevskega gnoja, ki ima nosilnost 4500 kg in nakladalno prostornino 5 m³. V eni uri lahko opravi do 3 trosenja hlevskega gnoja. Namesto hlevskega gnoja se lahko uporabi tudi gnojevka. V tem primeru se uporablja cisterna za gnojevko prostornine 5 m³. V eni uri se lahko pripeljejo 3 cisterne za gnojevko na parcelo in opravi raztros gnojevke. Kakšno organsko gnojilo bo uporabljeno je odvisno od tega kaj ima kmetija na razpolago. Za mehansko zatiranje plevelov je predvidena uporaba traktorskega priključka - česala

Pri konvencionalni, integrirani in ekološki pridelavi se uporabljajo večinoma enaki delovni postopki, razlika je da se pri konvencionalni pridelavi uporablja gnojenje z mineralnimi gnojili. V primeru integrirane pridelave je predvidena uporaba mineralnega in hlevskega gnoja ter gnojevke. Za primer ekološke pridelave pa je predvideno da se uporablja hlevski gnoj. Poraba goriva je pri ekološki pridelavi nekoliko višja, ker je predvidena uporaba strojev za raztros gnoja in aplikacijo gnojevke. Oba omenjena stroja sta večja porabnika energije v primerjavi s trosilnikom mineralnega gnojila.

Dosuševanje pridelkov

Poljedelske pridelke, ki so pobrani je potrebno dosušiti. Za porabo energije pri dosuševanju je predvideno sušenje pridelka na sami kmetiji oziroma v večjih sušilnicah podjetij, ki opravijo prevzem poljedelskih pridelkov (koruza v zrnju, pšenica, oljna ogrščica, sončnica). Za dosuševanje pridelka na sami kmetiji je predvidena manjša prevozna traktorska sušilnica za zrnje kapacitete 7 t, ki pri ekstrakciji približno 5 % vlage iz tone pridelka porabi 9 l /h kurilnega olja za gorilnik sušilnice. Med postopkom sušenja traktor rabi tudi energijo za pogon ventilatorja (ventilator dobiva pogon prek priključne gredi traktorja) za dobavo zraka in naprave za pretok zrnja.

Tabela 6: Poraba goriva za sušenje različnih količin pridelka na prevozni sušilnici

Količina pridelka	0,7 t	1,1 t	1,5 t
Poraba goriva sušilnice (l/uro)	6,3	9,9	13,5
Poraba goriva traktorja (l/uro)	2	2	2,5
Skupaj (l/uro)	8,3	11,9	16

Poleg dosuševanja na kmetiji v manjših prevoznih sušilnicah smo naredili tudi analizo dosuševanja poljedelskih pridelkov v velikih stacionarnih sušilnicah, ki so locirane v podjetjih, ki se ukvarjajo z odkupom in dodelavo poljedelskih pridelkov. Poljedelske pridelke v tem primeru skladiščijo skozi daljše časovno obdobje za prodajo uporabnikom ali za nadaljo predelavo v različne končne produkte (mlinsko predelovalna industrija).

9.3 Ugotavljanje porabe energije v sadjarstvu in vinogradništvu

Opravljen je analiza energetske porabe pri pridelavi v sadjarstvu (jabolka, hruška, breskev, marelica, oljka za konzumno uporabo in predelavo) in vinogradništvu (grozdje za vino). Za določanje porabe energije v pridelavi sadja in grozdja v sadjarsko vinogradniški pridelavi se izhaja iz že vzpostavljenih sadovnjakov in vinogradov v polni rodni dobi. Pri energetske analizi so razčlenjeni vnosi energije (direktna energija), ki je kompletno porabljena v obdobju pridelave sadjarsko vinogradniških pridelkov. Vnosi energije skozi daljše časovno obdobje oziroma indirektna energija (za izdelavo traktorjev, priključnih strojev, opreme itn., ter energija za proizvodnjo mineralnih gnojil in zaščitnih sredstev) pa ni upoštevana. Poraba energije v mehanizirani sadjarsko vinogradniški pridelavi je definirana, kot energija iz mineralnega dizelskega goriva, ki se uporabi pri izvajanju različnih mehaniziranih delovnih operacij. Celotna energija, ki se porabi za pridelavo sadja in grozdja na površini enega hektarja, je ugotovljena s seštevanjem energetske porabe vsakega posameznega energetskega vnosa.

$$E_p = E_{ot} + E_g + E_n + E_v + E_p + E_t$$

E_p = Celotna energija porabljena v pridelavi grozdja (MJ)

E_{ot} = energija za osnovno in dopolnilno obdelavo tal

E_g = energija za gnojenje

E_n = energija za nego

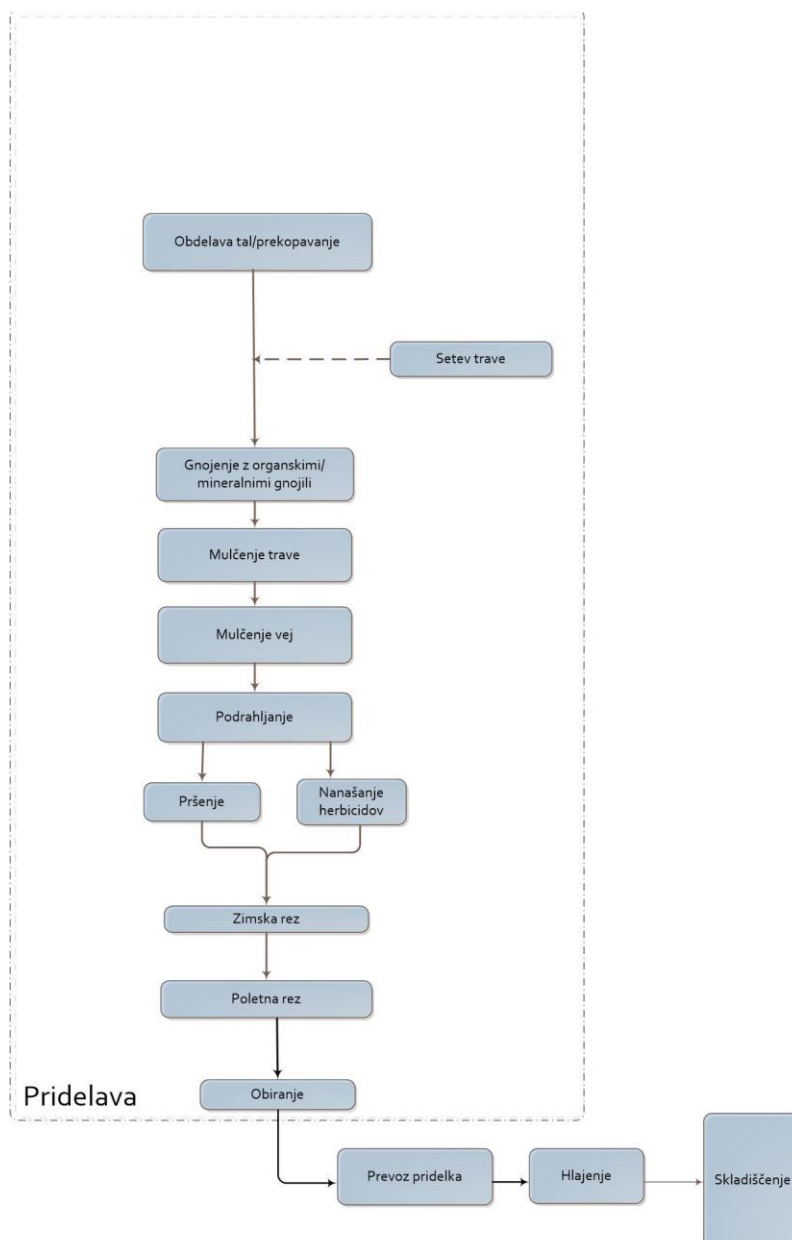
E_v = energija za varstvo

E_p = energija za pobiranje pridelka (strojno)

E_t = energija za interni transport pridelka

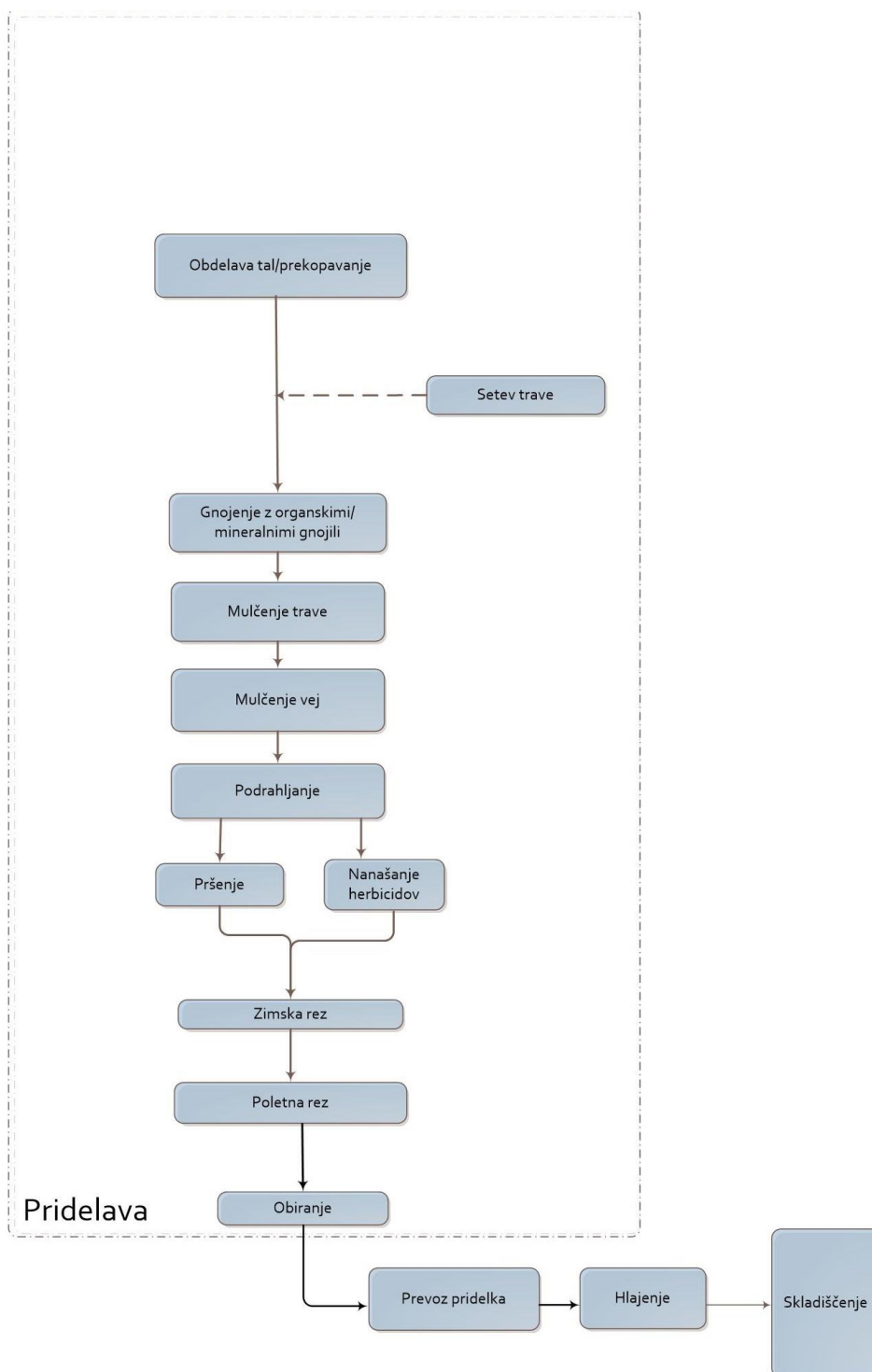
Vsi načini pridelave imajo določene delovne operacije, ki so podobne ali enake, kot so npr. gnojenje tal, nega trajnih nasadov, varstvo rastlin in pobiranje pridelka ter interni transport. Pri vseh omenjenih delovnih operacijah se uporablja energija iz mineralnega dizelskega goriva (pogon traktorjev z agregatiranimi priključnimi stroji oziroma dodatno v primeru strojne trgatve grozdja s samovoznimi stroji – kombajni za grozdje). Pri ostalih delovnih operacijah pa so večje razlike med načini pridelave. Npr. osnovna obdelava tal se opravi pri formiranju trajnega nasada, dopolnilna obdelava tal (predvidena v konvencionalni pridelavi) pa v že formiranem trajnem nasadu. V konvencionalni sadjarsko vinogradniški pridelavi se poleg varstva nasada s fitofarmaceutskimi sredstvi, uporablja še fitofarmaceutska sredstva oziroma herbicide za zatiranje plevelov in trave v vrstah v nasadih. V integrirani pridelavi se uporabljajo za varstvo nasadov samo določena fitofarmaceutska sredstva, za zatiranje plevelov v vrsti pa se uporabljajo mehanske metode zatiranja plevelov oziroma mulčenje. Pri ekološki pridelavi se uporabljajo samo fitofarmaceutska sredstva, ki so dovoljena v tovrstni pridelavi, za vzdrževanje prostora v vrsti pa samo mehanske metode za zatiranje plevelov ali mulčenje.

V primeru dopolnilne obdelave tal (konvencionalna pridelava) je predvidena medvrstna obdelava tal z brananjem s krožno brano, oziroma možnost uporabe rotacijskih strojev za obdelavo tal (strojev, ki so gnani prek priključne gredi traktorja) in to vrtavkaste brane ali prekopalnika - freze. Pri rotacijskih strojih gnanih prek priključne gredi zadostuje za dopolnilno obdelavo tal en prehod prek obdelovalne površine za razliko od vlečenih izvedb traktorskih priključnih strojev npr. krožne brane, kjer sta potrebna dva ali celo trije prehodi. Pri izdelavi modelov porabe energije v sadjarstvu vinogradništvu je glede fitofarmaceutskih sredstev predpostavljeno minimalno število nanašanja omenjenih sredstev - bakrovi in nekateri drugi dovoljeni preparati. Za varstvo rastlin v konvencionalni in integrirani pridelavi je predvidena uporaba sadjarsko vinogradniških pršilnikov (z aksialno ali radialno izvedbo puhalnikov) za nanašanje fitofarmaceutskih sredstev. V integrirani pridelavi se uporabljajo fitofarmaceutska sredstva v manjših količinah, kar pomeni tudi manjše število prehodov traktorskih agregatov s pršilniki. Za nego je predvideno medvrstno vzdrževanje zatavljenih površin z mulčerji (kladivarji ali elisni), ki so namenjeni za mulčenje trave ter pri zimskem ali spomladanskem obrezovanju drobljenju ostankov obrezovanja. Pri ekološkem načinu pridelave je predvideno mehansko zatiranje plevelov v vrstah trajnih nasadov s traktorskimi priključnimi stroji. Spravilo pridelka je ročno v sadovnjakih (ročna trgatve), od mehaniziranih postopkov pa se lahko uporabijo samovozne ali vlečene platforme za lažje obiranje sadja. V primeru vinogradniške pridelave prevladuje ročno spravilo grozdja v manjših vinogradih, enako je v večjih vinogradih za kakovostna in vrhunska vina. Strojno spravilo s samovoznimi stroji za spravilo pridelka - kombajni za grozdje se lahko uporablja v večjih in velikih vinogradih, ki pridelujejo grozdje za namizna vina. Za interni transport so predvidene posebne izvedbe prikolic za boks palete in standardne traktorske prikolice.



Slika 21: Delovni procesi v sadjarstvu, kjer nastaja poraba energije mineralnega dizelskega goriva (pridelava in transport) in v predelavi električne energije (hlajenje in skladiščenje)

Poraba energije je ugotovljena pri opravljanju delovnih operacij s traktorskimi priključnimi stroji (agregat traktor + priključni stroj), ki so namenjeni za osnovno in dopolnilno obdelavo tal, gnojenje, nego, varstvo itn. Merjena je porabljen količina mineralnega dizelskega goriva, ki se porabi pri delu traktorjev z različnimi priključnimi stroji oziroma delu samovoznih strojev (npr. kombajni za pobiranje grozdja). Poleg tega je zajeta poraba energije za interni transport pridelkov na sami kmetiji - transport s traktorji.



Slika 22: Delovni procesi v vinogradništvu, kjer nastaja poraba energije mineralnega dizelskega goriva (pridelava in transport) in v predelavi električne energije (hlajenje in skladiščenje)



Slika 21: Interni traktorski transport pridelka grozdja pri ročnem obiranju

Tabela 7: Povprečna poraba goriva za različne delovne operacije v trajnih nasadih v sadjarsko vinogradniški pridelavi (primer porabe goriva iz vzorčnih kmetij)

	Povprečna poraba goriva na hektar obdelane površine (l/ha)
Osnovna obdelava tal (rigolanje)	33
Osnovna obdelava tal (oranje)	22
Dopolnilna obdelava tal (vrtavkasta brana)	16
Dopolnilna obdelava tal (prekopalnik)	13,2
Podrahljavanje	22
Trošenje gnoja	15,5
Trošenje mineralnih gnojil	1,6
Mehanizirano obrezovanje	7,6
Mulčenje	13,2
Škropljenje (pršilnik)	5,5
Transport pridelka s prikolico	6,7
Pobiranje grozdja s kombajnom (samo za namizna vina)	22

Poraba energije oziroma mineralnega dizelskega goriva je tudi povezana z načinom gnojenja. Za gnojenje je predvidena uporaba mineralnega gnojila pri konvencionalni pridelavi, v integrirani je predvidena uporaba mineralnega gnojila in organskega gnoja (v razmerju 80 % mineralno in 20 % organsko gnojilo). Pri ekološki pridelavi pa je predvidena uporaba organskega gnoja (hlevski gnoj). Poraba gnojil je opredeljena na osnovi tehnoloških normativov. Količina gnojil je izražena v obliki čistih hranil (dušik, fosfor, kalij), količine gnojil pa so preračunane na količine pridelka. Za gnojenje je v primeru konvencionalne pridelave predvideno gnojenje s trosilnikom mineralnih gnojil. V primeru ekološke pridelave je predvideno gnojenje s trosilnikom hlevskega gnoja, v integrirani pa uporaba trosilnika mineralnega gnoja in trosilnika hlevskega gnoja.

Določene so tudi porabe energije na enoto pridelka za posamezne delovne operacije. Poraba energije se razlikuje, ker se pri različnih načinih pridelave ne uporabljajo enake delovne operacije poleg tega so pridelki pri ekološkem načinu pridelave nižji v primerjavi s konvencionalno in integrirano pridelavo.

Pri ugotavljanju porabe energije v mehanizirani sadjarsko vinogradniški pridelavi je ugotovljeno, da poraba goriva za enake delovne operacije lahko zelo variira, ker je odvisna od pedofizikalnih lastnosti tal, načina obdelave, tehnike uporabe traktorskega agregata (traktor + priključni stroj), stanja stroja, usklajenosti moči traktorja glede velikosti priključnega stroja, števila prehodov traktorskih agregatov za posamezno delovno operacijo itn. Modelni izračuni so narejeni na osnovi povprečnih porab goriva za posamezne delovne operacije.

9.4 Ugotavljanje porabe energije v vrtnarstvu

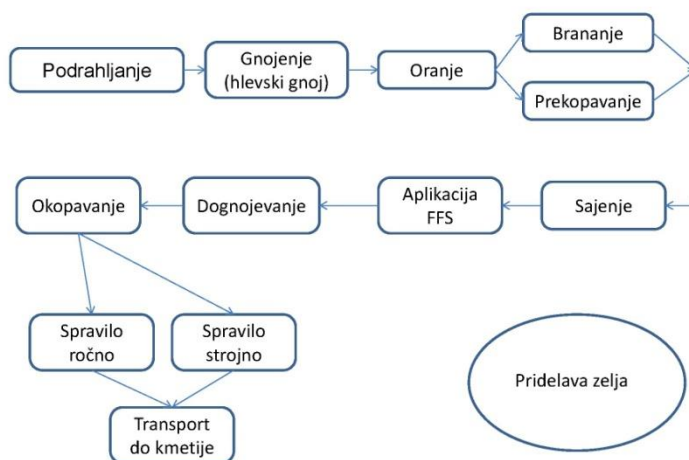
Izvedena je analiza energetske porabe pri pridelavi različnih zelenjadnic (zelje, čebula, paradižnik, paprika, kumare).

9.4.1 Zelje

Analiza je bila opravljena za tri vrste pridelave zelja (konvencionalna, integrirana in ekološka). Pri integrirani smo zmanjšali število nanosov FFS (škropljenje po potrebi). Pri ekološki pridelavi pa smo predpostavili, da se ne uporablja FFS in da se tudi ne dodaja mineralnih gnojil.

Zelje je načeloma dober prejšnji posevek, saj dobro prekrije tla in tako preprečuje večjo zapleveljenost, zaradi globokega korenkega sistema tudi izboljšuje strukturo tal. Po pobiranju zelja na njivi ostane veliko žetvenih ostankov, ki se v tleh spremenijo v hranila za naslednje rastline. Po potrebi oziroma na nekaj let se tla podrahljava in apni. S hlevskim gnojem gnojimo zelje pred oranjem. Po oranju se izvede dopolnilna obdelava tal s pasivnimi orodji (2 – 3 prehoda) ali z gnanimi orodji (1 prehod). Po presajanju sadik na prosto je potrebno skrbeti za varstvo pred škodljivci in boleznimi in dognojevati. Če ni zastirke, potem je potrebno skrbeti tudi za zatiranje plevelov, rahljanje zemlje, okopavanje in osipavanje rastlin. Spravilo zelja je pri nas ročno ali mehanizirano.

V blok diagramu so podane faze pridelave, ki smo jih analizirali s stališča porabe energije in gnojil za določanje končnega CO₂ odtisa pridelave zelja za vse tri načine pridelave.



Slika 22: Blok diagram pridelave zelja

V blok diagramu je predstavljen primer poteka procesov v pridelavi zelja. Naša predpostavka je bila, da se pri pridelavi zelja izhaja, da je sadika alocirana (kupljena drugje). Osnovna in dopolnilna obdelava tal se opravi vsako leto (cikel proizvodnje), podrahljavanje tal pa se izvaja na tri leta oziroma po potrebi. V modelu za določanje emisij CO₂ je prikazano gnojenje z organskim gnojem in mineralnim gnojilom. Dopolnilna obdelava tal se izvede z uporabo vlečenih traktorskih priključnih strojev (2 – 3 prehoda) ali z uporabo rotacijskih oziroma gnanih strojev (priključni stroji, ki so gnani od priključne gredi traktorja) za obdelavo tal (1 prehod). Temu sledi saditev sadik, nato pa po potrebi aplikacija fitofarmaceutskih sredstev (2 - 6 kratna). Predpostavljeno je, da se v konvencionalnem načinu pridelave nanaša šestkrat fitofarmaceutska sredstva. Med rastno sezono se dognojuje in običajno dva krat okopava pridelek. Spravilo pridelka je lahko ročno ali pa mehanizirano. Pobrano zelje se na kmetijo transportira s traktorsko prikolico (box palete).



Slika 23: Mehanizirano spravilo zelja

Mehanizirano spravilo zelja se opravi s traktorskim priključkom za spravilo zelja. Z omenjenimi traktorskimi priključki razpolagajo v Sloveniji le največji pridelovalci zelja (obstaja ocena, da je trenutno osem tovrstnih strojev v Sloveniji). Večinoma spravilo zelja poteka na ročni način.

Ugotovili smo, da ni bistvene razlike pri porabi energije za en hektar obdelanih tal pri konvencionalni, integrirani in ekološki pridelavi zelja. Poraba energije se zmanjša pri nanašanju FFS pri integrirani in ekološki pridelavi zaradi manjšega števila nanašanja FFS. Pri ekološki in integrirani porabi pa se poveča delež porabljene energije za okopavanje pridelka (zaradi mehanskega uničevanja plevelov). Poleg tega gnojenje z organskimi gnojili zahteva večjo porabo energije v primerjavi z gnojenjem z mineralnim gnojilom. Če gledamo vso porabljeno energijo za pridelavo, ugotavljamo, da ni velike razlike med različnimi načini pridelave (konvencionalna, integrirana in ekološka pridelava). Porabljeno energijo lahko preračunamo na kilogram pridelka. Pridelek je pri konvencionalni in integrirani pridelavi zelja enak, pri ekološki pa manjši. Če porabljeno energijo prikažemo na kilogram pridelka nam ta specifična poraba energije pokaže drugačno sliko. Če nam konvencionalna pridelava zelja pomeni 100 %, potem je pri integrirani pridelavi ta parameter za 6,5 % večji, pri ekološki pa zaradi manjšega pridelka znaša 134,7 % več kot pa pri konvencionalni pridelavi.



Slika 24: Transport zelja iz njive

Transport zelja iz njive je običajno v boks paletah, ki so naložene na specialno prikolico večje nosilnosti.



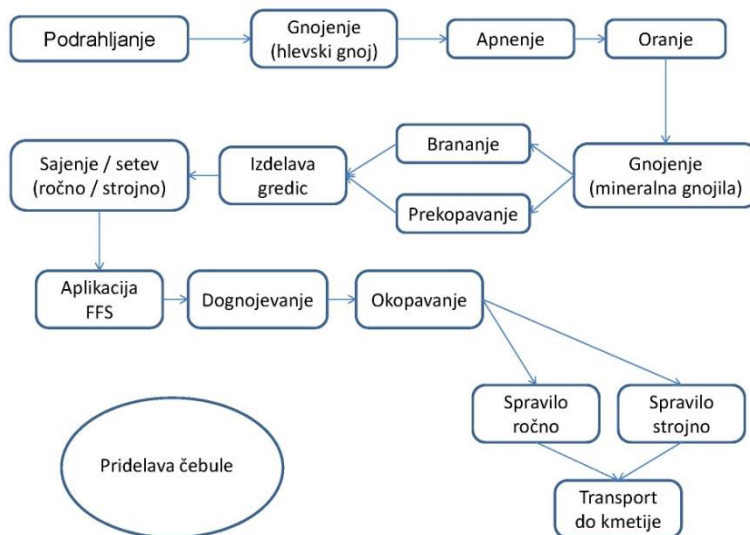
Slika 25: Procesiranje zelja

Procesiranje zelja zajema faze, ko so odstranjevanje – izdolbenje vretena, nato sledi ribanje in soljenje zelja.

9.4.2 Čebula

Naša predpostavka je bila, da se pri pridelavi čebule izhaja, da je sadika alocirana (kupljena drugje). Osnovna in dopolnilna obdelava tal se opravi vsako leto (cikel proizvodnje), podrahljavanje tal pa se izvaja na tri leta oziroma po potrebi. Prav tako se po potrebi izvaja apnenje tal. Dopolnilna obdelava tal se izvede z uporabo vlečenih traktorskih priključnih strojev (2 – 3 prehoda) ali z uporabo rotacijskih oziroma gnanih strojev (gnanih od priključne gredi traktorja) za obdelavo tal (1 prehod). Nato je potrebna faza izdelovanje gredic. Temu sledi saditev sadik, nato pa po potrebi aplikacija fitofarmaceutskih sredstev. Predpostavili smo, da se v konvencionalnem načinu pridelave nanaša šestkrat fitofarmaceutska sredstva. Med rastno sezono se dognojuje in okopava pridelek. Spravilo prideleka je lahko ročno ali pa mehanizirano. Ko poleže in propade 50 % listne površine je primeren čas za pričetek spravila čebule. Na manjših površinah jo po izkopu (puljenju) ob suhem vremenu lahko pustimo teden dni na njivi, da se posuši. Pri mehaniziranem spravilu jo izkopalniki izkopljejo in zlagajo v redi, po sušenju na njivah pa jo strojno poberejo, kjer se odstranjuje nadzemni del. Nekateri kultivarji so zelo občutljivi na mehanične poškodbe ob strojnem spravilu – zlasti prezimna čebula, čebula iz čebulčka in tudi nekateri poletni kultivarji. Če jo pripeljemo v skladišče hitro po puljenju, pripeljemo z njo tudi veliko vode in je nujno dobro zračenje in sušenje, ki je običajno s toplim zrakom z relativno zračno vlago 60-70 %, da ne pride do prehitrega pokanja zunanjih luskolistov. Pri skladiščenju je poleg vzdrževanja primernih temperatur in vlage pomembno tudi zračenje, ki prepreči nastanek kondenza na čebuli in propadanja čebule zaradi npr. gnitja.

V blok diagramu so podane faze pridelave, ki smo jih analizirali s stališča porabe energije in gnojil za določanje CO₂ odtisa.



Slika 26: Blok diagram za pridelavo čebule

Analiza je bila opravljena za tri vrste pridelave čebule (konvencionalna, integrirana in ekološka). Pri integrirani smo zmanjšali število nanosov FFS (škropljenje po potrebi). Pri ekološki pridelavi pa smo predpostavili, da se škropiti ne sme in da se tudi ne dodaja mineralnih gnojil.

Če gledamo vso porabljeno energijo za pridelavo enega hektarja, potem lahko rečemo, da ni velike razlike med različnimi načini pridelave (konvencionalni, integrirani in ekološki pridelavi). Porabljeno energijo lahko preračunamo tudi na kilogram pridelka. Predpostavili smo, da je pridelek pri konvencionalni in integrirani pridelavi čebule enak, pri ekološki pridelavi pa manjši. Integrirana pridelava čebule ima za 10,3 % večjo specifično porabo energije na kilogram pridelka. Ekološka pridelava pa za 105,1 % več, saj smo predpostavili, da je pridelek čebule pri tej obdelavi bistveno manjši.



Slika 27: Spravilo čebule je lahko ročno ali mehanizirano.

Mehanizirano spravilo čebule je lahko večfazno. Na sliki je prikazana prva faza mehaniziranega spravila. Čelni priključek je poseben mulčer, ki pomulči (odstrani) nadzemne dele čebule (in morebitni plevel). Na zadnjem delu traktorja je pripet izkopalnik čebule, ki čebulo izkoplje in odloži v redi nazaj na tla.



Slika 31: Interni transport čebule

Na večjih pridelovalnih površinah se interni transport čebule do skladiščnega prostora in sušilnice opravlja s pomočjo traktorjev in prikolic za boks palete (Slika 36)

9.4.3 Paradižnik

Glede priprave tal paradižnik ni posebej zahteven, saj ga večinoma pridelujemo s predhodno vzgojo sadik, ki so v našem primeru alocirane. S hlevskim gnojem pognojene njive preorjemo ter po potrebi potrosimo material za apnenje. Spomladi njive dopolnilno obdelamo s pasivnimi stroji za obdelavo tal (2 do 3 prehodi) ali pa z gnanimi stroji za obdelavo tal (npr. prekopalnik – freza - 1 prehod). Pred presajanjem alociranih sadik je potrebno izdelati gredice in položiti folijo (zastirko), ki prepreči rast plevelov. Omenjena folija zmanjša izhlapevanje vode iz tal, ohranja se struktura tal, črna barva folija pa omogoča da se še dodatno ogreje zgornji sloj tal, kar vse omogoči hitrejšo in boljšo rast ter razvoj plodovk in vpliva na zgodnost prvih pridelkov.

Paradižnik pridelujemo v visokih tunelih oz. neogrevanih plastenjaki ali rastlinjaki, kamor se običajno posadi visoke kultivarje paradižnika. To je osnovni pogoj za doseganje visokih pridelkov od 150 do 250 t/ha. V zaščitenem prostoru je napeljan na vrvice (običajno vzgajamo paradižnik na eno steblo). Pri nas je običajna zgodnje pomladanska pridelava v neogrevanih plastenjaki. Z rednim zračenjem vzdržujemo nižjo relativno zračno vlago in temperaturo ter tako preprečimo razvoj glivičnih bolezni. Paradižnik je potrebno dognojevati z mineralnimi gnojili, namakati, odstranjevati zalistnike (ročno), rastlinjak je tudi potrebno prezračevati. Po potrebi je potrebno izvajati tudi varstvo paradižnika s fitofarmaceutskimi sredstvi. Spravilo paradižnika je pri nas samo ročno.



Slika 28: Blok diagram pridelave paradižnika

Analiza porabe goriva je bila opravljena za tri vrste pridelave paradižnika (konvencionalna, integrarina in ekološka). Pri ekološki pridelavi pa smo predpostavili, da se škropiti ne sme, in da se tudi ne dodaja mineralnih gnojil.

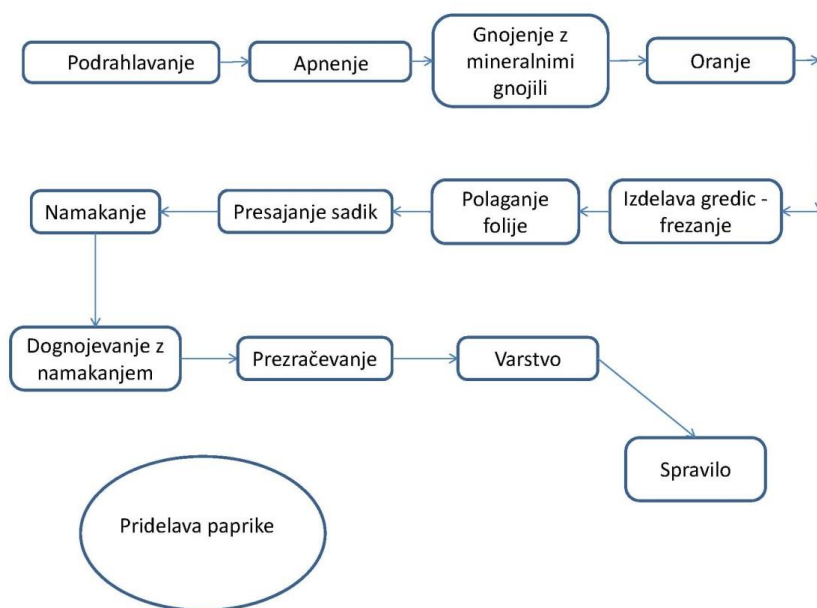


Slika 29: Prekopavanje tal s prekopalnikom (frezo) v rastlinjaku

Ugotovili smo, da je poraba goriva pri integrirani pridelavi zaradi gnojenja s hlevskim gnojem večja kot pri konvencionalni pridelavi. Poraba goriva je pri ekološki pridelavi manjša kot pri konvencionalni ali integrirani pridelavi, saj smo predpostavili, da ni potrebna aplikacija FFS. Porabljeno gorivo lahko preračunamo na kilogram pridelka, ki je pri konvencionalni in integrirani pridelavi enak, pri ekološki pa manjši. Poraba goriva na kilogram pridelka je pri integrirani pridelavi večja za 18,0 % v primerjavi s konvencionalno pridelavo. Pri ekološki pridelavi smo predpostavili bistveno manjši pridelek zato je poraba goriva na kilogram pridelka pri njej za 109,6 % višja v primerjavi s konvencionalno pridelavo.

9.4.4 Paprika

Papriko se prideluje v zaščitenih prostorih – rastlinjakih. Po potrebi oziroma na vsakih nekaj let tla se podrahlja in apni, s hlevskim gnojem pognojene njive pa preorje. Spomladi se tla dopolnilno obdelata s pasivnimi stroji za obdelavo tal (2 do 3 prehodi) ali pa z gnanimi stroji za obdelavo tal (1 prehod). Pred presajanjem alociranih sadik je potrebno izdelati gredice in položiti folijo (zastirko). Poleg tega paprika v zaščitenem prostoru potrebuje oporo. Po potrebi se jo namaka in dognojuje z namakanjem. Rastlinjak je potrebno glede na zunanje temperature tudi prezračevati. Po potrebi se izvaja tudi varstvo paprike. Spravilo paprike je ročno.



Slika 30: Blok diagram pridelave paprike

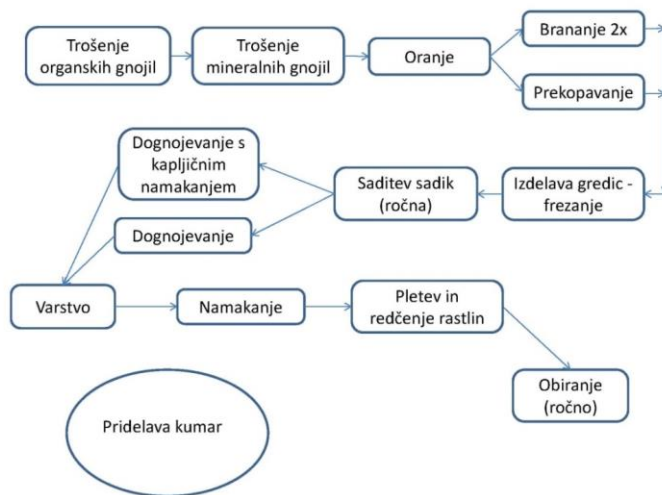
Analiza porabe goriva je bila opravljena za tri vrste pridelave paprike (konvencionalna, integrirana in ekološka). Pri ekološki pridelavi smo predpostavili, da se ne uporablja fitofarmacevtskih sredstev in da se tudi ne dodaja mineralnih gnojil. Pri konvencionalni pridelavi pa se ne uporablja organskih gnojil – hlevskega gnoja. Ugotovili smo, da je poraba goriva za hektar površine za 10,2 % večja pri integrirani pridelavi zaradi gnojenja s hlevskim gnojem kot pri konvencionalni pridelavi. Poraba goriva je pri ekološki pridelavi za 25,8 % manjša, kot pri konvencionalni pridelavi (predpostavljeno je, da ni potrebna aplikacija FFS). Poraba goriva je tudi preračuna na kilogram pridelka. Poraba goriva na kilogram pridelka je pri integrirani pridelavi večja za 10,2 % v primerjavi s konvencionalno pridelavo. Pri ekološki pridelavi smo predpostavili manjši pridelek zato je poraba goriva na kilogram pridelka višja in predstavlja 73,2 % več v primerjavi s konvencionalno pridelavo (100 %).



Slika 41: Formiranje gredic s polaganjem folije v rastlinjaku

9.4.5 Kumare

Analiza porabe goriva je bila opravljena za tri vrste pridelave kumar (konvencionalna, integrirana in ekološka). Pri ekološki pridelavi pa smo predpostavili, da se ne uporablja fitofarmacevtskih sredstev in da se tudi ne dodaja mineralnih gnojil. Pri konvencionalni pridelavi pa se ne uporablja organskih gnojil – hlevskega gnoja. Pri kumarah smo upoštevali pridelavo v neogrevanih plastenjaki s presajanjem alociranih sadik sredi aprila. Pred oranjem se po tleh potrosi hlevski gnoj in mineralna gnojila. Dopolnilna obdelava se izvede z brananjem (2 prehoda s pasivnimi stroji za obdelavo tal) ali s prekopavanjem (1 prehod z gnanimi stroji za obdelavo tal). Sledi izdelava gredic in polaganje folije ter ročna saditev sadik. Med rastno sezono se dognojuje s kapljičnim namakanjem, po potrebi izvaja varstvo rastlin in namaka. Spravilo je ročno.



Slika 31: Blok diagram pridelave kumar

Ugotovili smo, da je poraba goriva za 19,3 % večja pri integrirani pridelavi zaradi gnojenja s hlevskim gnojem kot pri konvencionalni pridelavi. Poraba goriva je pri ekološki pridelavi za 10,4 % manjša kot pri konvencionalni pridelavi, saj smo predpostavili, da ni potrebna aplikacija FFS. Porabljeno gorivo lahko preračunamo na kilogram pridelka, ki je pri konvencionalni in integrirani pridelavi enak, pri ekološki pa manjši. Poraba goriva na kilogram pridelka je pri integrirani pridelavi večja za 19,3 % v primerjavi s konvencionalno pridelavo. Pri ekološki pridelavi smo predpostavili manjši pridelek zato je poraba goriva na kilogram pridelka 79,2 % večja v primerjavi s konvencionalno pridelavo.

Tabela 8: Poraba goriva za izbrane delovne operacije v vrtnarstvu

Delovna operacija	Poraba goriva (l/ha)
Podraščevanje	21
Oranje	23
Brananje	7
Prekopavanje	10
Gnojenje z organskim gnojilom	14
Gnojenje z mineralnimi gnojili	1,5
Formiranje gredic	10
Okopavanje	5
Škropljenje	2,5
Sajenje sadik	20
Polaganje folije in namakalnih cev	5,6

Tabela 9: Primer porabe električne energije za izbrane delovne operacije v rastlinjaku za pridelavo paradižnika.

Delovna operacija	Poraba elektrike (kWh/ha)
Prezračevanje (z dviganjem in spuščanjem stranic plastenjaka)	27,2
Namakanje – kapljično	220
Dognojevanje (preko namakanja)	20

Ugotovljeno je da ni bistvene razlike pri porabi energije za obdelavo tal pri konvencionalni, integrirani in ekološki pridelavi posamezne povrtnine. Poraba energije se lahko zmanjša pri nanašanju FFS pri integrirani in ekološki pridelavi zaradi manjšega števila nanašanja FFS ali pa opustitve nanašanja FFS. Pri ekološki in integrirani porabi pa se poveča delež porabljene energije za okopavanje pridelka (zaradi mehanskega uničevanja plevelov). Poleg tega gnojenje z organskimi gnojili zahteva večjo porabo energije v primerjavi z gnojenjem z mineralnim gnojilom. Če gledamo vso porabljeno energijo za pridelavo, ugotavljamo, da ni velike razlike med različnimi načini pridelave (konvencionalna, integrirana in ekološka pridelava) za posamezne povrtnine. Porabljeno energijo pa lahko preračunamo na kilogram pridelka, ki je pri konvencionalni in integrirani pridelavi enak, pri ekološki pa manjši. Ko preračunamo porabljeno energijo – gorivo na kilogram pridelka nam tu bistveno izstopa ekološka pridelava, saj je specifična poraba energije – goriva na kilogram pridelka večja od 73 do 145 % v primerjavi s konvencionalno pridelavo posamezne povrtnine. Ta specifična poraba energije se lahko popravi predvsem s povečanjem količine pridelka – optimizacijo ekološke pridelave.

9.5 Ugotavljanje porabe energije v govedoreji

9.5.1 Poraba energije za rejo krav molznic

Določena je poraba energije v konvencionalni in ekološki reji krav molznic. Poraba celotne energije (seštevek porabljene energije iz mineralnega dizelskega goriva in porabljene električne energije) na eno kravo molznico se glede velikosti črede giblje od 418,43 kWh/žival leto do maksimalno 829,28 kWh/žival leto pri konvencionalnem načinu reje krav molznic ter strojni molži. Poraba energije narašča s številom živali v reji ter intenzivnostjo uporabe mehanizirnih postopkov.

V porabi celotne energije za konvencionalno rejo odpade 56,3 % na električno energijo in 43,7 % na energijo iz mineralnega dizelskega goriva. Ugotovljeno je, da se od celotno porabljene energije 56,3 % nanaša na električno energijo v pridelavi mleka (hlajenje mleka, molzne naprave, razsvetljava objekta z živalmi, gretje vode za procesne potrebe, itn.) ter 43,7 % na energijo iz mineralnega dizelskega goriva (pogon krmilno mešalnega voza). Pri električni energiji so največji porabniki hlajenje z 38,1 %, molža z 28,5 % in razsvetljava z 23,4 % (90 % odpade na naštete porabnike). Pri robotski molži je poraba električne energije 11,7 % višja v primerjavi s konvencionalno molžo ter 6,9 % višja pri celotni porabi energije. Pri električni energiji pa robotska molža znaša 41,8 % od celotne porabe električne energije. Za molžo, hlajenje mleka in razsvetljava se pri sistemu robotske molže porabi 91,8 % od celotne električne energije.

V primeru ekološke pridelave se poraba celotne energije nekoliko zmanjša zaradi paše. V tem primeru se zmanjša poraba energije mineralnega dizelskega goriva za krmljenje (krmilno mešalni voz), ker se krava določeni del leta pase, poleg tega pa se zmanjšajo tudi potrebe po električni energiji za stroje za čiščenje gnoja, zračenje in razsvetljava. Poraba energije za molžo in hlajenje pa ostane enaka, ker molža in hlajenje mleka v večini primerov poteka na enak način. V primeru ekološke reje se poraba energije giblje od 249,16 kWh/žival leto do maksimalno 584,73 kWh/žival leto, pri robot molži pa se poveča in doseže maksimalno 646,42 kWh/žival leto. Za ekološko rejo v porabi celotne energije odpade 70,3 % na električno energijo in 29,7 % na energijo iz mineralnega dizelskega goriva (pogon krmilno mešalnega voza). Pri ekološki reji je manjša uporaba krmilno mešalnega voza in posledično manjša poraba mineralnega dizelskega goriva. Na osnovi opravljenih meritev porabe električne energije in mineralnega dizelskega goriva v sami reji živali je ugotovljeno, da je največji posamični porabnik energije pri reji, krmljenje (v primeru da se uporablja krmilno mešalni voz, ki je traktorski priključek - za pogon traktorja se rabi mineralno dizelsko gorivo, traktor pa zaradi energetskih izgub pri dizelskem motorju in njegovi transmisiji prenese manjši del energije, ki je vsebovana, kot kemična energija v gorivu na stroj, ki je priključen na traktor, v tem primeru krmilno mešalni voz).

9.5.2 Poraba energije v reji za končni produkt

Tehnologije, ki se uporabljajo na mlečnih farmah se razlikujejo glede načina reje (vezana, prosta, globoki nastilj), velikosti črede in glede tega ali se mleko proizvaja na konvencionalen ali ekološki način. V sklopu reje je poraba energije izražena tudi na enoto končnega produkta (v primeru krav molznic je končni produkt mleko oziroma energija, ki se porabi za pridelavo do momenta samega izstopa izdelka iz kmetije). Celotna poraba energije znaša za konvencionalno rejo 0,102 kWh/kg mleka, od tega 0,044 kWh je poraba energije iz mineralnega dizelskega goriva za krmljenje ter 0,058 kWh/kg mleka na celotno električno energijo (podatki so določeni iz maksimalne porabe energije kWh/žival leto). Pri robotski molži pa za konvencionalni način reje poraba celotne energije še nekoliko poraste in doseže 890,96 kWh/žival leto. Celotna poraba energije znaša za konvencionalno rejo z robotsko molžo 0,109 kWh/kg mleka, od tega 0,044 kWh je poraba energije iz mineralnega dizelskega goriva za krmljenje ter 0,065 kWh/kg mleka na celotno električno energijo (podatki so določeni iz maksimalne porabe energije kWh/žival leto).

Tabela 10: Poraba energije v proizvodnji mleka (kWh/kg) mleka pri konvencionalnem načinu reje živali

	Število živali (5-10)	Število živali (11-60)	Število živali (61-120)
Krmljenje – krmilno mešalni voz - dizelsko gorivo (kWh/kg mleka)	0,0305	0,0416	0,044
Prezračevanje – električna energija (kWh/kg mleka)	0,000205	0,00041	0,000456
Čiščenje gnoja – električna energija (kWh/kg mleka)	0,00015	0,000511	0,00127
Ogrevanje vode – električna energija (kWh/kg mleka)	0,001	0,0028	0,0041
Razsvetljava – električna energija (kWh/kg mleka)	0,0054	0,0109	0,0136

Celotna poraba energije znaša za ekološko rejo 0,127 kWh/kg mleka, od tega 0,038 kWh je poraba energije iz mineralnega dizelskega goriva za krmljenje ter 0,09 kWh/kg mleka na celotno električno energijo (podatki so določeni iz maksimalne porabe energije kWh/žival leto). Pri ekološki reji je predvideno naravno prezračevanje hleva tako da odpade poraba električne energije za pogon prezračevalnega sistema. Celotna poraba energije znaša za ekološko rejo z robotsko molžo 0,141 kWh/kg mleka, od tega 0,038 kWh je poraba energije iz mineralnega dizelskega goriva za krmljenje ter 0,102 kWh/kg mleka na celotno električno energijo (podatki so določeni iz maksimalne porabe energije kWh/žival leto).

Na osnovi opravljenih meritev je ugotovljeno, da je največji porabnik energije krmljenje, kjer se uporablja krmilno mešalni voz - traktorski priključek (za pogon traktorja se rabi mineralno dizelsko gorivo, traktor pa zaradi energetskih izgub pri dizelskem motorju in transmisiji traktorja prenese manjši del energije, ki je vsebovana, kot kemična energija v gorivu na stroj, ki je priključen na traktor, v tem primeru krmilno mešalni voz).

Tabela 11: Poraba energije v proizvodnji mleka (kWh/kg) mleka pri ekološkem načinu reje živali

	Število živali (5-10)	Število živali (11-60)	Število živali (61-120)
Krmljenje – krmilno mešalni voz - dizelsko gorivo (kWh/kg mleka)	0,0305	0,0361	0,0388
Čiščenje gnoja – električna energija (kWh/kg mleka)	0,000133	0,000446	0,00113
Molža – električna energija (kWh/kg mleka)	0,00527	0,0423	0,0296
**Molža z robotom - električna energija (kWh/kg mleka)			0,0433
Hlajenje mleka – električna energija (kWh/kg mleka)	0,011	0,037	0,039
Ogrevanje vode – električna energija (kWh/kg mleka)	0,001	0,0051	0,0073
Razsvetljava – električna energija (kWh/kg mleka)	0,0048	0,0097	0,0121
Celotna poraba energije dizel gorivo in električna energija (kWh/kg mleka)	0,052	0,13	0,127

9.5.3 Poraba energije v proizvodnji govejega mesa

V sklopu reje smo porabo energije izrazili tudi na enoto končnega produkta (v primeru reje pitancev je končni produkt meso oziroma energija, ki se porabi do momenta samega izstopa izdelka iz kmetije). Za konvencionalno rejo je predpostavljena reja v hlevih z intenzivnim pitanjem živali od 120 do 600 kg končne teže. Pitanje traja 15,2 mesecev s prirastjo živali 1050 g/dan. Celotna poraba energije v obdobju pitanja (seštevek električne energije ter energije iz dizelskega goriva) znaša za konvencionalno rejo 2,86 kWh/kg mesa za manjšo čredo z 10 živali ter 2,023 kWh/kg mesa za veliko čredo s 100 živali. Pri veliki čredi s 100 živali znaša poraba električne energije 0,5575 kWh/kg mesa. Poraba energije iz fosilnih goriv oziroma dizelskega goriva znaša 0,0092 kWh/kg mesa.

Tabela 12: Poraba energije v reji pitancev (kWh/kg mesa) pri konvencionalnem načinu reje živali za različne velikosti črede

	Število živali (10)	Število živali (11 - 60)	Število živali (61 - 100)
Krmljenje – dizelsko gorivo (kWh/kg mesa)	2,85	2,33	1,55
Prezračevanje – električna energija (kWh/kg mesa)	0,0063	0,0126	0,014
Odstranjevanje gnoja – električna energija (kWh/kg mesa)	0,0046	0,0153	0,0391
Razsvetljava – električna energija (kWh/kg mesa)	0,168	0,336	0,42

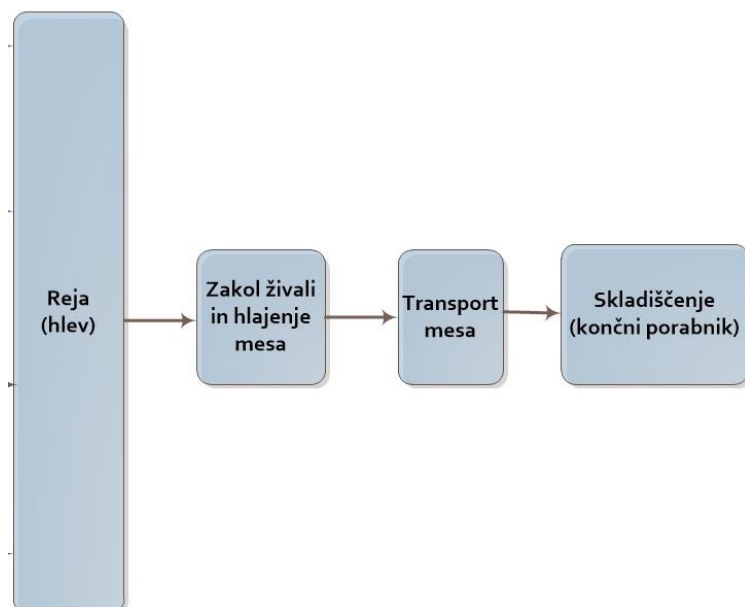
Za ekološko rejo je predpostavljena reja s pitanjem živali od 120 do 550 kg končne teže. Pitanje traja 16,7 mesecev s prirastjo živali 850 g/dan. Celotna poraba energije v obdobju pitanja (seštevek električne energije ter energije iz dizelskega goriva) znaša za ekološko rejo 3,6 kWh/kg mesa za manjšo čredo z 10 živali ter 2,38 kWh/kg mesa za veliko čredo s 100 živali. Pri veliki čredi s 100 živali znaša poraba energije iz dizelskega goriva 0,0092 kWh/kg mesa, električne energije pa 0,5575 kWh/kg mesa.

Tabela 13: Poraba energije v reji pitancev (kWh/kg) mesa pri ekološkem načinu reje živali za različne velikosti črede

	Število živali (10)	Število živali (11 - 60)	Število živali (61 - 100)
Krmljenje – dizelsko gorivo (kWh/kg mesa)	3,4	2,77	1,85
Odstranjevanje gnoja – električna energija (kWh/kg mesa)	0,0038	0,0128	0,0327
Razsvetljava – električna energija (kWh/kg mesa)	0,200	0,4	0,501
Celotna poraba energije električna energija ter dizelsko gorivo (kWh/kg mesa)	3,6038	3,1828	2,3837

Poraba energije za goveje meso

V sklopu reje smo porabo energije izrazili na enoto končnega produkta (v tem primeru je končni produkt meso, prikazane so faze porabe energije do končnega produkta - mesa iz kmetije).



Slika 32: Poraba energije, ki nastane po zaključeni reji govejih pitancev

Poraba energije v govedoreji za rejo govejih pitancev se giblje od 2,023 kWh/kg mesa do 2,86 kWh/kg mesa (glede velikosti črede) pri konvencionalnem načinu kmetovanja oziroma od 2,38 kWh/kg mesa do 3,60 kWh/kg mesa pri ekološkem načinu kmetovanja. Poraba energije z velikostjo črede upada, vidno je tudi, da ekološki način reje glede porabe energije zahteva nekoliko več energije v samem procesu pitanja živali (zaradi daljšega obdobja pitanja, poleg tega je masa klavnega trupa živali nižja v primerjavi z maso klavnega trupa živali pri konvencionalni pridelavi govejega mesa).

Tabela 14: Poraba celotne energije za pridelavo kilograma govejega mesa glede na način pridelave in glede na velikost črede

Velikost črede	Konvencionalna pridelava (kWh/kg mesa)	Ekološka pridelava (kWh/kg mesa)
Mala	2,86	3,4
Srednja	2,7	3,18
Velika	2,0	2,38

9.2 Poraba energije v reji prašičev

Zaradi lažjega in bolj organiziranega dela ter večje produktivnosti se v reji prašičev uporablja različna mehanizacija. Določena strojna oprema pa je celo nujna, npr. zaradi velike gostote naselitve živali je potrebno učinkovito zračenje objektov z ventilatorji.

Za vzdrževanje življenskega okolja prašičev v objektih se uporabljajo:

- Sistem za zračenje
- Sistem za krmljenje
- Sistem za odstranjevanje gnoja
- Sistem za gretje
- Sistem razsvetljave

Pri analizi reje prašičev (konvencionalna in ekološka reja) glede porabe energije v naših razmerah je upoštevano da se uporablja električna energija, zemeljski ali utekočinjeni naftni plin in mineralno dizelsko gorivo. Možna so tudi drugačne kombinacije pri uporabi energije, v tekstu pa so prikazane najbolj pogoste oblike rabe energije. Električna energija je namenjena za pripravo in razdeljevanje hrane, gretje mladih živali, razsvetlavo, prezračevanje, črpanje in mešanje gnojevke, visokotlačno pranje itn. Za gretje se uporablja zemeljski ali utekočinjeni naftni plin, mineralno dizelsko gorivo pa se uporablja pri transportu in aplikaciji gnoja oziroma gnojevke (odvisno od načina reje) na kmetijske površine. Znotraj vsakega omenjenega sistema se uporablja različna strojna oprema ali stroji. Za njihovo delovanje je potrebna energija (v analizi je upoštevano opravljanje delovnih operacij, kjer se uporablja energija iz različnih virov, ročne delovne operacije niso upoštevane). V nekaterih sistemih se uporablja samo ena oblika energije npr. električna energija za razsvetlavo, v primeru gretja pa se lahko uporablja električna energija, energija fosilnih goriv ali alternativni viri energije (biomasa, solarna energija, geotermalna itn.).

Transport krme v hlev in krmljenje sta lahko rešena na nekaj načinov (odvisno ali se živali krmi s suho ali vlažno krmo). Pri suhem krmljenju se uporablja krmljenje v korita iz krmilnih vozičkov in krmljenje s transportnimi sistemi, ki so povezani z dozatorji za krmila, ki se jih polni ročno ali avtomatsko. V primeru tekočega krmljenja se uporabljajo tudi dozatorji za krmila, ki se jih polni ročno ali avtomatsko. Za oba sistema krmljenja pa se uporablja električna energija. Za odstranjevanje gnoja, v primeru reje na rešetkah se gnojevka pretaka po podzemnih kanalih pod hlevom v zbiralnik, ki je podzemni ali nadzemni. Gnojevko je potrebno premešati, črpati in razvažati s cisternami za gnojevko na kmetijske površine. V primeru reje z nastilom pa se za odstranjevanje gnoja uporabljajo pehala in strgala. Poleg gnojišča je tudi gnojna jama tako da se enako, kot v primeru gnojevke uporablja črpalke, mešala in cisterne za razvoz gnojevke. Za črpanje, mešanje in separacijo gnojevke se uporablja električna energija, za razvoz gnojevke s cisternami za gnojevko ali gnoja pa mineralno dizelsko gorivo. Za vzdrževanje higiene v hlevu se uporabljajo visokotlačne naprave za pranje, ki rabijo električno energijo.

Direktno energijo, ki je porabljena v procesu reje prašičev se lahko dodatno razčleni na vse oblike energije porabljene v procesu reje prašičev (cikel reje):

$$EU_{\text{direktna}} = (EU_{\text{električna}} + EU_{\text{dizel}} + EU_{\text{plin}} + EU_{\text{ostala}})$$

$EU_{\text{električna}}$ = električna energija porabljena v procesu reje

EU_{dizel} = energija iz mineralnega dizelskega goriva porabljenega v procesu reje

EU_{plin} = energija iz zemeljskega ali utekočinjenega naftnega plina porabljenega v procesu reje

EU_{ostala} = ostala energija (iz drugih virov ali alternativnih energetskega virov)

Indirektna energija v primeru naših izračunov ni upoštevana (težko jo je natančno definirati). V primeru pa da se porabi direktne energije prišteje še indirektna energija je celotna poraba energije v procesu reje živali še višja, kar pomeni tudi višje emisije toplogrednih plinov oziroma CO₂ ekvivalenta, ter posledično višji končni ogljični odtis končnega produkta.

Celotna poraba energije predstavlja seštevek porabljene električne energije (za mehanizirano krmljenje živali, prezračevanje, razsvetljava in odstranjevanje gnoja), zemeljskega ali utekočinjenega naftnega plina (gretje). Poraba energije (mineralno dizelsko gorivo za pogon traktorskega agregata) za razvoz gnoja ali gnojevke je upoštevana pri reji krme. Poraba energije je določena za čredo nad 100 živali. Za ekološko rejo pa je predpostavljeno da poteka v hlevu (angl. Indoor) ter da hlevi imajo posebne izpuste za živali. Ugotovljeno je da v primeru konvencionalne reje živali na energijo za gretje živali (utekočinjeni naftni plin - UNP) odpade 45 %. Električna energija se porabi: za mehanizirano krmljenje živali 15 %, prezračevanje 20 %, razsvetljava 12,1 % in odstranjevanje gnoja ali gnojevke ter drugo 7,8 %. Največ energije se porabi za gretje živali in prezračevanje (skupno 65 % od celotne energije, ki se porabi za vzdrževanje življenskega okolja). V primeru ekološke reje živali na energijo za gretje živali (utekočinjeni naftni plin - UNP) odpade 56,5 %. Električna energija se porabi: za mehanizirano krmljenje živali 18,8 %, prezračevanje 9,86 %, razsvetljava 7,1 % in odstranjevanje gnoja ali gnojevke ter drugo 7,62 %.

Tabela 15: Poraba energije za vzdrževanje življenskega prostora v reji prašičev, pri konvencionalnem in ekološkem načinu reje živali, določena na žival (MJ/žival)

Poraba energije za posamezne porabnike	Konvencionalna reja (MJ/žival)	Ekološka reja (MJ/žival)
Krmljenje – električna energija	15,1	15,1
Prezračevanje – električna energija	20,1	7,9
Odstranjevanje gnoja ali gnojevke in drugo – električna energija	7,9	6,1
Razsvetljava – električna energija	12,2	5,7
Gretje – utekočinjeni naftni plin	45,4	45,4

Pri ekološkem načinu reje se največ energije porabi za gretje živali in krmljenje. V primeru ekološke pridelave je nižja poraba energije pri razsvetljavi, prezračevanju in odstranjevanju gnojevke ali gnoja. Vidno je, da je ekološki način reje v celoti energetsko manj potraten v primerjavi s konvencionalno rejo. Poraba energije v reji prašičev za meso znaša 100,8 MJ/žival pri konvencionalnem načinu reje živali, oziroma 80,28 MJ/žival pri ekološkem načinu reje. Celotna poraba energije je pri ekološki reji nižja za 20,3 % v primerjavi s konvencionalno rejo živali. V ekološki reji (objekti z zunanjimi izpusti), živali porabijo manj energije zaradi naravne svetlobe (manjša poraba električne energije za razsvetljava), poleg tega v zunanjih izpustih ni potreb po prezračevanju, kot v primeru zaprtih objektov za rejo živali.

Poraba energije je izražena tudi na enoto končnega produkta, končni produkt je meso ter energija, ki je porabljena za njegovo pridelavo. Poraba energije v reji prašičev za meso znaša 0,34 kWh/kg mesa pri konvencionalnem načinu reje oziroma 0,27 kWh/kg mesa pri ekološkem načinu reje živali. Vidno je, da je ekološki način reje energetsko manj potraten pri pridelavi prašičjega mesa v primerjavi s konvencionalno rejo. V izračunu je predpostavljeno da je masa toplih klavnih polovic enaka v primeru konvencionalne in ekološke reje živali.

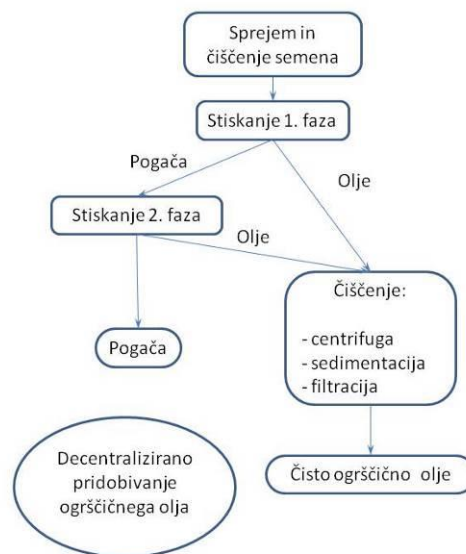
10 Energija za predelavo kmetijskih pridelkov v končne produkte

V tem delu je opravljena analiza porabe energije pri procesiranju različnih kmetijskih pridelkov v končne produkte. Po opravljeni pridelavi se opravi predelava kmetijskih pridelkov v produkte, ki so namenjeni za človeško ali živalsko prehrano oziroma druge namene. V nekaterih primerih se predelava lahko opravi na sami kmetiji pa tako odpade transport, kar pomeni zmanjševanje porabe energije in emisij toplogrednih plinov. Najbolj značilne na naših kmetijah so predelave: grozdja v vino, pšeničnega zrnja v moko, mleka v različne mlečne izdelke, oljk v oljčno olje, oljnic v rastlinska olja, itn. Predelava pridelkov v zahtevne produkte pa večinoma poteka v živilsko predelovalni industriji npr. mleko v prahu, proizvodnja konzervirane hrane in poltrajnih mesnih izdelkov itn.

10.1 Proizvodnja rastlinskega olja

Rastlinska olja pridobljena iz semena različnih oljnic, danes uporabljamo za prehrano, farmacevtske in tehnične namene. Mehansko stiskanje olj iz semena oljnic, ki je človeštvo uporabljalo skozi stoletja je v popolnosti iztisnila industrijska proizvodnja olj po drugi svetovni vojni, ki temelji predvsem na uporabi topil za ekstrakcijo olja. V zadnjem desetletju pa rastlinska olja, ki se jih proizvaja z mehanskim postopkom ekstrakcije postajajo vse bolj uveljavljena v tujini in pri nas zaradi svojih lastnosti, ki so še posebej cenjene v človeški prehrani in farmaciji. V zdravi prehrani se vse bolj uveljavlja uporaba rastlinskih olj, ki so proizvedena na okolju prijazen način (od ekološko pridelane rastline - oljnice do končnega produkta, hladno iztisnjenega olja). Zato se v zadnjih letih postopek hladnega stiskanja olja, ki je bil v preteklosti zelo dobro znan, ponovno vrača v širšo uporabo. Zaradi možnosti doseganja višje dodane vrednosti na kmetiji ter relativne dostopnosti tehnologije za lastno proizvodnjo olj iz semena oljnic (hladno stiskana olja se uvrščajo v višji kakovostni razred) je narejena energetska analiza decentralizirane proizvodnje olja in posledično njen ogljični odtis. V decentralizirani proizvodnji se lahko na kmetiji proizvajajo visokokakovostna hladno stiskana olja iz semena oljnic, kot so npr. sončnica, oljna ogrščica itn. kar predstavlja odlično možnost za doseganje višje dodane vrednosti na kmetiji. Analiza decentralizirane proizvodnje olja iz oljne ogrščice ali sončnice (ekstrakcija olja, kot končnega produkta je del konvencionalne, integrirane ali ekološke pridelave oljnic) z mehansko ekstrakcijo je pokazala, da je omenjena proizvodnja energijsko izredno učinkovita ter povzroča minimalne obremenitve okolja s CO₂ emisijami. Poleg tega ni odpadnih produktov, kot je npr. voda in kemična topila, ki se uporabljajo pri kemični oziroma industrijski ekstrakciji olja iz oljnic. Decentralizirano proizvodnjo rastlinskega olja opravljajo mikro ali majhne enote za predelavo semena oljnic v olje in stranski produkt, ki predelajo od nekaj deset kilogramov semena do 5 ton/dan semena (na Danskem npr. je ta meja višja in znaša celo 25 t/dan semena). Decentralizirane proizvodne enote lahko ekonomsko in okolju prijazno obratujejo, ker je njihova tehnična oprema in delovni proces izredno enostaven ter povezan z nizko porabo energije. V povprečju se za decentralizirano proizvodnjo olja porabi do 6 krat manj energije, kot pri industrijski proizvodnji olja. Proizvodnja olj na decentraliziran način ima še druge pomembne prednosti, kot so: poteka poleg lokacij, kjer se odvija pridelava oljnic, direktno ali indirektno je povezana s samo proizvodnjo (ni posrednikov), stroški investiranja v opremo so nizki, ni odpadnih vod, visoka fleksibilnost proizvodnje (hiter prehod na stiskanje drugih vrst semena oljnic, kar poveča izkoriščenost strojev), krajše transportne poti (do 40 km od mesta pridelave) in s tem tudi manjši stroški, omogoča višjo dodatno vrednost kmetijstvu nekega območja in lokalni pridelavi itn. Poleg tega je stranski produkt, ki nastane pri mehanski ekstrakciji olja, tudi oljna pogača za živalsko krmo, ki ima visoko prehransko vrednost (vsebuje 6 – 20 % olja za razliko od industrijske pogače, ki vsebuje olja manj kot 1 %).

Namen mehanske ekstrakcije je da se iz semena oljnic (sončnica, oljna ogrščica itn.), loči oljni del od trdnega dela semenskega materiala. Mehanska ekstrakcija olja ima veliko prednost pred drugimi proizvodnimi postopki, ki danes obstajajo za proizvodnjo rastlinskega olja zaradi praktične dostopnosti postopka proizvodnje. Značilno je, da so postopki mehanske ekstrakcije oziroma stiskanja semena enostavni in kontinuirani, poleg tega pa ne zahtevajo posebnega dolgotrajnega nadzora strojev in velike vložke energije. Mehansko ekstrakcijo olja se danes opravlja večinoma s stiskalnici vijačnega tipa z enim ali dvema vijakoma. Stiskalnica opravlja kontinuirano hladno stiskanje semena oljnic (za proces delovanja ni potrebno dovajanje posebne toplote za segrevanje semena ali samega stroja). Zaradi boljšega izkoristka se lahko uporablja dvofazno stiskanje, kar pomeni da se po prvem prehodu zrnja oljnic skozi stiskalnico še enkrat spusti ostanek prvega stiskanja v obliki peletov. V dvofaznem procesu stiskanja semena oljnic, v prvi fazi iztiskanja olja ostane 15 do 20 % olja v oljni pogači. V primeru industrijske proizvodnje se ostanek po iztiskanju olja – oljna pogača, obdela z organskimi topili, ki lahko odvzamejo tudi do 45 % olja iz semena oljnic. Pri domači proizvodnji olja s stiskanjem semena pa se omenjeni preostanek po prvem stiskanju ponovno spusti skozi stiskalnico, tako da se iz njega ponovno iztisne preostanek olja (v oljni pogači ostane še 6 do 10 % olja, najbolj je da oljno pogačo zmeljemo npr. z mlinom kladivarjem na drobnejše dele tako da jih lahko ponovno spustimo skozi stiskalnico). Olje se iz glave stiskalnice med procesom stiskanja kontinuirano odstranjuje v poseben rezervoar za pred filtriranje, kjer se opravi grobo čiščenje olja od mehanskih delcev. Po grobem čiščenju se opravi fino čiščenje s postopkom sedimentacije ali filtracije. Istočasno nastaja, kot stranski produkt stiskanja, oljna pogača oziroma pelet.



Slika 33: Pridobivanje rastlinskega olja na decentralizirani način s postopkom hladnega stiskanja

Slika 44 prikazuje pridobivanje rastlinskega olja na decentralizirani način s postopkom hladnega stiskanja (primer iztiskanja olja iz semena oljne ogrščice), primerno za kmetije, ker jim omogoča proizvodnjo izdelka z višjo dodano vrednostjo in nizkimi obremenitvami okolja s toplogrednimi plini

Seme oljnic za proizvodnjo rastlinskega olja je potrebno dobro očistiti da se odstranijo različne primesi (sončnično seme npr. lahko vsebuje tudi do 25 % lupin). Odstranjevanje lupin omogoča večji izkoristek pri iztiskanju olja, povečuje izkoristek same stiskalnice in zmanjšuje njeno obrabo. Osnovo vsake kmetijske oljarne za stiskanje semena oljnic, predstavlja mehanska stiskalnica vijačnega tipa. Od oljnic se z omenjenimi stiskalnici

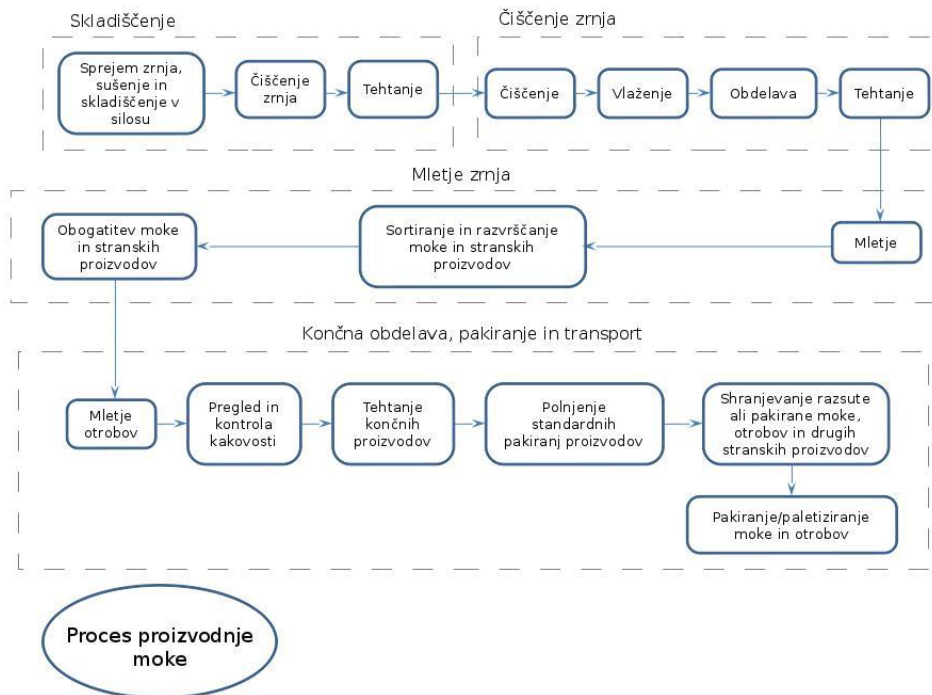
stiska seme oljne ogrščice, sončnice, lana, sezama, maka, konoplje, itn. Največji izplen olja se dosega pri stiskanju oljne ogrščice (do 38 % pri dvofaznem stiskanju) in sončnice (do 36 % pri dvofaznem stiskanju), pri ostalih oljnicah pa je nižji. Stiskalnica za mikro ali mini oljarno opravlja kontinuirano hladno stiskanje semena oljnic (za proces delovanja ni potrebno dovajanje posebne toplote za segrevanje semena ali samega stroja). Olje se iz stiskalnega dela med procesom stiskanja kontinuirano odstranjuje v poseben rezervoar za pred filtriranje, kjer se opravi grobo čiščenje olja od mehanskih delcev. Istočasno nastajajo, kot stranski produkt stiskanja tudi oljna pogača oziroma peleti. Seme, ki gravitacijsko prihaja iz nasipnice prihaja do horizontalno nameščenega polža, ki ga z vrtenjem transportira do stiskalnega dela – stiskalne glave, kjer se seme stisne. Olje, ki je iztisnjeno iz semena se vrača v nasprotni smeri od smeri vrtenja vijaka in teče na drobne odprtine na cevi. Stisnjeno seme vijak izriva iz stiskalne glave skozi pušo, kjer se formira v pelete. Učinek stiskalnic za mikro oljarne je 8 – 20 kg/h stisnjene semena oljnic na uro, kar je odvisno od vrste semena. Urni učinek se lahko poveča z dodajanjem ene ali več stiskalnic. Večje stiskalnice, ki so namenjene mini oljarnam imajo kapaciteto od 20 – 100 kg/h stisnjene semena. Obstajajo tudi stiskalnice večjih kapacitet vendar v takem primeru govorimo že o proizvodnji v večjem obsegu, ki presega zmožnosti mikro oziroma mini oljarne. Olje, ki prihaja iz stiskalnice se očisti grobih primesi v manjši posodi s postopkom sedimentacije. Iz te posode se olje transportira v večji rezervoar za olje s pomočjo črpalke. Olje se iz stiskalnega dela med procesom stiskanja kontinuirano odstranjuje v poseben rezervoar za pred filtriranje, kjer se opravi grobo čiščenje olja od mehanskih delcev. Istočasno nastajajo, kot stranski produkt stiskanja tudi oljna pogača oziroma oljni peleti (odvisno od izvedbe stroja). V olju, ki pride iz stiskalnice se nahaja manjša ali večja količina nečistoč. Metode za čiščenje olja na kmetijah so zelo enostavne, olje se v prvi fazi mehansko očisti od nečistoč s pomočjo postopka sedimentacije ali filtracije oziroma kombinacije obeh metod. Olje, ki se čisti s filtracijo se pripravi v homogenizacijski posodi, iz katere se prečrpamo skozi filtre različne izvedbe. Postopek filtracije omogoča hitro čiščenje olja, potrebuje zelo majhen prostor ter minimalno izgubo olja v primerjavi s postopkom sedimentacije vendar je cenovno tudi precej dražji v primerjavi s postopkom sedimentacije. Olje se lahko očisti tudi s postopkom centrifugiranja (uporablja se centrifugalna sila namesto gravitacijske pri postopku sedimentacije), zaradi cenovne nedostopnosti pa se redko uporablja na kmetijah. Olje nastalo pri procesu stiskanja in očiščeno s pomočjo sedimentacije ali filtracije oziroma s kombinacijo obeh metod se prečrpa v posode za skladiščenje.

10.2 Predelava žit v živilsko predelovalni industriji

Pred nadaljnjo predelavo zrnja žitaric v končne produkte je potrebno opraviti čiščenje da se odstranijo nečistoče, ki so nastale v procesu žetve, med prevozom ter vmesnem skladiščenju. Odstranjevanje nečistoč zagotavlja kakovost končnih proizvodov, z zmanjšanjem vsebnosti pepela in drugih dejavnikov, ki vplivajo na vonj in okus. Sistemi za čiščenje zrnja žitaric in oljnic, ločujejo nečistoče iz zrnja na osnovi različnih fizikalnih lastnosti zrnja, kot so: velikost, gostota, dolžina, oblika, barva itn. Sodobna tehnologija uporablja tudi tehnologijo optičnega čiščenja zrnja. V primeru predelave zrnja pšenice v moko za pekarske izdelke, čiščenju sledi proces mletja. Postopek, ki se uporablja za proizvodnjo moke v mlinu poteka prek postopnega zmanjševanja velikosti delcev zrnja pšenice, koruze itn. Pri valjčnih mlinih se velikost delcev postopoma znižuje med nizom parov vrtečih jeklenih valjev, rebrastih ali gladkih. Kladvasti mlini so namenjeni za široko paleto proizvodov: v mlinih za moko nastaja moka in stranski proizvodi iz žita, v mlinih za krmo pa živalska krma. Zrnje, ki prihaja iz nasipnice je v mlinu kladvastarju zajeto s kladvici rotorja. Velikost zrnja oziroma zdrobljenih delcev se zmanjšuje zaradi udarnega delovanja kladvic na zrnje, medsebojnega udarjanja zrnja in udarjanja zrnja ob sito ter prepuščanja delcev zrnja skozi sito na obodu, ki obdaja rotor s kladvici.

Mletju sledi čiščenje moke na različnih izvedbah sit, ki ločujejo majhne in lahke delce iz moke. Iz očiščenega žita se lahko proizvaja različne druge izdelke, kot so kosmiči in zrnje za kašo. V vseh omenjenih fazah se uporabljajo stroji, ki so električno gnani.

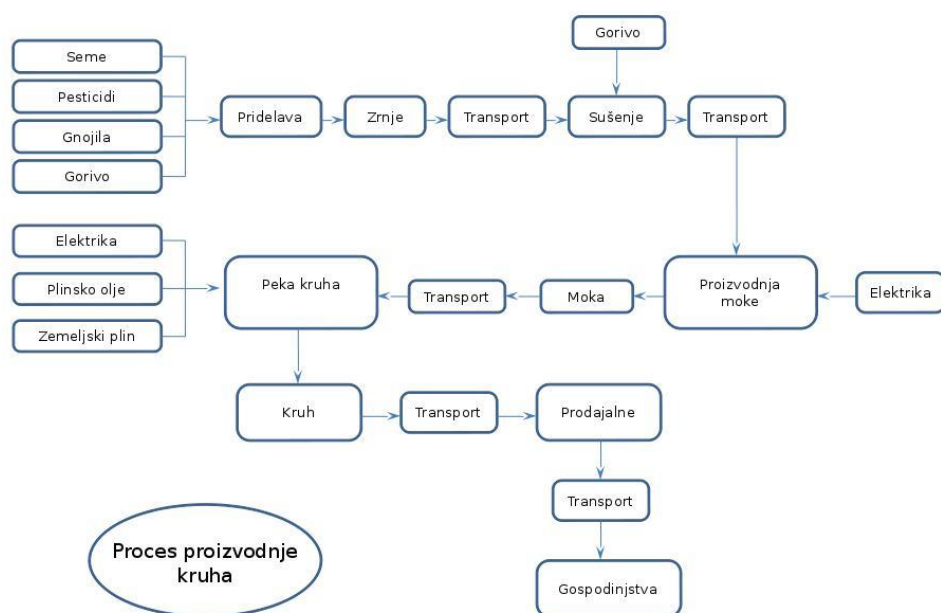
Enaki procesi se uporabljajo tudi pri decentralizirani predelavi zrnja žit na kmetijah samo da so stroji majhnih kapacitet in bolj enostavne izvedbe, odpadejo pa tudi nekatere faze, ki se nanašajo na npr. obogatitev moke in stranskih proizvodov, bolj zahtevno pakiranje itn.



Slika 34: Proces proizvodnje moke

Čeprav je pridelek pri ekološki pridelavi pšenice namenjene za kruh nižji v primerjavi s konvencionalno pridelavo pšenice, pa so emisije toplogrednih plinov nižje zaradi tega, ker se ne uporablja mineralnih gnojil, ki značilno prispevajo k emisijam toplogrednih plinov. Za proizvodnjo mineralnih gnojil se uporabljajo visoke količine zemeljskega plina in fosilnih goriv v procesu proizvodnje. Dodatno dušik iz mineralnih gnojil povzroča višje emisije didušikovega oksida v primerjavi z emisijami, ki nastanejo iz organskega gnojila. V primeru uporabe komposta in biološko vezanega dušik prek leguminoznih rastlin pa ni emisij didušikovega oksida (po IPCC 2006).

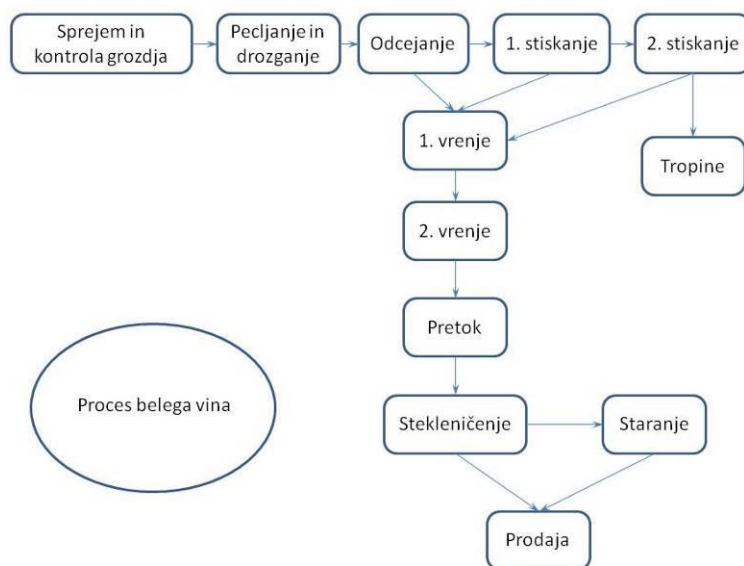
Po opravljeni predelavi zrnja pšenice v moko sledi skladiščenje ter transport do predelave v končne pekarske produkte npr. peka kruha.



Slika 35: Proces proizvodnje kruha

10.3 Predelava grozdja

Predelava grozdja se opravi do faze končnega produkta vina (predelava belega grozdja v belo vino ali rdečega grozdja v rdeče vino). Na spodnjem diagramu je prikazan proces proizvodnje belega vina. Pobranemu belemu grozdju se odstrani pecljevina, grozdne jagode pa se zmeljejo. Zmleto grozdje se stisne v mehanskih, hidravličnih ali pnevmatskih stiskalnicah ter grozdni sok pretoči v posodo ali cisterno in pusti stati več ur, tudi do enega dneva (izjemoma celo več). Belega grozdja se praviloma ne macerira, vsaj ne dalj časa (do nekaj ur).



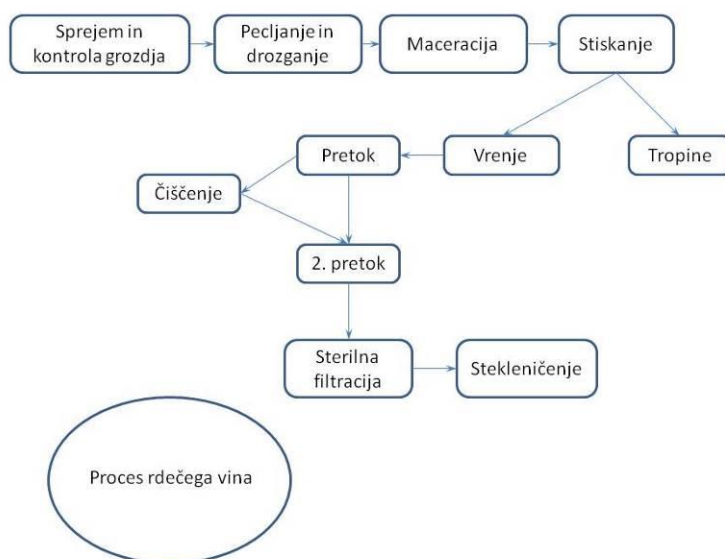
Slika 36: Predelava belega grozdja v belo vino



Slika 37: Predelava grozdja na kmetiji

Slika 48 prikazuje predelave grozdja na kmetiji, kjer je merjena poraba energije v procesiranju končnega produkta - grozdja (Dolenjska)

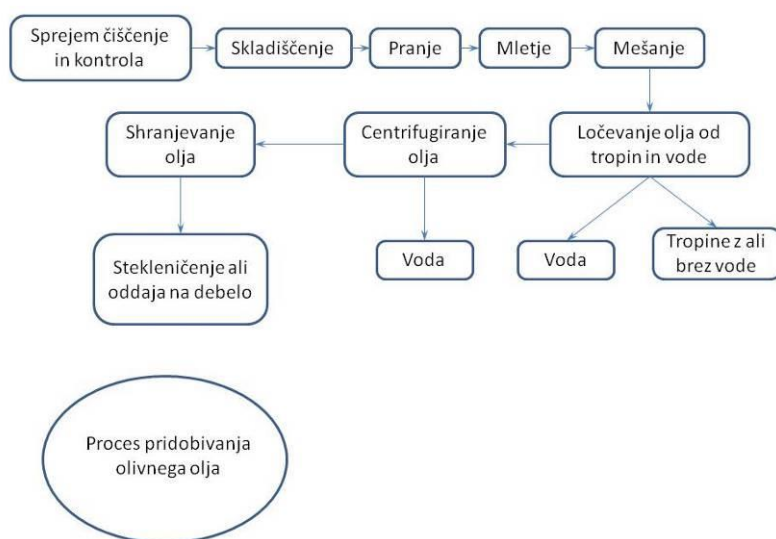
Predelava rdečega grozdja v rdeče vino se nekoliko razlikuje od predelave belega grozdja. Dodana je faza maceracije zmletega grozdja v posodi, kjer preidejo določene snovi (barvila, aromati, tanini in ostale snovi) iz grozdnih jagodnih kožic v sok. Maceracija se opravi pred stiskanjem z mehansko, hidravlično ali pnevmatsko stiskalnico.



Slika 38: Predelava rdečega grozdja v rdeče vino

10.4 Predelava oljk v oljčno olje

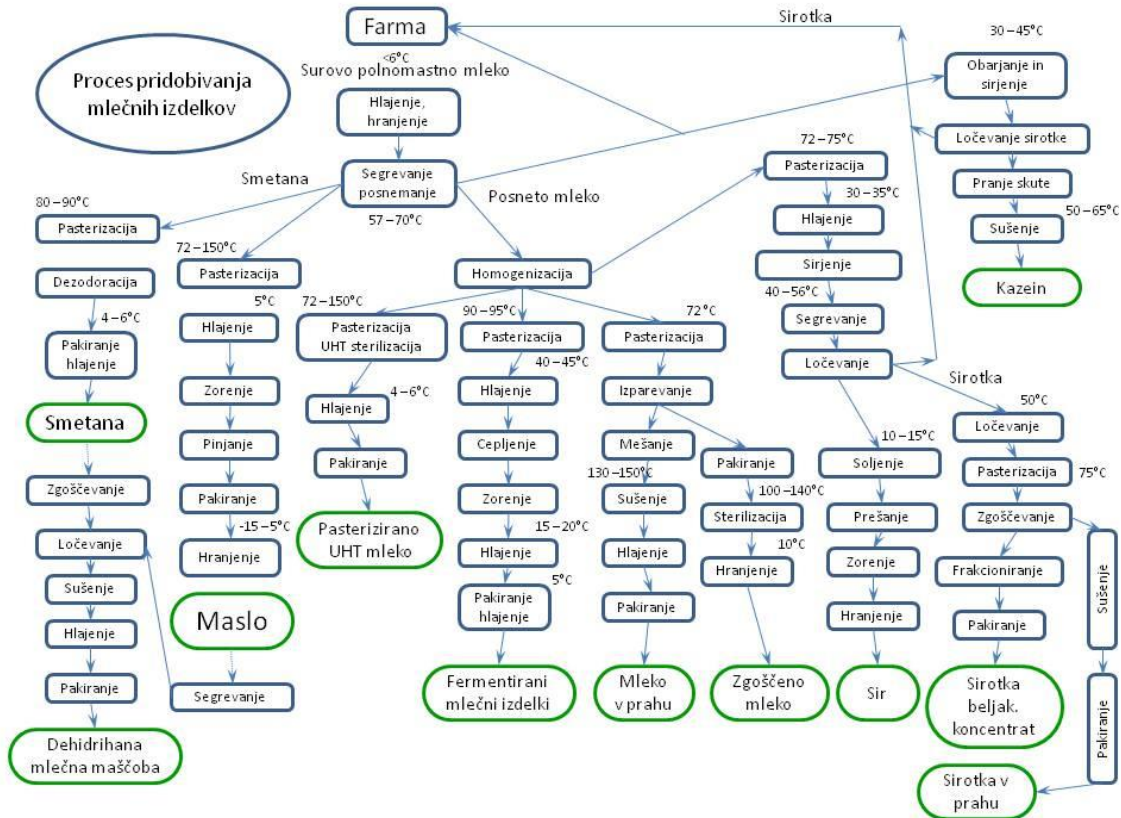
Za predelavo oljk je predstavljen celoten proces na naslednjem diagramu. Sveže pobrane plodove je potrebno očistiti, ker vsebujejo različne nečistoče, kot so listje, delci vej, mehansko poškodovani plodovi itn. Po grobem čiščenju sledi faza dvofaznega vodnega pranja zaradi dodatne odstranitve nečistoč s samih plodov. Po opravljenem pranju sledi mletje plodov, ki se opravi z mlinom kladivarjem, ki potiska nastalo zdrobljeno maso skozi perforirano ploščo. Po izstopu iz zdrobljene mase iz odprtih na perforirani plošči nastane pastozna masa iz katere se dobiva olje. Pastozna masa se meša in segreva zaradi lažjega ločevanja olja iz nje. Masi se po potrebi dodaja voda da se poveča njena pretočnost (količina vode je odvisna od vlažnosti oliv). Masa, ki je predelana z omenjenim postopkom, se s pomočjo črpanja dovaja v horizontalni stroj za centrifugiranje, kjer se opravi ločevanje različnih frakcij iz pastozne mase. Zaradi centrifugalnega učinka na maso se opravi grobo ločevanje olja iz mase. Po tej fazi centrifugiranja sledi še eno centrifugiranje mase v vertikalni centrifugi, ki opravi dokončno mehansko ekstrakcijo olja. V procesu nastajajo velike količine odpadne vode. Zaradi pocenitve proizvodnje oljčnega olja na nekaterih obratih uporabljajo posušeno maso, ki ostane po ekstrakciji za gorivo na kogeneratorskih enotah za istočasno proizvodnjo toplotne in električne energije. Poleg tega je možna uporaba sveže mase na bioplinskih napravah.



Slika 39: Predelava oljk v oljčno olje

10.5 Predelava mleka v mlečne izdelke

Mleko se predeluje v različne izdelke, ki so glede porabe energije pri procesiranju različno zahtevni. Za procesiranje se uporabljajo različne metode prevladujejo pa termične metode, ki so energetsko tudi najbolj potratne. Najbolj razširjena je pasterizacija, ki predstavlja termalno uničevanje mikroorganizmov s temperaturami do 100 °C, sterilizacija s temperaturami 115 – 120 °C (20 – 45 min) ter UVT postopek s temperaturami 140 – 165 °C za nekaj sekund. UVT proces se uporablja za pred obdelavo mleka in proizvodnjo steriliziranega UVT mleka, sterilizacija pa se uporablja za mleko, ki mora biti obstojno dalj kot pet mesecev. Pasterizacija danes porabi manjši del energije (ponovna uporaba toplotne energije je med 90 – 94 %). UVT postopek in sterilizacija sta energijsko bolj potratna kot pasterizacija. Pri sterilizaciji je temperatura precej višja in na splošno temperaturna razlika med virom toplote in mlekom, ki ga je potrebno sterilizirati precej višja, kot pri pasterizaciji. Tendanca večje proizvodnje mleka, ki je obdelano z UVT postopkom v primerjavi s pasteriziranim mlekom, vpliva na porabo večjih količin energije za procesiranje enote mleka.



Slika 40: Predelava mleka v različne mlečne izdelke ter procesi, ki se uporabljajo pri predelavi

Energetsko najbolj potratno je proizvodnja mleka v prahu ter proizvodnja koncentriranega mleka, ki lahko poteka s postopkom evaporacije ali membranske koncentracije. Zaradi zniževanja porabe energije se v mlekarški industriji uporablja več fazni proces evaporacije.

Tabela 16: Poraba energije pri predelavi mleka v mlečne izdelke za mlekarne

Finalni izdelek	Toplotna energija (kWh/kg mleka)	Električna energija (kWh/kg mleka)	Skupaj toplotna + električna energija (kWh/kg mleka)
Mleko v embalaži - pasterizirano	0,069	0,05	0,119
Mleko v embalaži - UHT metoda	0,1	0,09	0,19
Mleko v prahu (posneto) in maslo	0,58	0,090	0,67
Mleko v prahu (polnomastno)	0,52	0,080	0,6
Siri zorjeni - (proces sirotke)	0,46	0,1	0,56
Kondenzirano mleko	0,29	0,061	0,351
Mleko v steklenicah - pasterizirano	0,16	0,055	0,215
Mleko v steklenicah - sterilizirano	0,2	0,069	0,269

(vir FAO: Energy requirements in milk processing)

Energetsko najbolj potratno je proizvodnja mleka v prahu ter proizvodnja koncentriranega mleka, ki lahko poteka s postopkom evaporacije ali membranske koncentracije. Zaradi zniževanja porabe energije se v mlekarški industriji uporablja več fazni proces evaporacije.

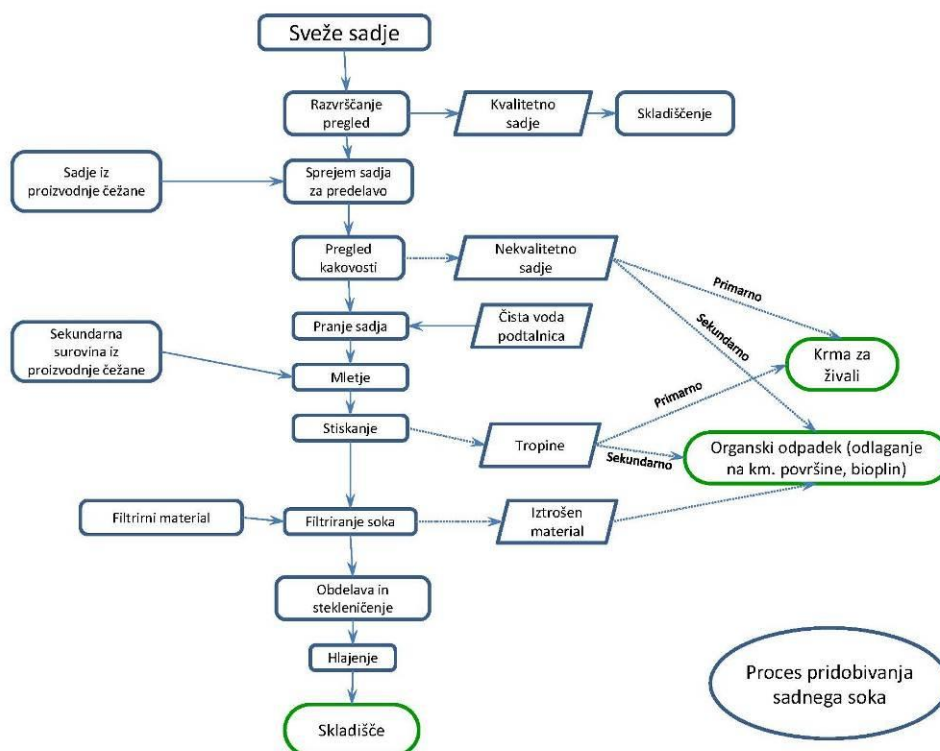
10.6 Predelava sadja v sokove in druge izdelke

Po pridelavi sadja v trajnem nasadu, sledi predelava sadja. Predelava sadja lahko poteka na sami kmetiji ali pa v živilsko predelovalni industriji. Sadje je možno predelati na različne načine v različne sadne sokove, sadne kaše, sadne koncentrate, marmelade, suho sadje, žgane pijače iz sadja itn. Vsi naštetih izdelki so končni produkti, razen sadne kaše in sadnega koncentrata, ki predstavljata polizdelek ali vmesno fazo v proizvodnji sadnih pijač, marmelad in džemov. Z vsemi omenjenimi izdelki se doseže višja dodana vrednost osnovnega pridelka - sadja, poleg tega pa se sadje predela v produkte, ki se lahko skladiščijo daljše časovno obdobje, večinoma brez dodatnega vložka večjih količin energij (v primerjavi s skladiščenjem sadja v hladilnicah, kjer je potrebno konstantno uporabljati električno energijo za proces hlajenja sadja). Predelava sadja se dostikrat odvija na kmetijah, ki se ukvarjajo s sadjarsko ali mešano (npr. sadjarsko vinogradniško) pridelavo. Za predelavo sadja v sokove obstajajo manjše predelovalne enote (decentralizirana proizvodnja). V raziskavah je obravnavana proizvodnja sokov iz pečkatega in koščičastega sadja, ker predstavlja najpomembnejši del predelave sadja pri nas. Pred leti se je ta pridelava odvijala na tradicionalen način, kjer je bilo vložnega veliko ročnega dela, najpomembnejši del te pridelave pa je bilo stiskanje sadja predvsem z mehanskimi ter pozneje hidravličnimi stiskalnicami za sadne plodove.

10.6.1 Predelava pečkatega sadja

Pri sodobni predelavi pečkatega sadja v sadne sokove se proces predelave začne s sprejemom sadja, ki ga pripeljejo v boks paletah. Boks palete se s pomočjo posebne dvižne naprave praznijo v pralni stroj, kjer se opravi pranje sadja mehansko s krtačami in z vodo. V fazi pranja se odstrani tudi listje in druge nečistoče. Oprano sadje (plodovi jabolk, hrušk,

kutin itn.) se s pomočjo trakastega transporterja, transportira do prebiralne mize, kjer se opravi vizualni pregled sadja ter odstranijo gnili, poškodovani itn. plodovi (v primeru decentralizirane proizvodnje se to opravi na ročni način). Plodovi se po transportnem traku transportirajo do mlina za mletje plodov v kašo, ki omogoča nadaljnjo predelavo. Pridobljena sadna kaša se transportira s pomočjo polžnega transporterja v stiskalnico za sok. Stiskanje se opravi po šaržnem postopku v pnevmatski stiskalnici ali kontinuiranem postopku v kontinuirani stiskalnici. Sok se iz stiskalnice vodi na filtriranje, kjer se odstranijo različni delci, ter zatem direktno prečrpa v cisterne za sok, kjer se ga uskladišči pri nižjih temperaturah da se ga zaščiti pred kvarjenjem. Sok se iz cistern vodi na pasterizator, kjer se ga termično obdela (segreje na temperaturo 65 °C v trajanju 30 min; 77 °C v trajanju 1 min ali na 88 °C v trajanju 1 s) da se mu podaljša rok trajanja ter da se ga lahko pretoči v stekleno ali plastično embalažo. Iz pasterizatorja se sok vodi na polnilno linijo, ki je v primeru decentraliziranih enot polavtomatska, kar pomeni da mora oseba, ki dela na polnilni liniji, steklenice ali plastične vrečke (prostornine od nekaj decilitrov do več litrov), ročno vstavljati na polnilna mesta ter jih po polnitvi zlagati v zaboje ali kartonaste škatle za transport do končnega uporabnika. Tople steklenice ali plastične vrečke se vodijo skozi hladilno korito, ki se uporablja za zniževanje temperature pakiranega soka v vrečkah ali steklenicah. V primeru avtomatiziranih polnilnih linij pa se sok iz cistern vodi do enote, kjer se avtomatično polnijo steklenice ali plastične vrečke (prostornine od nekaj litrov do več litrov).

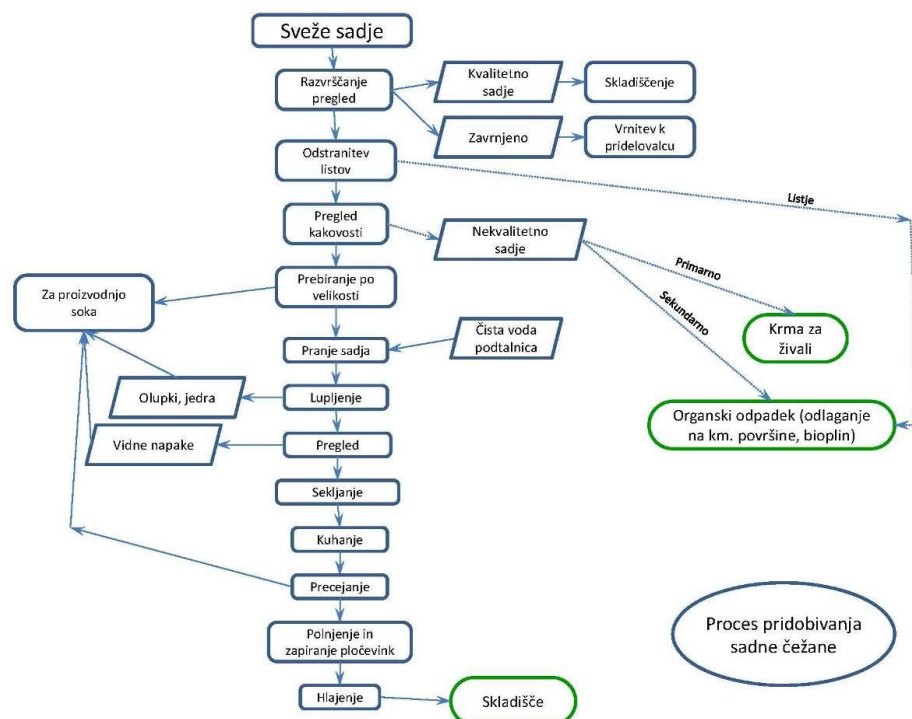


Slika 41: Proces proizvodnje sadnega soka - jabolčnega ali hruškovega soka

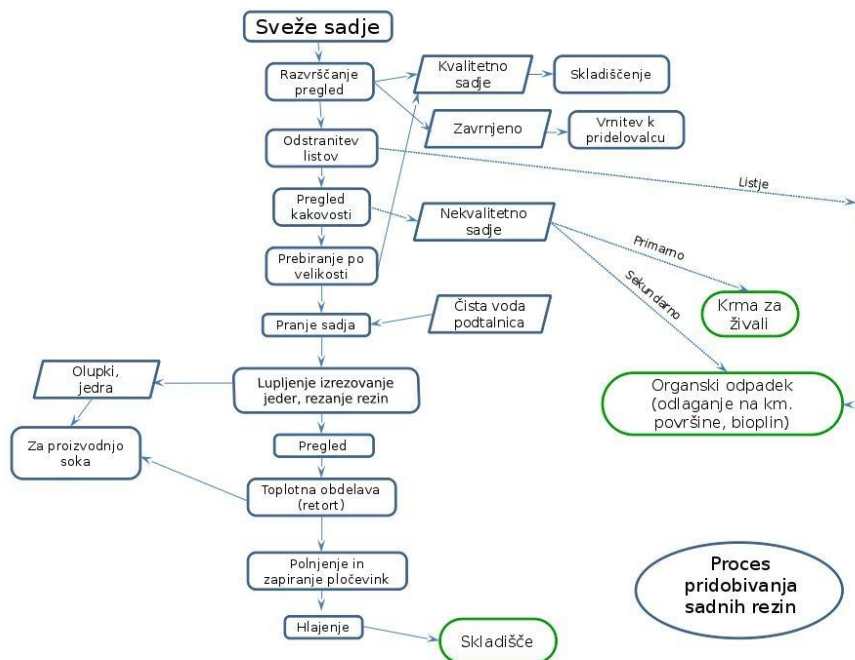
10.6.2 Predelava koščičastega sadja

Pri sodobni predelavi koščičastega sadja v goste sadne sokove se proces predelave začne s sprejemom sadja iz boks palet. Boks palete se s pomočjo posebne dvizne naprave praznijo v pralni stroj, kjer se opravi pranje sadja mehansko s krtačami in z vodo. V fazi pranja se

odstrani tudi listje in druge nečistoče. Oprano sadje (plodovi breskev, marelic) se s pomočjo trakastega transporterja transportira do prebiralne mize, kjer se opravi vizualni pregled sadja ter odstranijo gnili, poškodovani itn. plodovi (v primeru decentralizirane proizvodnje se to opravi na ročni način). Preden se sadje pošlje v mlin na mletje se mora razkoščičiti v strojih za razkoščičenje. Po tem postopku se koščice pošljejo v stroj za čiščenje preostale sadne mase na koščicah po razkoščičenju. Razkoščičeno sadje ter del sadne mase iz stroja za razkoščičenje pride s pomočjo črpalke za sadno maso v pasirni stroj. V tem stroju se sadna masa predela v sadno kašo. Sadna kaša se vodi na filtriranje, kjer se odstranijo večje primesi v sadni kaši. Zatem se prečiščena sadna kaša prečrpa v cisterne za sadno kašo, kjer se jo uskladišči pri nižjih temperaturah. Iz cistern se sadna kaša vodi na stroj za odzračevanje kaše (deaerator), kjer se odstranijo zračni mehurčki, ki vplivajo na spremembe v kaši, ki niso zaželeni (spremenijo okus, barvo, vonj). Po opravljenem postopku odstranjevanja zračnih mehurčkov se sadna kaša vodi v stroj za homogenizacijo, kjer se opravi njeno homogeniziranje. Po opravljenem postopku homogenizacije se sadna kaša vodi v proces pasterizacije. V pasterizatorju se gosti sok termično obdela (segreje na temperaturo 65 °C v trajanju 30 min; 77 °C v trajanju 1 min ali na 88 °C v trajanju 1 s) da se mu podaljša rok trajanja ter da se ga lahko pretoči v stekleno ali plastično embalažo. Iz pasterizatorja se sok vodi na polnilno linijo, ki je v primeru decentraliziranih enot polavtomatska, kar pomeni da mora oseba, ki dela na polnilni liniji, steklenice ali plastične vrečke (prostornine od nekaj decilitrov do več litrov), ročno vstavljati na polnilna mesta ter jih po polnitvi zlagati v zaboje ali kartonaste škatle za transport do končnega uporabnika. Tople steklenice ali plastične vrečke se vodijo skozi hladilno korito, ki se uporablja za zniževanje temperature pakiranega soka v vrečkah ali steklenicah. V primeru avtomatiziranih polnilnih linij pa se sok iz cistern vodi do enote, kjer se avtomatično polnijo steklenice ali plastične vrečke (prostornine od nekaj decilitrov do več litrov).



Slika 42: Proces proizvodnje sadne čežane



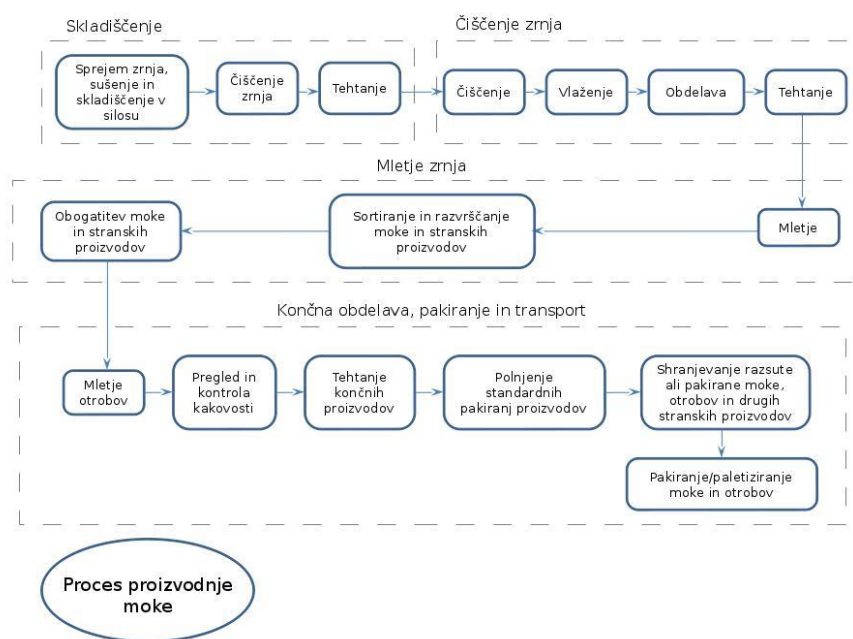
Slika 43: Proces pridobivanja sadnih rezin

10.7 Predelava žit v prehrabeni industriji

Pred nadaljnjo predelavo zrnja žitaric v končne produkte je potrebno opraviti čiščenje da se odstranijo nečistoče, ki so nastale v žetvi, prevozu in začasnem skladiščenju. Odstranjevanje nečistoč zagotavlja kakovost končnih proizvodov, z zmanjšanjem vsebnosti pepela in drugih dejavnikov, ki vplivajo na vonj in okus. Sistemi za čiščenje zrnja žitaric in oljnic, ločujejo nečistoče iz zrnja na osnovi različnih fizikalnih lastnosti zrnja, kot so: velikost, gostota, dolžina, oblika, barva, čvrstost magnetni odziv, ravnotežje hitrosti. Sodobna tehnologija uporablja tudi tehnologijo optičnega čiščenja zrnja. V primeru predelave zrnja pšenice v moko za pekarske izdelke, čiščenju sledi proces mletja. Postopek, ki se uporablja za proizvodnjo moke v mlinu poteka prek postopnega zmanjševanja velikosti delcev zrnja pšenice, koruze itn. Pri valjčnih mlinih se velikost delcev postopoma znižuje med nizom parov vrtečih jeklenih valjev, rebrastih ali gladkih. Kladivasti mlinci so namenjeni za široko paleto proizvodov: v mlinih za moko nastaja moka in stranski proizvodi iz žita, v mlinih za krmo pa živalska krma. Zrnje, ki prihaja iz nasipnice je v mlinu kladivarju zajeto s kladivci rotorja. Velikost zrnja oziroma zdrobljenih delcev se zmanjšuje zaradi udarnega delovanja kladivca na zrnje, medsebojnega udarjanja zrnja in udarjanja zrnja ob sito ter prepuščanja delcev zrnja skozi sito na obodu, ki obdaja rotor s kladivci.

Mletju sledi čiščenje moke na različnih izvedbah sit, ki ločujejo majhne in lahke delce iz moke. Iz očiščenega žita se lahko proizvaja različne druge izdelke, kot so kosmiči in zrnje za kašo. V vseh omenjenih fazah se uporabljajo stroji, ki so električno gnani.

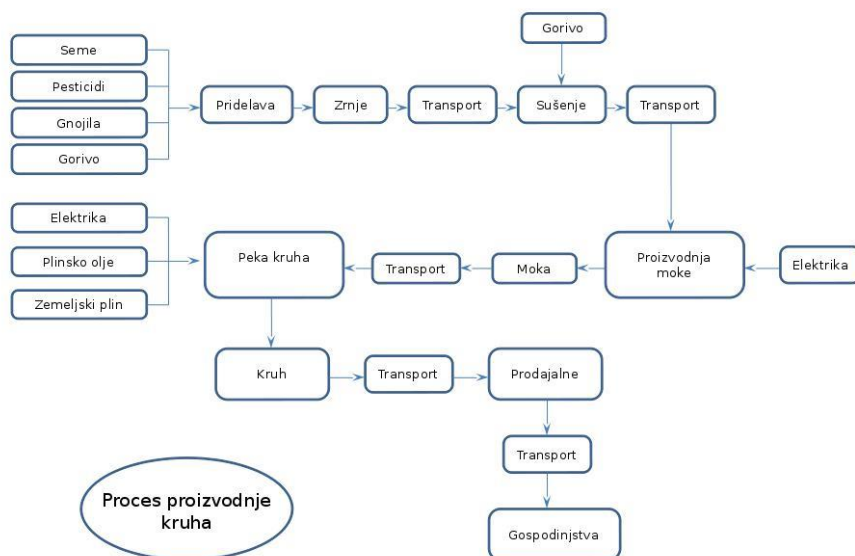
Enaki procesi se uporabljajo tudi pri decentralizirani predelavi zrnja žitaric na kmetijah samo da so stroji majhnih kapacitet in bolj enostavne izvedbe, odpadejo pa tudi nekatere faze, ki se nanašajo na npr. obogatitev moke in stranskih proizvodov, bolj zahtevno pakiranje itn.



Slika 44: Proces proizvodnje moke

Čeprav je pridelek pri ekološki pridelavi pšenice namenjene za kruh nižji v primerjavi s konvencionalno pridelavo pšenice pa so emisije toplogrednih plinov nižje zaradi tega, ker se ne uporablja mineralnih gnojil, ki prispevajo značilno emisijam toplogrednih plinov. Za proizvodnjo mineralnih gnojil se uporabljajo visoke količine zemeljskega plina in fosilnih goriv v procesu proizvodnje. Dodatno dušik iz mineralnih gnojil povzroča višje emisije didušikovega oksida v primerjavi z emisijami, ki nastanejo iz organskega gnojila. V primeru uporabe komposta in biološko vezanega dušik prek leguminoznih rastlin pa ni emisij didušikovega oksida (po IPCC 2006).

Po opravljeni predelavi zrnja pšenice v moko sledi skladiščenje ter transport do predelave v končne pekarske produkte npr. peka kruha.

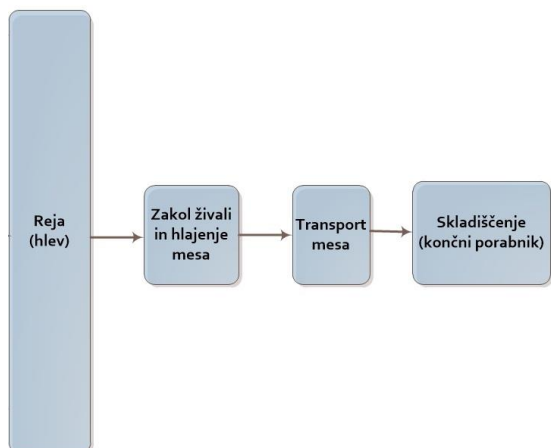


Slika 45: Proces proizvodnje kruha

10.8 Predelava mesa

Goveje meso

Analiza emisij toplogrednih plinov v govedoreji v pridelavi govejih pitancev za meso (emisije toplogrednih plinov od začetka procesa v hlevu do konca procesa iz porabljene energije, emisije iz gnojevke oziroma govejega gnoja ter enterična fermentacija) je pokazala, da se emisije omenjenih plinov gibljejo od 8,30 kg CO₂ ekv./kg mesa do 8,53 kg CO₂ ekv./kg mesa (odvisno od velikosti črede in tehnologije reje, ki je povezana s porabo energije) pri konvencionalnem načinu reje oziroma od 11,12 kg CO₂ ekv. /kg mesa do 11,33 kg CO₂ ekv./kg mesa pri ekološkem načinu reje. Emisije CO₂ ekv./kg mesa so nekoliko višje v primeru ekološke prireje, ker se porabi nekoliko več energije v samem procesu pitanja živali zaradi daljšega obdobja pitanja, poleg tega je masa klavnega trupa živali tudi nižja v primerjavi s konvencionalno rejo).

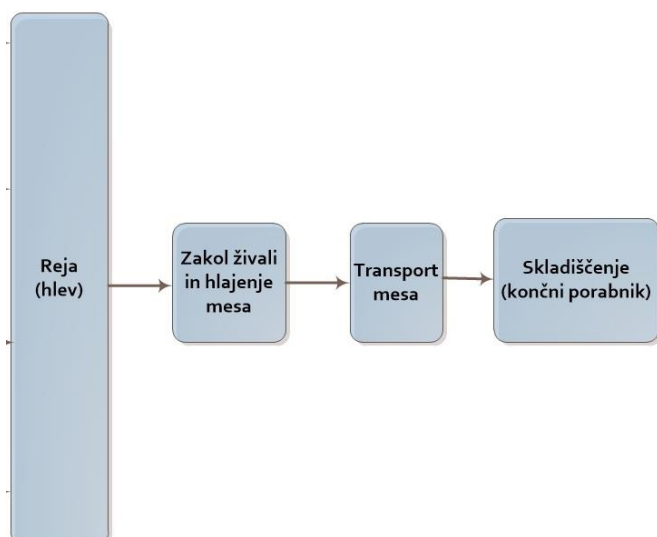


Slika 46: Predelava govejega mesa

Predelava govejega mesa nastopi po koncu reje, v njej so zajete tri faze procesa (zakol živali in hlajenje mesa, transport mesa in skladiščenje za končnega uporabnika), v vseh omenjenih fazah nastajajo emisije CO₂ (Slika 57).

Prašičje meso

V sklopu reje smo porabo energije izrazili na enoto končnega produkta (v primeru prašičereje je končni produkt meso ter energija, ki se porabi do končnega produkta – ohlajenega mesa).



Slika 47: Poraba energije, ki nastane po zaključeni reji v prašičereji

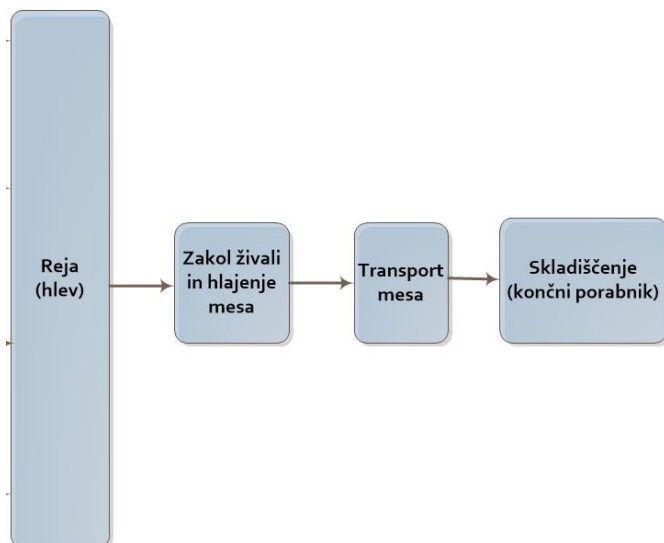
Največ emisij TGP prispeva proizvodnja krme za prašiče in to 60 %, glede deleža sledijo še emisije iz skladiščenja in procesiranja gnoja, ki znašajo 27 %, preostanek 13 % pa so emisije iz direktne in indirektno porabe energije v reji prašičev, procesiranja v klavnici in živilsko predelovalni industriji in transporta mesa ter enterične fermentacije. Od omenjenih 13 % emisij, na direktno in indirektno porabo energije v reji prašičev odpade 3 % emisij, na

procesiranje v klavnici in živilsko predelovalni industriji in transportu 6 % in enterično fermentacijo 3 % (MacLeod in sod. 2013).

Za konvencionalno in ekološko rejo prašičev ter procesiranje mesa in trajnih mesnih izdelkov so podane emisije, ki nastanejo iz porabe energije (električne in toplotne energije – utekočinjeni naftni plin ali zemeljski plin). Emisije toplogrednih plinov so preračunane v kg ekvivalent CO₂ glede na način reje prašičev (konvencionalna ali ekološka). V analizi domače reje prašičev so obdelane emisije TGP, ki nastanejo iz energije porabljene v reji prašičev (porabljena direktna energija). Emisije TGP iz energije porabljene v konvencionalni reji (direktno porabljena energija) znašajo 0,16 kg CO₂ ekv./kg mesa (toplih klavnih polovic). Emisije TGP iz energije porabljene v ekološki reji (direktno porabljena energija) znašajo 0,09 kg CO₂ ekv./kg mesa (toplih klavnih polovic). Omenjenim emisijam TGP se prištejejo emisije iz energetske porabe (direktna energija) v procesiranju mesa (energija porabljena v klavnici, energija za hlajenje mesa in za predelavo v končne produkte živilsko predelovalne industrije). Emisije TGP iz energije porabljene v reji (direktna energija) so relativno nizke v primerjavi z ostalimi emisijami TGP, ki nastanejo v življenjskem ciklu prašičereje.

Emisijam toplogrednih plinov - TGP iz energije porabljene za vzdrževanje življenjskega okolja v reji živali (konvencionalna in ekološka reja) so prištete tudi emisije TGP, ki nastanejo v procesiranju mesa (različni procesi v klavnici, hlajenje mesa). Ugotovljeno je, da pri konvencionalnem načinu reje prašičev, celotne emisije TGP (reja + procesiranje mesa v klavnici) znašajo 1,28 kg CO₂ ekv./kg mesa oziroma 2,76 kg CO₂ ekv./kg mesa v primeru predelave mesa v trajne mesne izdelke. Pri ekološkem načinu reje prašičev, celotne emisije TGP (reja + procesiranje mesa v klavnici) znašajo 1,21 kg CO₂ ekv./kg mesa oziroma 2,7 kg CO₂ ekv./kg mesa v primeru predelave mesa v trajne mesne izdelke. Emisije TGP iz procesiranja mesa (CO₂ ekv./kg mesa) so nižje 5,4 % pri ekološki reji v primerjavi s konvencionalno rejo, v primeru predelave mesa v trajne mesne izdelke pa za 2,1 % pri ekološki reji. Pri predelavi mesa je energetske najbolj potratna proizvodnja trajnih mesnih izdelkov. Če emisijam iz reje in procesiranja mesa še prištejemo vrednosti emisij iz gnoja ali gnojevke so emisije še višje.

Analiza emisij toplogrednih plinov v prašičereji (emisije od začetka procesa v hlevu do konca procesa v hlevu, v omenjenih emisijah je zajeta poraba energije in emisije iz gnojevke oziroma prašičjega gnoja) je pokazala, da se emisije omenjenih plinov gibljejo od 3,93 kg CO₂ ekv. /kg mesa do 4,11 kg CO₂ ekv. /kg mesa (odvisno od velikosti črede in tehnologije reje) pri konvencionalnem načinu reje oziroma od 3,88 kg CO₂ ekv. /kg mesa do 3,97 kg CO₂ ekv. /kg mesa pri ekološkem načinu reje. Nižje emisije so v primeru čred nad 100 živali. Emisije kg CO₂ ekv./kg mesa so v primeru ekološke reje minimalno nižje v primerjavi s konvencionalno rejo, ker se porabi tudi nekoliko manj energije v samem procesu pitanja živali (masa klavnega trupa živali pa je enaka v primeru konvencionalne in ekološke pridelave).



Slika 48: Predelava prašičjega mesa

Predelava prašičjega mesa nastopi po koncu reje, v njej so zajete tri faze procesa (zakol živali in hlajenje mesa, transport mesa in skladiščenje za končnega uporabnika), v vseh omenjenih fazah nastajajo emisije CO₂ (Slika 58)

10.9 Poraba energije za različne končne produkte

Za procesiranje različnih kmetijskih pridelkov ter živilorejskih produktov je potrebno vložiti dodatno energijo. Večinoma se v tej fazi za procesiranje uporablja električna energija, poleg nje pa še zemeljski plin ali kurilno olje (proizvodnja toplotne energije za procesiranje). V nekaterih primerih se tudi v procesiranju uporablja energija iz obnovljivih virov energije, npr. trdna biomasa, rastlinsko olje, biodizel, bioplin, solarna energija, itn. Iz priložene tabele je vidna enegetska poraba za procesiranje različnih končnih produktov. Glede porabe energije za procesiranje v končne produkte je najmanj zahtevno procesiranje poljedelskih pridelkov. Sledijo sadjarsko vinogradniški pridelki ter pridelki iz povrtnarstva. Največ energije se porabi za procesiranje produktov iz živiloreje in to za trajne mesne izdelke.

Tabela 17: Poraba energije za proizvodnjo različnih končnih produktov

Izdelek	Poraba energije (MJ/kg izdelka)
Kruh	1,53 – 4,56
Konzervirano sadje in povrtnine	2,1 – 3,8
Konzervirano meso	5,2 - 25
Hladilne omare za hrano	0,12
Sladoled	2,2 – 3,7
Shranjevanje sadja v hladilnicah (npr. jabolke, hruške itn.) poraba energije variira z velikostjo hladilnega prostora v hladilnici od 0,001 MJ/l neto volumna/dan v hladilnici z volumnom od 10000 m ³ do 0,015 MJ/l v hladilnici – sobi z volumnom 10 m ³ (faktor razlike je 15)	0,0009 – 0,017
Hlajenje hrane	0,3 – 7,6
Sok iz koncentrata	1,15
Sok iz svežega sadeža	4,6
Procesiranje mleka	0,5 – 2,6
Mletje pšenice v moko (el. energija)	0,32 – 2,58
Testenine	0,8 – 2,4
Trajni mesni izdelki (klobase, hrenovke, mortadele itn.)	3,9 – 36
Ekstrakcija olja (poraba energ. razdeljena na olje in pogačo)	0,28 – 1,5
Krompir sušeni (lističi, granule)	15 – 42

(vir: P.J. Fellows, Food processing technology, principles and practice)

11 Poraba goriva v kmetijskem transportu

Poraba energije v transportu oziroma mineralnega dizelskega goriva predstavlja izhodišče za določanje emisij CO₂, ki nastanejo pri transportu v kmetijstvu. Transport je razdeljen na transport s kmetijskimi traktorji (prevladuje interni transport v pridelavi) in transport s tovornimi vozili. Tovorna vozila so razdeljena na kategorije glede nosilnosti in porabe goriva. Iz predvidene prevožene razdalje in nosilnosti je določena poraba mineralnega dizelskega goriva v l/ton km, kar predstavlja osnovo za določanje emisij pri transportu kmetijskih pridelkov na večje razdalje. Predpostavljena je uporaba tovornega vozila različne nosilnosti (do 1,5 t, 7,2 t in 17 t) glede na prevožene razdalje. Za slovenske razmere (transport kmetijskih pridelkov od kmetije do mesta predelave oziroma končnega uporabnika) je definirana transportna razdalja do 30 km, 31 do 100 km in 101 do 200 km.

Za porabo energije oziroma goriva v transportu je ugotovljeno, da je nižja pri uporabi tovornih vozil v primerjavi s traktorji (preračunano na l/ton km pridelka). Tovorna vozila večje nosilnosti imajo bolj ugodno porabo goriva v primerjavi z vozili manjše nosilnosti.

Tabela 18: Poraba goriva za tovorna vozila različne nosilnosti

Nosilnost (t)	Razdalja (km)	tonkm	l/1000 tkm pri 100 % uporabi*	Normalna uporaba	l/1000 tkm pri normalni uporabi
Transport na dolge razdalje					
17	100	1700	14,7	70 %	21,0
25	100	2500	12,8	70 %	18,3
40	100	4000	10,8	70 %	15,4
Transport v mestu					
1,5	100	150	80,0	45 %	177,8
4	100	400	37,5	45 %	83,3
7,2	100	720	26,4	45 %	58,6
11	100	1100	20,0	45 %	44,4

Tabela 20 prikazuje porabe goriva za tovorna vozila različne nosilnosti, *Pri 100 % uporabi je mišljeno da je vozilo popolnoma zasedeno s tovorom pri vožnji v obe smeri. Normalna uporaba pa predvideva večjo zasedenost s tovorom pri vozilih večje nosilnosti in manjšo zasedenost pri vozilih manjše nosilnosti in transportu v mestu.

11.1 Emisije CO₂ zaradi transporta

Emisije, ki nastanejo pri transportu smo razdelili na transport s kmetijskimi traktorji in transport s tovornimi vozili. Zaradi emisij CO₂ iz mineralnega dizelskega goriva v transportu kmetijskih pridelkov smo tovorna vozila razdelili na kategorije glede nosilnosti in porabe goriva. Iz predvidene prevožene razdalje in nosilnosti je določena poraba mineralnega dizelskega goriva v l/ton km, kar predstavlja osnovo za določanje emisij pri transportu kmetijskih pridelkov. Za porabo goriva in emisije v transportu smo ugotovili, da jih lahko znižamo z uporabo tovornih vozil namesto traktorjev ter znižanjem transportne razdalje.

Emisije TGP zaradi transporta pridelkov iz mesta pridelave do mesta uporabe so določene na osnovi uporabe tovornega vozila za prevoz. V računalniškem programu je

predpostavljena uporaba tovornega vozila različne tovrne nosilnosti (do 1,5 t, 7,2 t in 17 t) glede na prevožene razdalje. Za slovenske razmere (transport kmetijskih pridelkov) smo definirali transportno razdaljo do 30 km, 31 do 100 km in 101 do 200 km. Na osnovi vseh podatkov smo definirali porabo energije za interni in eksterni transport s tovornimi vozili za prevoz kmetijskih pridelkov. Ugotovljeno je, da so emisije CO₂ pri transportu kmetijskih pridelkov nižje pri uporabi tovornih vozil večje nosilnosti (7,2 t in 17 t). Pripravljeni so različni nabori ukrepov za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, ki se nanašajo na združevanje delovnih operacij in zmanjševanje števila prehodov, uporabo traktorskih agregatov v smeri učinkovite porabe goriva, transport, predelavo, skladiščenje itn.

11.2 Emisije pri dosuševanju in skladiščenju:

Emisije, ki nastanejo pri skladiščenju in dosuševanju pridelkov smo razdelili na emisije iz tekočih, trdnih in plinastih goriv ter električne energije, ki se porabi pri procesiranju izdelkov da se jih lahko skladišči na ravnotežni vlagi. Emisije v predelavi pridelkov v končne izdelke živilsko prehranske industrije smo razdelili na emisije iz tekočih, trdnih in plinastih goriv ter električne energije v decentralizirani pridelavi na kmetijah ter industrijski predelavi. Ugotovili smo da so emisije najnižje pri uporabi plinastih goriv.

12 Izdelava računalniških kalkulatorjev za določanje okoljskega odtisa kmetijstva

Izdelava računalniškega programa za izračun okoljskih odtisov za kmetijske pridelke in izdelke v skladu z izbrano metodologijo zahteva sliko celotnega poteka procesa od pridelave do končnega pridelka ali prehranskega izdelka. Na osnovi izdelanih blokovnih diagramov poteka procesa od pridelave do predelave, so upoštevane vse vhodne in izhodne snovi, energija, ter emisije toplogrednih plinov. V prvi fazi je bil postavljen blokovni diagram poteka pridelave: poljedelskih, sadjarsko vinogradniških ter vrtnarskih pridelkov in živinoreje. Blokovni diagrami povezujejo posamezne procese z drugimi procesi modela v obliki vhodnih in izhodnih podatkov. Model izračuna okoljskih odtisov je zahteval izdelavo obsežne baze podatkov, ki vsebuje vhodne in izhodne podatke za posamezni proces v modelu pridelave ali izdelave posameznega pridelka.

Podatki za potek pridelave posameznega pridelka ali izdelka so pripravljene, kot datoteke v programu »Excel«. Podatki za posamezen proces pridelave so podani v enakem vrstnem redu, kot je to določeno v blokovnem diagramu za posamezni pridelek. Podatki vključujejo podatke o količini pridelka, porabljeno gnojilo, energijo in druge snovi na hektar kmetijske površine. Izračun emisij toplogrednih plinov za posamezni pridelek je osnovan na izračunu emisij toplogrednih plinov (kratica TGP, v nadaljnjem tekstu se uporablja omenjena kratica) iz posameznega procesa v celotnem modelu pridelave in predelave. Izračun emisij iz posameznega procesa je rezultat emisij zaradi porabe energije (mineralnega dizelskega goriva, električne in toplotne energije), gnojil in drugih snovi. Uporabljeni emisijski faktorji za izračun emisij TGP zaradi porabe posameznih vrst goriva ali energije so enaki emisijskim faktorjem, ki so uporabljeni v nacionalnih poročilih za mednarodne organizacije o emisijah toplogrednih plinov v Sloveniji (emisijski faktorji za CO₂, CH₄ in N₂O). Izdelan je računalniški program, ki izračuna emisije TGP v kg ekvivalent CO₂ za posamezen pridelek glede na razred velikosti kmetije (mala, srednja in velika) in vrsto pridelave (konvencionalna, integrirana, ekološka) kmetije. Pri izračunu skupnih emisij TGP v toni CO₂ ekvivalent se upošteva faktor segrevanja ozračja (Global Warming Potential ali GWP). To je faktor, ki kaže prispevek ene tone tega plina h globalnemu segrevanju v primerjavi z eno tono CO₂. Računalniški program izračuna (in prikaže) emisije TGP za posamezne pridelke v kg CO₂ ekvivalent na tono pridelka. Program omogoča končnemu uporabniku izbiro vrste pridelka, vrste pridelave (konvencionalna, integrirana ekološka) in razreda velikosti kmetije. Emisije TGP zaradi transporta pridelkov iz mesta pridelave do mesta uporabe so določene na osnovi uporabe tovornega vozila za prevoz. V računalniškem programu je predpostavljena uporaba tovornega vozila različne tovrstne nosilnosti (do 1,5 t, 7,2 t in 17 t) glede na prevožene razdalje. Za slovenske razmere (transport kmetijskih pridelkov) smo definirali transportno razdaljo do 30 km, 31 do 100 km in 101 do 200 km. Na osnovi vseh podatkov smo definirali porabo energije za interni in eksterni transport s tovornimi vozili za prevoz kmetijskih pridelkov. Ugotovljeno je, da so emisije CO₂ pri transportu kmetijskih pridelkov nižje pri uporabi tovornih vozil večje nosilnosti (7,2 t in 17 t), najvišje pa pri uporabi tovornih vozil majhne nosilnosti (1,5 t).

13 Model za izračun ogljičnih odtisov kmetijskih pridelkov v kmetijstvu

Ogljični odtis je definiran kot skupne emisije toplogrednih plinov (TGP) na enoto pridelka ali izdelka v določenem območju opazovanja od nastopa oziroma začetka procesa do končnega procesa pridelave, prireje ali predelave.

Model izračuna ogljičnih odtisov za pridelke in izdelke v kmetijskem sektorju je osnovan za izračun skupnih emisij toplogrednih plinov (TGP), ki nastanejo pri pridelavi, prireji ali predelavi kmetijskih pridelkov in proizvodov/izdelkov od začetka pridelave oziroma prireje do skladiščenja oziroma oddaje končnemu porabniku ali predelovalcu drugih izdelkov. Osnovni element modela je proces, ki predstavlja eno kmetijsko opravilo, tehnologijo ali drugo dejavnost. Model je predstavljen, kot mreža serijsko in paralelno povezanih procesov. Vsak proces je opisan s pomočjo vhodnih in izhodnih parametrov. Vrednosti parametrov so določene na osnovi podatkov o pridelavi, prireji ali predelavi/izdelavi, meritve ali iz literature.

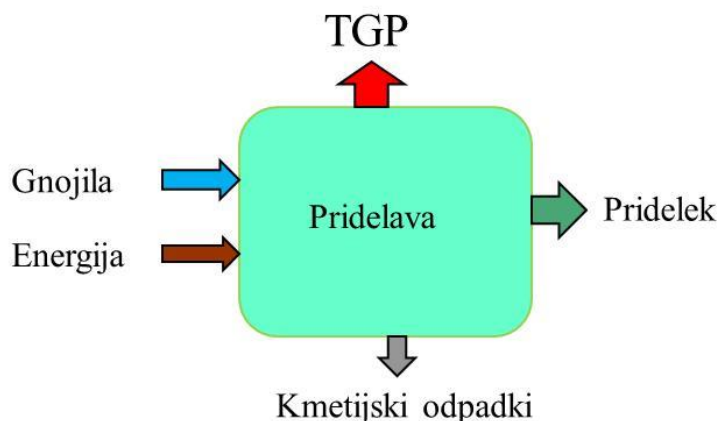
Določene so osnovne enote, za katere so izračunane emisije toplogrednih plinov, ki nastanejo pri pridelavi kmetijskih pridelkov v poljedelstvu, sadjarstvu, vinogradništvu in vrtnarstvu. Enako je določena osnovna enota, za katero so izračunane emisije toplogrednih plinov, ki nastanejo pri prireji mleka in mesa ter za posamezen kmetijski proizvod/izdelek (peka kruha, mlečni izdelki, vino, itn.). Izračun celotne količine emisij toplogrednih plinov na enoto pridelka ali izdelka v določenem območju opazovanja (od nastopa oziroma začetka procesa do skladiščenja ali oddaje končnemu porabniku oziroma za nadaljnjo uporabo v predelavi do končnega izdelka) predstavlja ogljični odtis.

13.1 Kmetijska pridelava

Izračun ogljičnega odtisa za poljedelske pridelke (koruza za zrnje, kuruza za silažo, pšenica, oljne ogrščica, sončnica), sadjarske pridelke (jabolka, hruške, breskev, marelica, oljka), vinogradniške pridelke (grozdje) in vrtnarske pridelke (zelje, čebula, paradižnik, paprika, kumare) je osnovan na izračunu skupnih emisij toplogrednih plinov, ki nastanejo pri pridelavi teh pridelkov na osnovni enoti tal od začetka pridelave do skladiščenja pridelka oziroma oddaje končnemu porabniku ali izdelovalcu končnih izdelkov.

Določili smo opazovalno enoto en hektar obdelanih tal, za katerega so določeni podatki o rabi energije po izvedenem opravilu, količini porabljenega gnojila in količini pridelka v enem letu.

Kot osnovna enota za pridelave pridelkov za izračun emisij TGP je bila izbrana površine 1 hektar kmetijske zemlje. Pri pridelavi je potrebno določiti količino porabljenega gnojila in porabljeno energijo (fosilno gorivo, električna energija in druga energija) za pridelavo in količina letnega pridelka na osnovni obdelovalni enoti.



Slika 49: Shematični prikaz koncepta za izračun emisij TGP pri pridelavi pridelkov v poljedelstvu, sadjarstvu, vinogradništvu in vrtnarstvu

13.1.1 Osnovne predpostavke

Osnovne predpostavke v modelu za izračun ogljičnega odtisa pri pridelavi poljedelskih, sadjarsko vinogradniških in vrtnarskih pridelkov. Izbrana enota je en hektar (ha) obdelovalne površine.

- Vhodi:
 - Letna količina porabljenega gnojila na hektar v (kg/ha),
 - Letna količina porabljene energije na hektar:
 - goriva: plinsko olje (mineralno dizelsko gorivo), zemeljski plin in kurilno olje v (l/ha),
 - električna in toplotna energija v (kWh/ha)
- Izhodi:
 - količina letnega pridelka v (kg/ha)
 - Izračunana emisija TGP na tono pridelka v (kg CO_{2,ekv.}/ton pridelka)

13.1.2 Vrste pridelave in velikost kmetije

V modelu za izračun emisij TGP za poljedelske, sadjarsko vinogradniške in vrtnarske pridelke so določene tri različne vrste pridelave in tri velikosti kmetije.

- 1 Vrsta pridelave:
 - konvencionalna,
 - integrirana,
 - ekološka.
- 2 Velikost poljedelske kmetije:
 - mala: do 10 ha,
 - srednja: od 10 do 50 ha,
 - velika: nad 50 ha.
- 3 Velikost sadjarsko vinogradniške kmetije:
 - mala: do 5 ha,

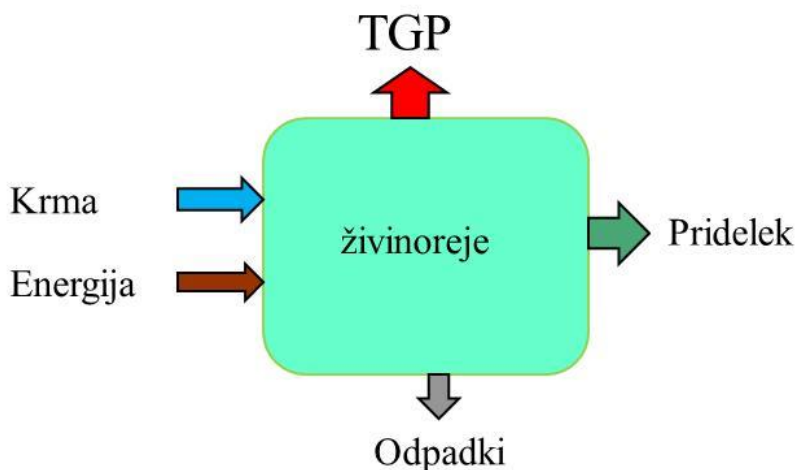
- srednja: od 5 do 10 ha,
- velika: nad 10 ha.

4 Velikost vrtnarske kmetije:

- mala: do 5 ha,
- srednja: od 5 do 10 ha,
- velika: nad 10 ha.

13.2 Živinoreja in kmetijski izdelki

Izračun ogljičnega odtisa za živinorejo (mleko, meso) je zasnovan na izračunu skupnih emisij toplogrednih plinov, ki nastanejo pri prireji mleka in mesa na enoto proizvodnje (npr. 1 kg mesa ali 1 kg mleka). Pri živinoreji izhajamo iz porabe energije na enoto glava velikih živin (GVŽ) za določitev porabe energije na enoto izdelka (meso, mleko itn.). Pri živinoreji je treba upoštevati še emisije TGP, ki nastanejo pri fermentaciji v prebavilih (metan-CH₄) in iz gnoja oziroma gnojevke (metan-CH₄, dušikov dioksid-N₂O).



Slika 50: Shematični prikaz koncepta za izračun emisij TGP pri živinoreji

Podatki so določeni za en kg izdelka (mesa, mleka) na osnovi letnih podatkov (porabe energije, izpustov TGP) za GVŽ (govedoreja, prašičereja itn.) in letno količino izdelkov (mleka, mesa).

13.3 Osnovne predpostavke

Osnovne predpostavke v modelu za izračun ogljičnega odtisa v živinoreji:

- izbrana enota je en kg izdelka (kg),
- vhodi:
 - količine emisije TGP iz fermentacije v prebavilih in/ali iz skladiščenja gnoja oziroma gnojevke v kg CO₂ ekv. na kg izdelka (mleka, mesa...)
 - letna količina porabljene energije na enoto izdelka:
 - goriva: plinsko olje (mineralno dizelsko gorivo), zemeljski ali utekočinjeni naftni plin ali kurilno olje v (l/kg izdelka),

- električna energija, toplota v (kWh/kg izdelka)
- izhodi:
 - količina izdelka (kg)
 - izračunana emisija TGP na kg izdelka (kg CO_{2,ekv.}/kg izdelka)

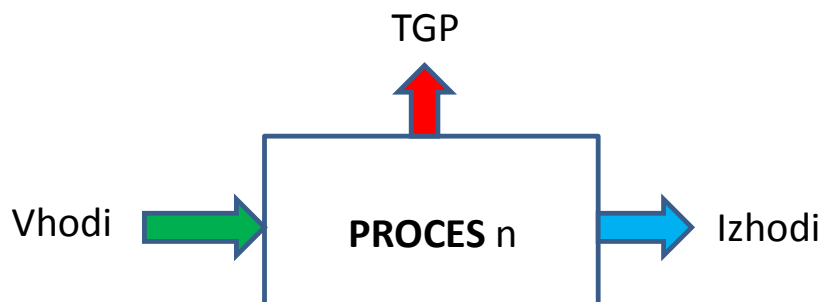
13.3.1 Vrste priraje in velikost kmetije

V modelu za izračun emisij TGP v živinoreji sta določeni dve vrsti pridelav in tri velikosti kmetije.

- 1 Vrsta pridelave:
 - konvencionalna,
 - ekološka.
- 2 Velikost govedorejske kmetije:
 - Mala: od 5 do 10 goved,
 - Srednja: od 11 do 60 goved,
 - Velika: nad 60 goved.
- 3 Velikost prašičerejske črede:
 - Mala: od 5 do 50 prašičev,
 - Srednja: od 51 do 100 prašičev,
 - Velika: nad 100 prašičev.

13.4 Struktura modela za določitev ogljičnega odtisa kmetijskih pridelkov in izdelkov

Osnovni model izračuna emisij TGP iz kmetijstva je osnovan na izračunu emisij TGP iz posameznega kmetijskega opravila. Kmetijsko opravilo je modelirano v obliki procesa z vhodnimi podatki o količini porabljenega gnojila, goriva ali električne energije in izhodnimi v obliki kmetijskega opravila (gnojenje, oranje, prekopavanje, sejanje, itn.) in količino emitiranih TGP.



Slika 51: Shematični prikaz procesa

Celotna pridelava in predelava kmetijskih pridelkov (poljedelski pridelki, sadje, grozdje,

povrtnine, mleko, meso itn.) je predstavljena v modelu kot povezana veriga procesov, kot je to prikazano na sliki.

Model kmetijske pridelave ali predelave je predstavljen v obliki verige procesov, ki predstavljajo celotna opravila v času predelave od začetka (npr. setev, opravila v formiranem trajnem nasadu itn.) do konca trajanja pridelave oziroma predelave (skladiščenje ali oddajanje pridelkov/izdelkov).

Povezava procesov je serijska v enakem redosledu, kot je potekala pridelava/predelava. V primeru obstoja dveh vzporednih (alternativnih) opravil (npr. brananje ali prekopavanje) pa so procesi povezani paralelno. Nekatera opravila potekajo občasno (npr. podrahljanje, apnenje, itn.), zato so omenjeni občasni procesi povezani s črtkano črto.

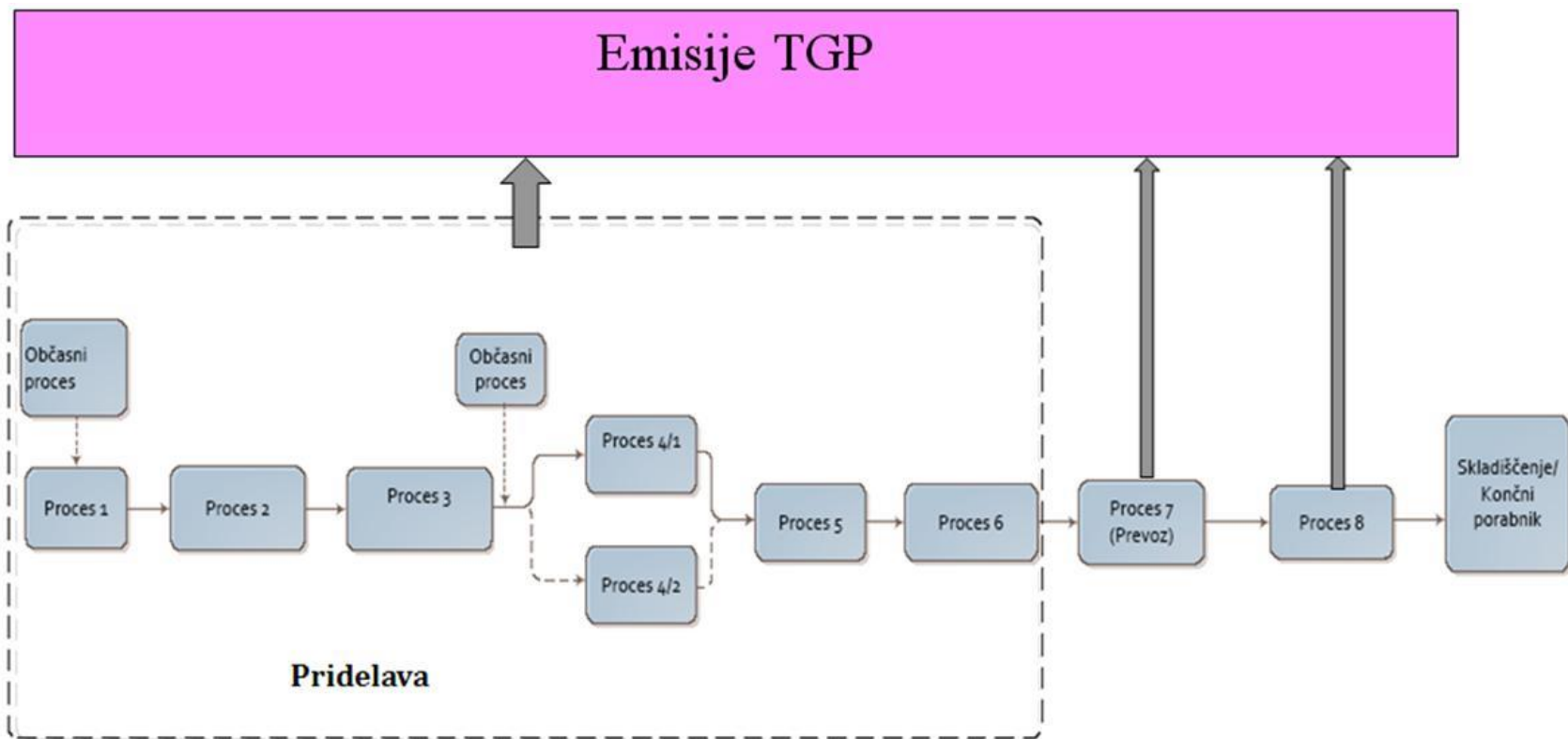
Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave/predelave v kmetijstvu je prikazan v obliki blokovnega diagrama na sliki 52.

13.5 Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave poljedelskih, sadjarsko, vinogradniških, vrtnarskih pridelkov in živinoreje

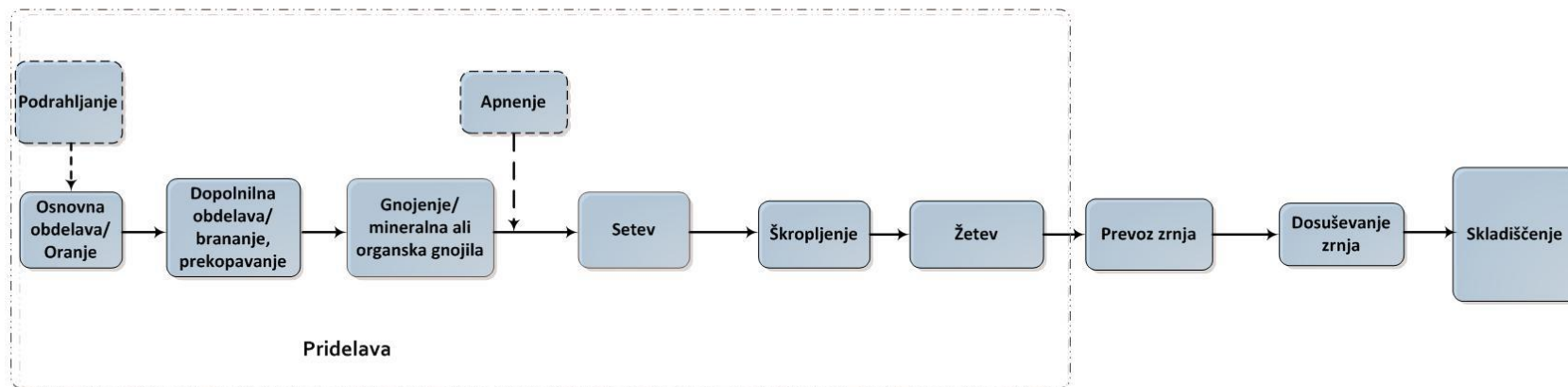
Blokovni diagrami pridelave nekaterih kmetijskih pridelkov so prikazani na slikah 61 – 63.

Blokovni diagram pridelave v sadjarstvu in vinogradništvu za sadje in grozdje so prikazani na slikah 56 in 57.

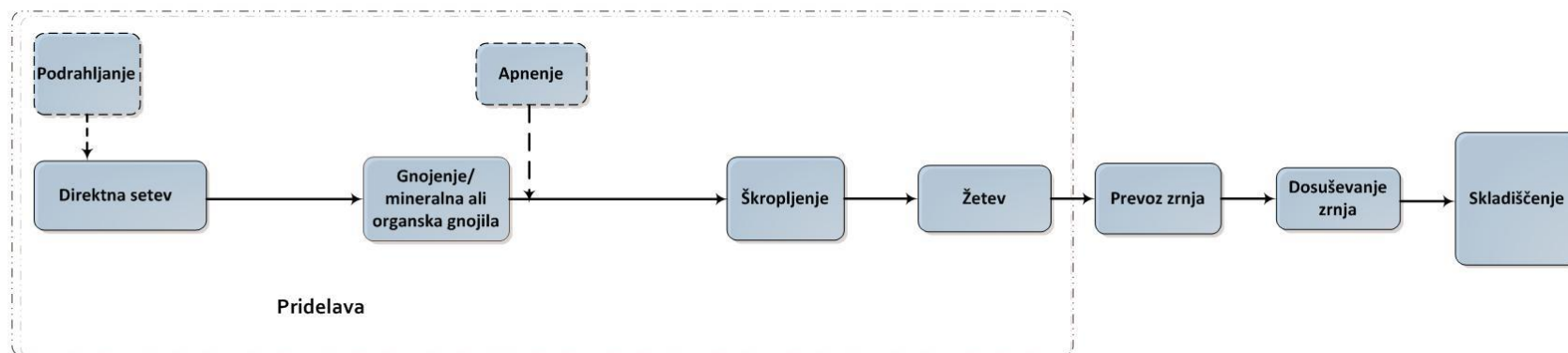
Blokovni diagram živinoreje za prirejo mleka je podan na sliki 66.



Slika 52: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave v kmetijstvu



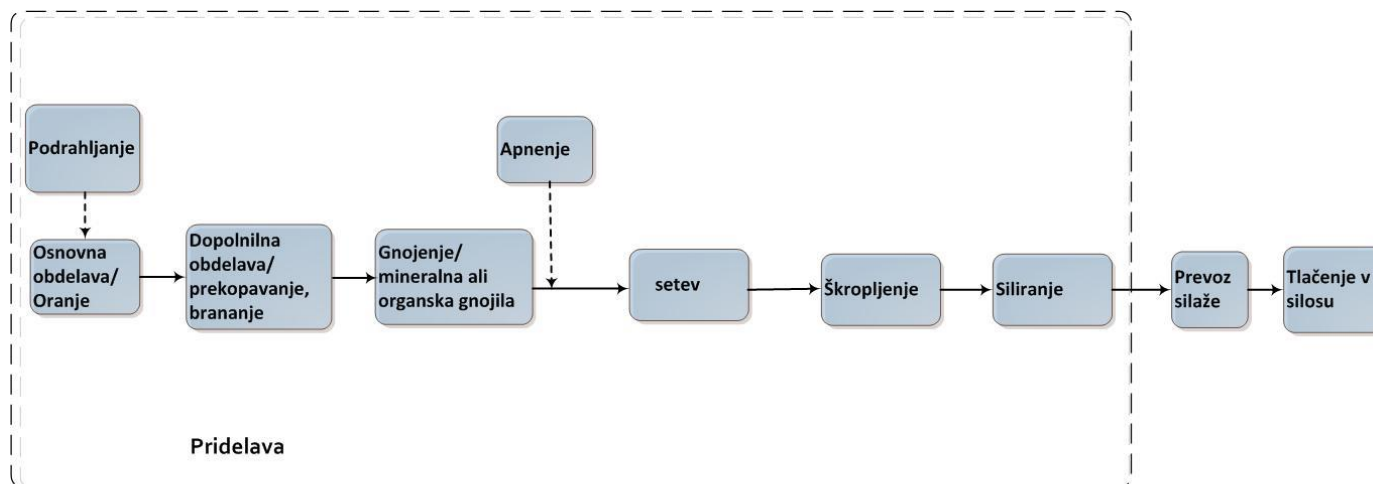
A) klasična setev



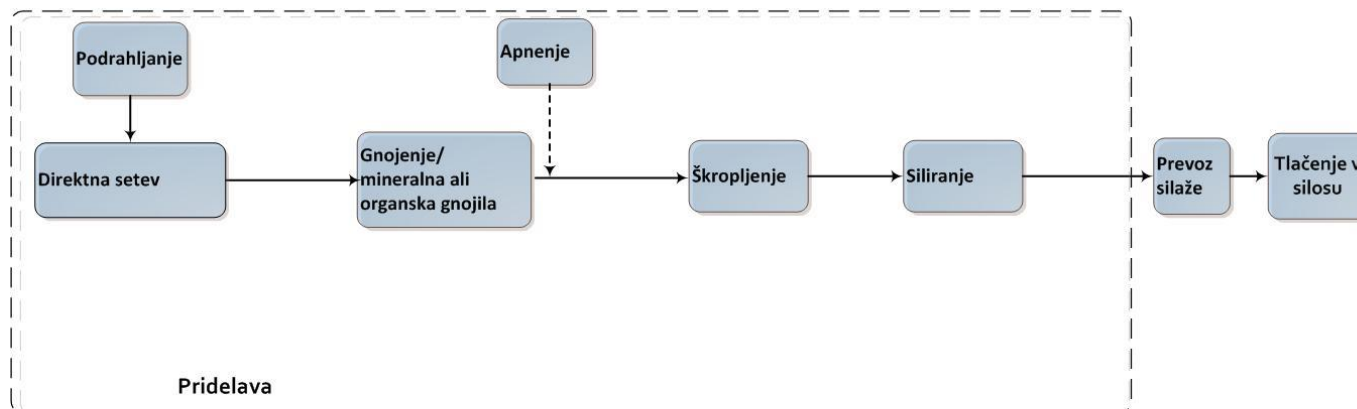
B) direktna setev

Blokovni diagram pridelave koruze za zrnje

Slika 53: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave koruze za zrnje



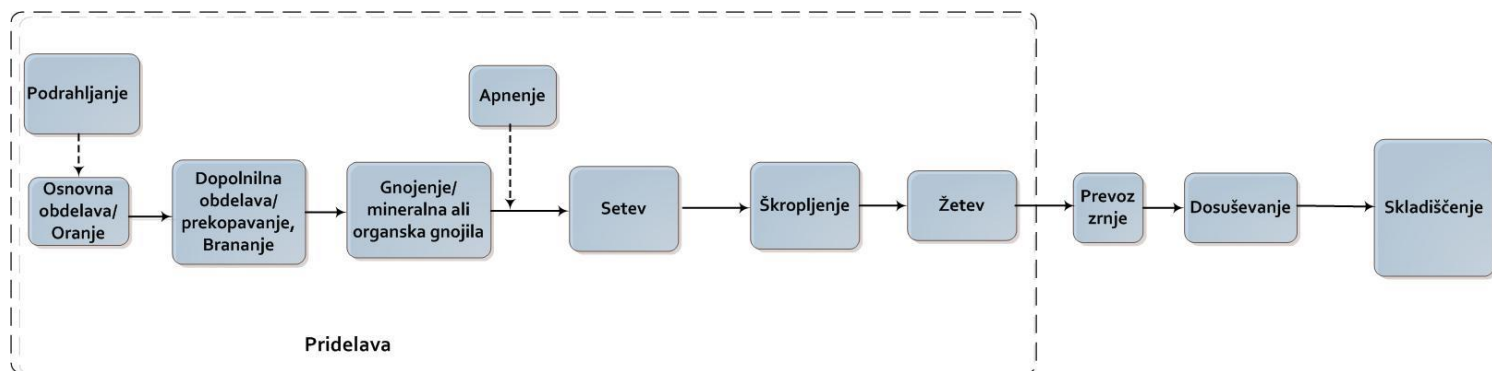
A) klasična setev



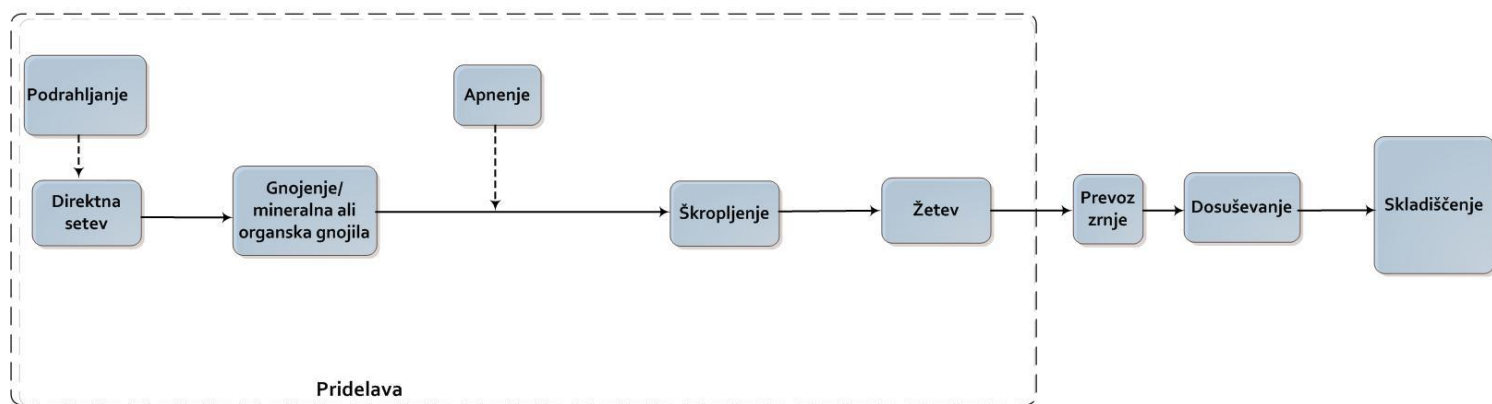
B) direktna setev

Diagram pridelave koruze za silažo

Slika 54: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave koruze za silažo



A) klasična setev



B) direktna setev

Diagram pridelave oljne ogrščice ali sončnice

Slika 55: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave oljne ogrščice ali sončnice

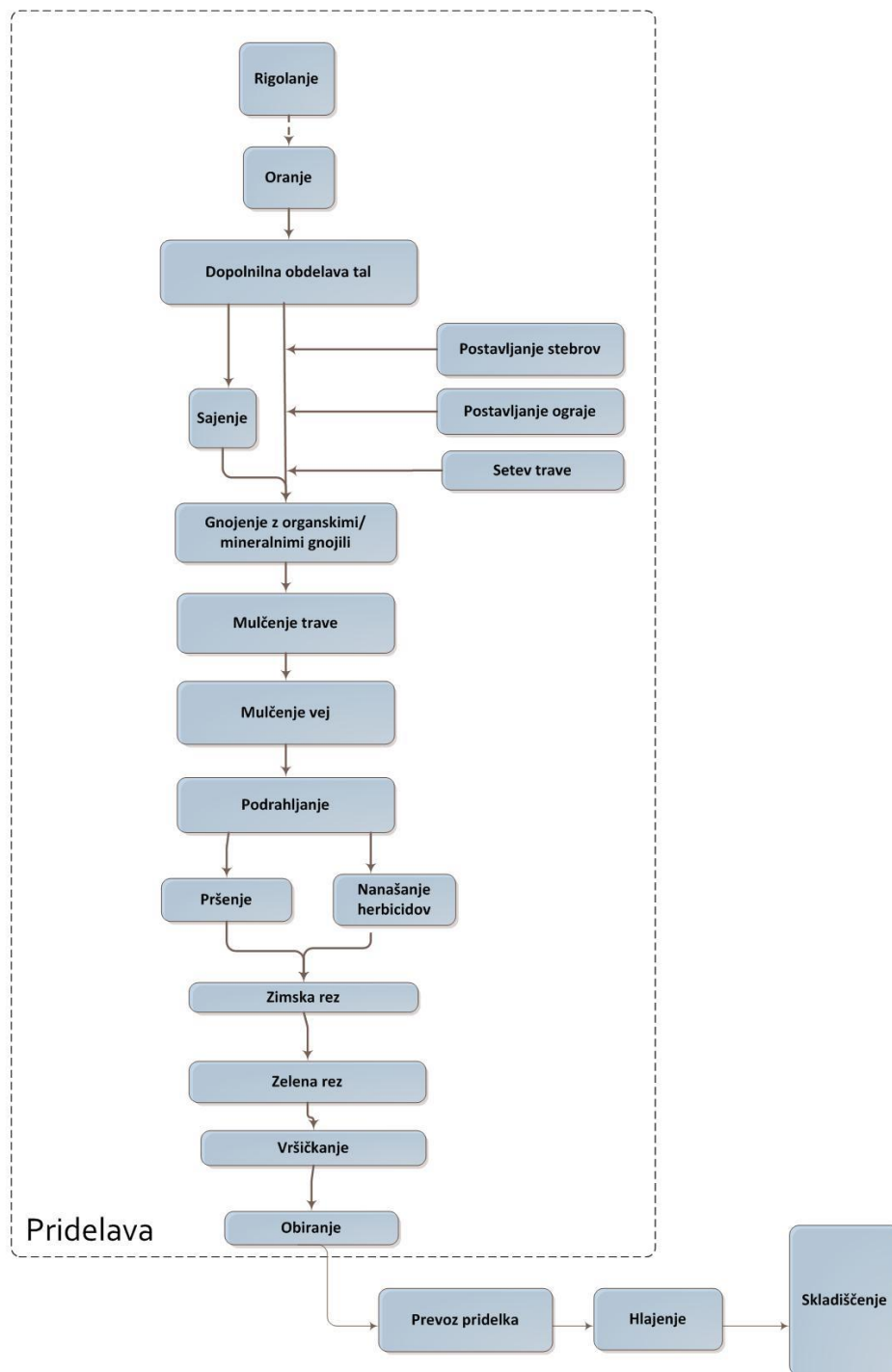


Diagram pridelave: Sadjarstvo

Slika 56: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave sadja

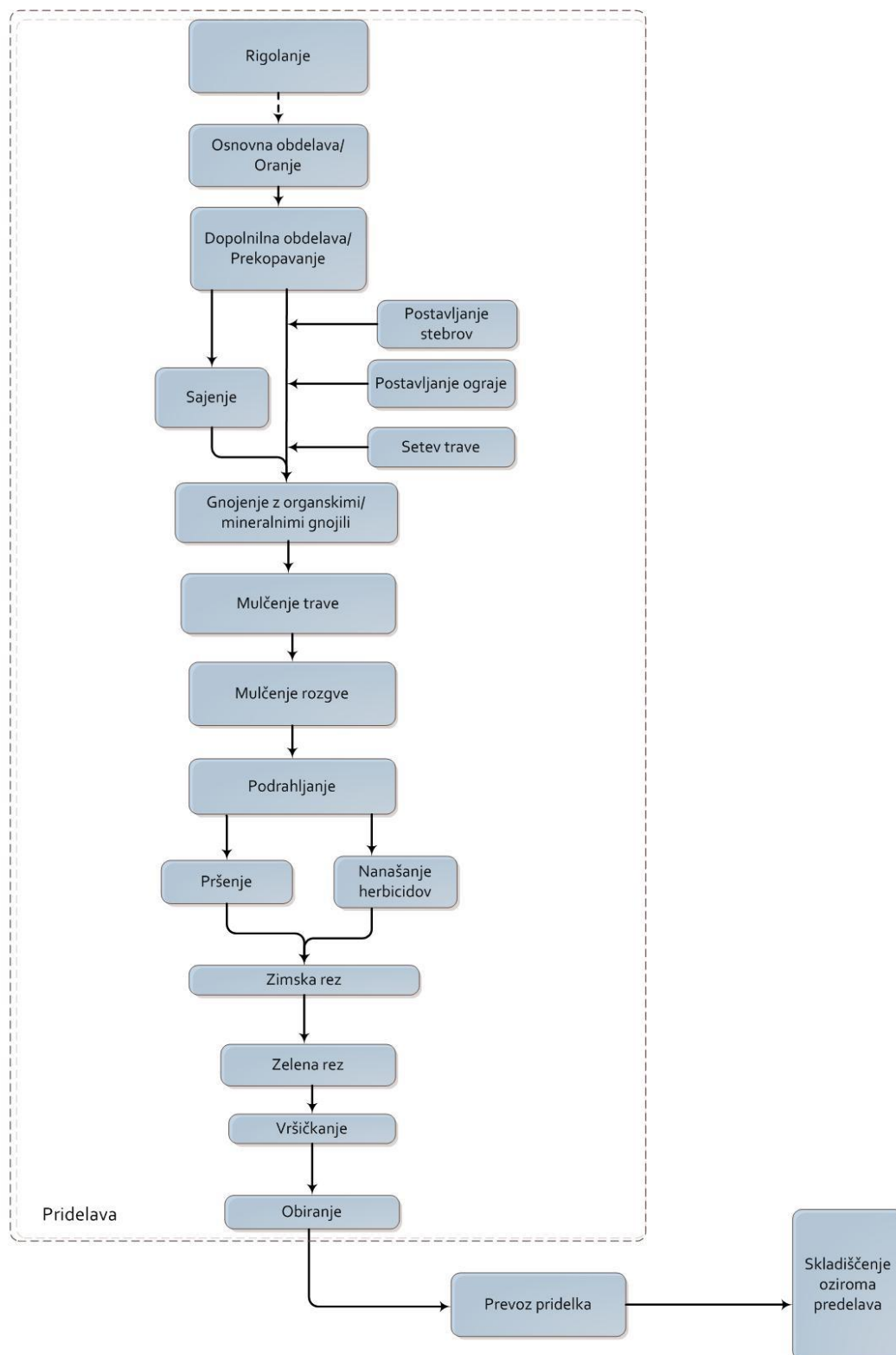
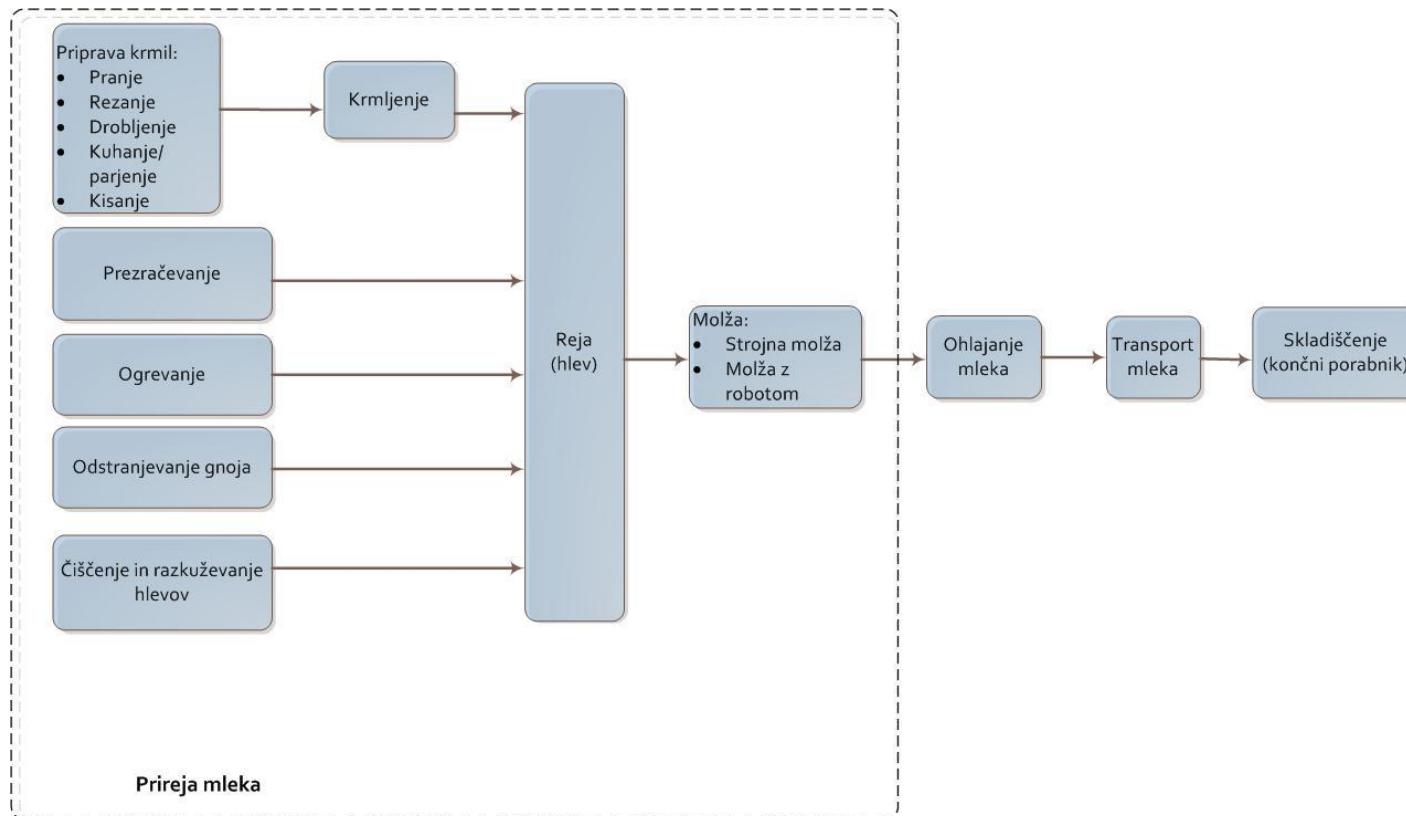


Diagram pridelave: Grozdje

Slika 57: Shematični prikaz blokovnega koncepta pridelave grozdja



Govedoreja: priraja mleka

Slika 58: Shematični prikaz blokovnega koncepta priraje mleka

13.6 Ogljični odtisi kmetijstva

Toplogredni plini – TGP so plini, ki povzročajo učinek tople grede v Zemljinem ozračju. Glavnino toplogrednih plinov predstavljajo vodna para, ogljikov dioksid, metan, amonijak in ozon. Izračun emisij iz posameznega procesa v sklopu reje prašičev je rezultat emisij zaradi porabe energije (mineralnega dizelskega goriva, električne in toplotne energije – utekočinjeni naftni plin ali zemeljski plin). Uporabljeni emisijski faktorji za izračun emisij toplogrednih plinov zaradi porabe posameznih vrst goriva ali energije so enaki emisijskim faktorjem, ki so uporabljeni v nacionalnih poročilih za mednarodne organizacije o emisijah toplogrednih plinov v Sloveniji (emisijski faktorji za CO₂, CH₄ in N₂O). Emisije toplogrednih plinov so preračunane v kg ekvivalent CO₂ za pridelavo glede na način reje (konvencionalna ali ekološka). Sodobno kmetijstvo je izredno odvisno od virov fosilnih goriv. Uporaba velikih količin direktne in indirektno energije v kmetijstvu pa je prispevala značilnem povečanju pridelave hrane od šestdesetih let prejšnjega stoletja v svetu in pri nas. Pri popolnem zgorevanju goriv, ki vsebujejo ogljikovodike, teoretično nastajata samo ogljikov dioksid (CO₂) in vodna para (H₂O). Poleg tega vsebujejo produkti zgorevanja tudi odvečni kisik (O₂) in dušik (N₂). Ker pa zgorevanje ni nikoli popolno, je v izpušnih plinih še veliko drugih produktov. Za celotne emisije toplogrednih plinov (CO₂, CH₄, in N₂O), ki nastanejo v procesu zgorevanja goriva v motorjih traktorjev in drugih kmetijskih strojev se da določiti ekvivalentna količina CO₂, ki je potrebna da povzroči efekt toplogrednega plina. Ta količina je izražena z enoto kilogram ogljikovega dioksida - ekvivalent (kg CO₂ ekv.). Emisije toplogrednih plinov (CO₂, CH₄, in N₂O), ki nastanejo z zgorevanjem: mineralnega dizelskega goriva znašajo 2,67 kg CO₂ ekv./l goriva, utekočinjenega naftnega plina 1,53 kg CO₂ ekv./l goriva in stisnjenega zemeljskega plina 1,23 kg CO₂ ekv./l goriva (IPCC 2012). Električna energija lahko izhaja iz različnih virov (hidro elektrarne, termo elektrarne, jedrske elektrarne, drugi viri energije) zato je pri izračunih uporabljen podatek o mešanici emisij TGP v kg CO₂ ekv./kWh za njo. Za emisije kg CO₂ ekv./kWh iz proizvodnje električne energije v R. Sloveniji je uporabljen podatek 0,516 kg CO₂ ekv./kWh (Institut Jožef Stefan – Center za energetsko učinkovitost 2012) Tudi emisije dušika (N) iz organskih in mineralnih gnojil, so preračunane na ekvivalentne emisije CO₂ zaradi lažje primerjave vseh emisij CO₂ pri pridelavi v poljedelstvu, sadjarstvu in vinogradništvu.

13.6.1

Ogljični odtisi so izračunani za naslednje poljedelske pridelke:

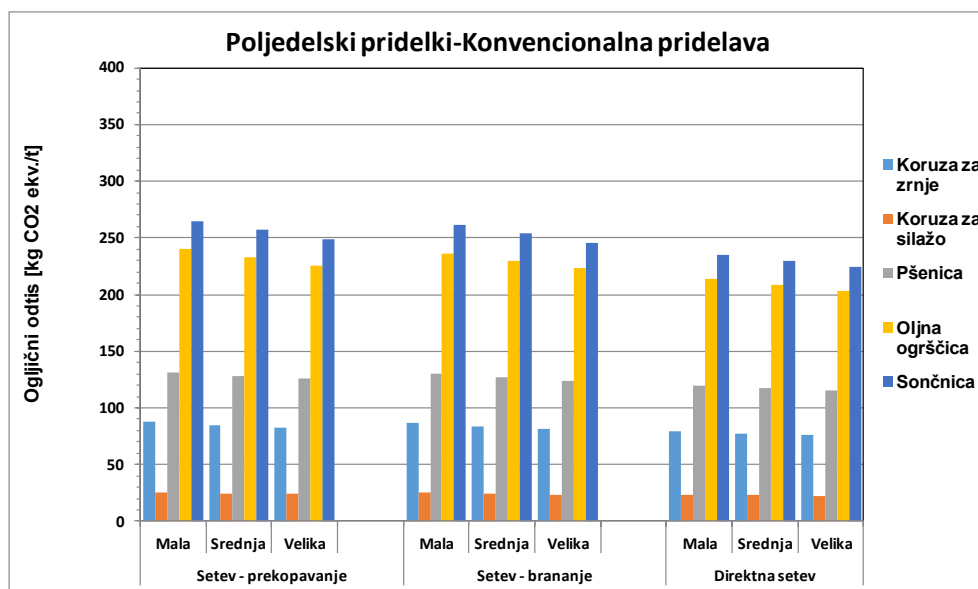
1. koruza za zrnje,
2. koruza za silažo,
3. pšenica,
4. oljna ogrščica
5. sončnica

Izračunani so ogljični odtisi za poljedelske pridelke po velikosti kmetije (mala, srednja, velika) in vrste pridelave (konvencionalna, integrirana, ekološka) za dva načina dopolnilne obdelave tal (prekopavanje ali brananje) in za direktno setev. Na osnovi izračuna ogljičnih odtisov pridelave je možno primerjati ogljične odtise posameznega pridelka glede na velikost kmetije in vrste obdelave tal (za dva načina dopolnilne obdelave tal pri konvencionalni setvi in za direktno setev), kot je to prikazano v tabelah in grafih.

Emisije CO₂ nastanejo zaradi uporabe dizelskega goriva pri vseh mehaniziranih opravilih v pridelavi: osnovna in dopolnilna obdelava tal, setev, gnojenje varstvo rastlin, žetev in transport pri pridelavi. Zaradi uporabe gnojil (anorganska in organska) nastanejo dodatne

emisije toplogrednih plinov, ki so preračunane na ekvivalent CO₂. Seštevek emisij iz porabe goriva in gnojil (mineralnih in organskih) nam da končno emisijo CO₂.

V raziskavi so določeni ogljični odtisi za poljedelske pridelke po velikosti kmetije (mala, srednja, velika) in vrsti pridelave (konvencionalna, integrirana, ekološka) za dva načina dopolnilne obdelave tal (prekopavanje ali brananje) in za direktno setev. Integrirana pridelava je namenjena za kmetije, ki se usmerjajo s konvencionalne pridelave postopoma na ekološko pridelavo. Za malo kmetijo je določena velikost obdelovalnih površin do 10 ha, srednjo od 10 do 50 ha in veliko nad 50 ha.



Slika 59: Emsije TGP poljedelskih pridelkov za konvencionalno pridelavo

Slika 67 prikazuje emisije TGP poljedelskih pridelkov za konvencionalno pridelavo za: koruzo (silažno in v zrnju), pšenico, oljno ogrščico in sončnico; vzete so tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika), konvencionalna obdelava tal in direktna setev

Ogljični odtisi so določeni iz povprečne porabe goriva, ki je izmerjena na več kmetijah ter predvidenih količin gnojila (organskega in anorganskega), ki so predvideni v izračunani za naslednje poljedelske pridelke: koruza za zrnje in za silažo, pšenica, oljna ogrščica in sončnica.

Glede emisij CO₂ ekv./t pridelka smo ugotovili da so emisije CO₂ najnižje pri silažni koruzi, sledijo pa koruza za zrnje, pšenica, oljna ogrščica in sončnica. Analiza emisij toplogrednih plinov pri pridelavi poljščin za primer male kmetije je pokazala, da so emisije v konvencionalni pridelavi poljščin najnižje pri koruzi za silažo in se gibljejo od 25,1 kg CO₂ ekv./t pridelka pri konvencionalni setvi do 23,6 kg CO₂ ekv./t pridelka pri direktni setvi. Precej višje so že pri koruzi za zrnje in se gibljejo od 87,3 kg CO₂ ekv./t pridelka pri konvencionalni setvi do 78,8 kg CO₂ ekv./t pridelka pri direktni setvi. Velika razlika pri emisijah toplogrednih plinov v pridelavi koruze za silažo in koruze za zrnje je zaradi količine pridelka, ki je precej višji pri koruzi za silažo v primerjavi s koruzo za zrnje, poraba energije za mehanizirana opravila pa je približno enaka pri koruzi za zrnje in koruzi za silažo.

Tabela 19: Emisije TGP poljedelskih pridelkov določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) in dva načina setve (konvencionalna pridelava)

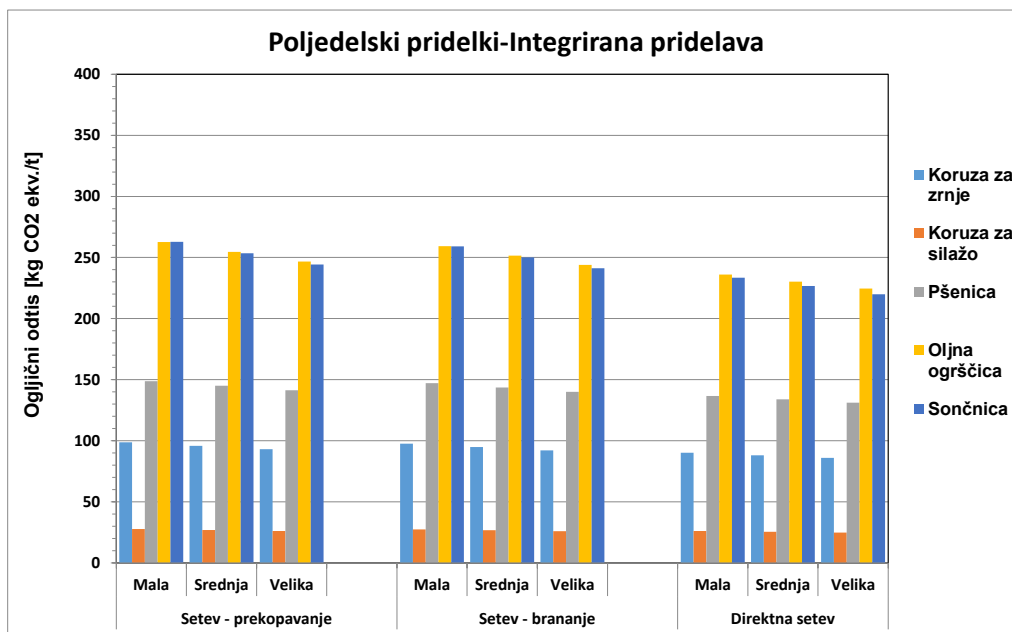
	Setev v tla dopolnilno obdelana s prekopalnikom			Setev v tla dopolnilno obdelana z brano)			Direktna setev		
	[kg CO ₂ ekv./t pridelka]			[kg CO ₂ ekv./t pridelka]			[kg CO ₂ ekv./t pridelka]		
	Mala	Srednja	Velika	Mala	Srednja	Velika	Mala	Srednja	Velika
Koruza za zrnje	87,3	85,1	82,9	86,3	84,1	82,0	78,8	77,3	75,8
Koruza za silažo	25,1	24,5	23,8	24,9	24,3	23,6	23,6	23,1	22,5
Pšenica	131,4	128,4	125,5	129,9	127,0	124,2	119,3	117,3	115,4
Oljna ogrščica	239,9	232,8	225,8	236,6	229,8	223,0	213,3	208,5	203,7
Sončnica	264,7	256,9	249,2	261,0	253,6	246,1	235,4	230,1	224,7

Pri pšenici se emisije toplogrednih plinov v primeru male kmetije gibljejo od 131,4 kg CO₂ ekv./t pridelka pri konvencionalni setvi do 119,3 kg CO₂ ekv./t pridelka pri direktni setvi. Najvišje emisije so pri oljnicah in znašajo od 239,9 kg CO₂ ekv./t pridelka pri konvencionalni setvi do 223 kg CO₂ ekv./t pridelka pri direktni setvi za oljno ogrščico, ter od 264,7 kg CO₂ ekv./t pridelka pri konvencionalni setvi do 235,4 kg CO₂ ekv./t pridelka pri direktni setvi za sončnico. Obe omenjeni oljnici imata precej nižje hektarske pridelke v primerjavi s koruzo in pšenico, poraba energije za mehanizirana delovna opravila pa je pri obeh enaka.

Tabela 20: Emisije TGP poljedelskih pridelkov določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) in dva načina setve (integrirana pridelava)

	Setev v tla dopolnilno obdelana s prekopalnikom			Setev v tla dopolnilno obdelana z brano)			Direktna setev		
	[kg CO ₂ ekv./t pridelka]			[kg CO ₂ ekv./t pridelka]			[kg CO ₂ ekv./t pridelka]		
	Mala	Srednja	Velika	Mala	Srednja	Velika	Mala	Srednja	Velika
Koruza za zrnje	98,64	95,80	93,04	97,58	94,82	92,16	90,14	88,01	85,96
Koruza za silažo	27,655	26,859	26,080	27,462	26,682	25,919	26,110	25,443	24,792
Pšenica	148,70	144,95	141,29	147,18	143,56	140,03	136,56	133,82	131,17
Oljna ogrščica	262,59	254,58	246,66	259,27	251,54	243,90	236,03	230,23	224,53
Sončnica	262,84	253,49	244,25	259,17	250,13	241,19	233,53	226,62	219,82

Pri integrirani pridelavi so emisije toplogrednih plinov še nekoliko nižje v primerjavi z emisijami pri konvencionalni pridelavi. Emisije so ponovno najnižje pri koruzi za silažo in najvišje pri oljnicah (oljna ogrščica in sončnica).



Slika 60: Emisije TGP poljedelskih pridelkov za integrirano pridelavo

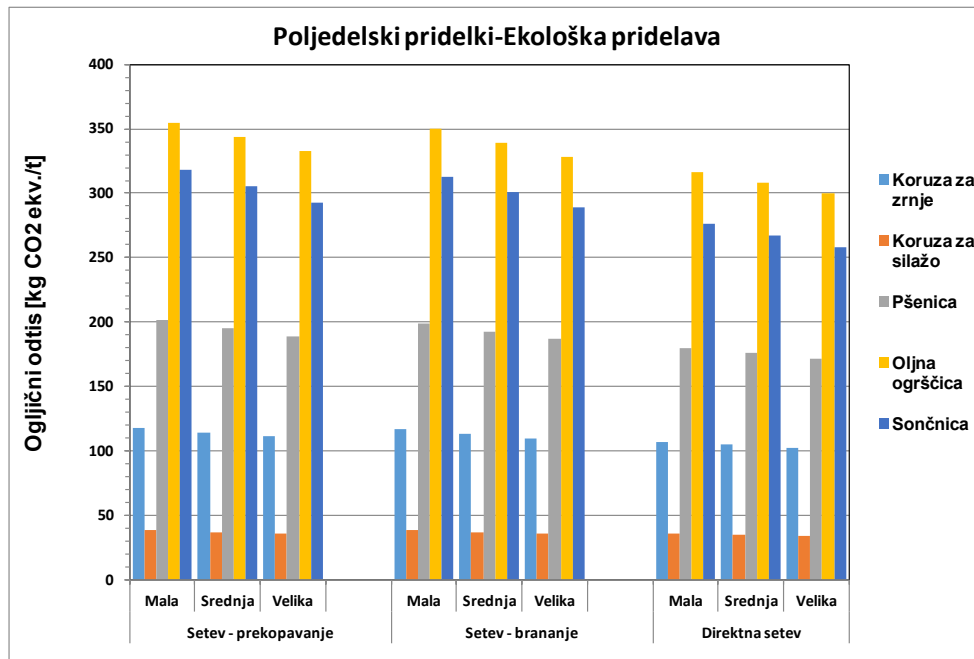
Slika 68 prikazuje emisije TGP poljedelskih pridelkov za integrirano pridelavo za koruzo (silažno in v zrnju), pšenico, oljno ogrščico in sončnico, vzete so tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika), konvencionalna obdelava tal in direktna setev

Tudi pri ekološki pridelavi so najnižje emisije pri koruzi za silažo in se v primeru male kmetije gibljejo od 38,35 kg CO₂ ekv./t pridelka pri konvencionalni setvi do 35,92 kg CO₂ ekv./t pridelka pri direktni setvi. Ponovno so precej višje pri koruzi za zrnje in se gibljejo od 117,7 kg CO₂ ekv./t pridelka pri konvencionalni setvi do 107,06 kg CO₂ ekv./t pridelka pri direktni setvi.

Tabela 21: Emisije TGP poljedelskih pridelkov določeni za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) in dva načina setve (ekološka pridelava)

	Setev v tla dopolnilno obdelana s prekopalnikom			Setev v tla dopolnilno obdelana z brano)			Direktna setev		
	[kg CO ₂ ekv./t pridelka]			[kg CO ₂ ekv./t pridelka]			[kg CO ₂ ekv./t pridelka]		
	Mala	Srednja	Velika	Mala	Srednja	Velika	Mala	Srednja	Velika
Koruza za zrnje	117,69	114,24	110,88	116,36	113,03	109,77	107,06	104,51	102,02
Koruza za silažo	38,358	37,010	35,679	38,054	36,732	35,426	35,929	34,784	33,655
Pšenica	201,17	195,06	189,02	198,51	192,62	186,81	179,92	175,58	171,31
Oljna ogrščica	354,689	343,578	332,600	349,860	339,151	328,576	316,056	308,164	300,406
Sončnica	318,41	305,67	293,08	313,10	300,80	288,66	275,92	266,72	257,67

Pri ekološki pridelavi pšenice se emisije toplogrednih plinov gibljejo od 201,17 kg CO₂ ekv./t pridelka pri konvencionalni setvi do 179,92 kg CO₂ ekv./t pridelka pri direktni setvi. Najvišje emisije so ponovno pri oljnicah in znašajo za oljno ogrščico od 354,68 kg CO₂ ekv./t pridelka pri konvencionalni setvi do 316,05 kg CO₂ ekv./t pridelka za direktno setev ter od 318,41 kg CO₂ ekv./t pridelka pri konvencionalni setvi do 275,92 kg CO₂ ekv./t pridelka za direktno setev za sončnico.



Slika 61: Emisije TGP poljedelskih pridelkov za ekološko pridelavo

Slika 69 prikazuje emisije TGP poljedelskih pridelkov za ekološko pridelavo, za koruzo (silažno in v zrnju), pšenico, oljno ogrščico in sončnico, vzete so tri velikosti kmetij, konvencionalna obdelava in direktna setev

Največji delež emisij pri pridelavi poljščin je iz porabe mineralnih gnojil. Delež emisij TGP iz gnojil predstavlja od 51 % do 75 % od celotnih emisij pri konvencionalni in integrirani pridelavi poljščin. Zaradi uporabe organskega gnojila v ekološki pridelavi je ogljični odtis manjši in delež emisije iz gnojil znaša od 20 % do 35 % celotne emisije.

13.7 Ogljični odtis sadjarskih pridelkov

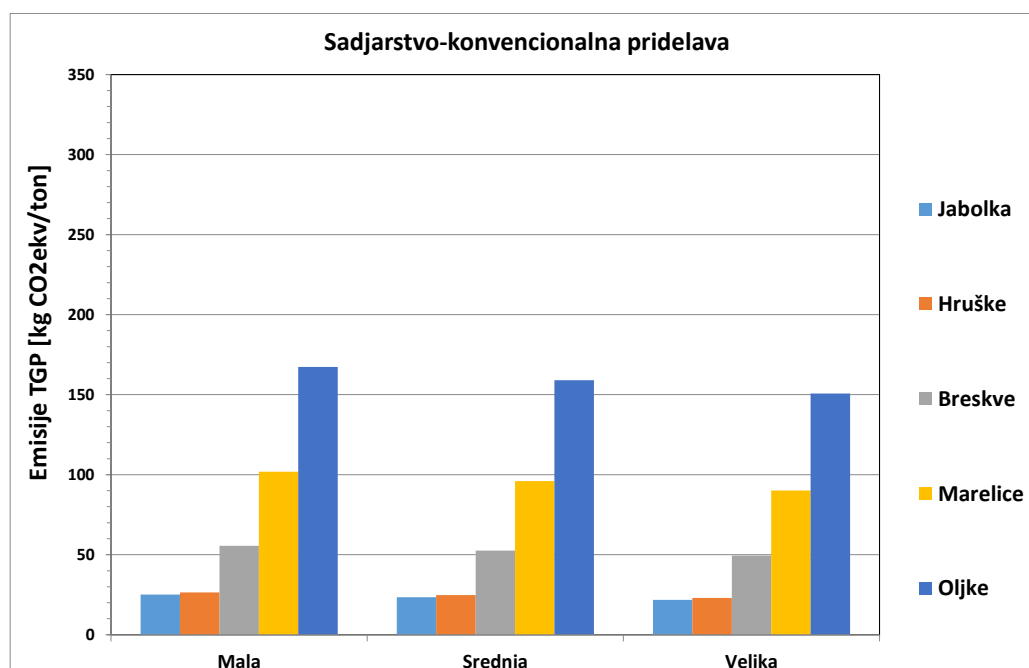
Ogljični odtisi za pridelke v sadjarstvu in vinogradništvu so izračunani za naslednje pridelke:

1. jabolke,
2. hruške,
3. breskve,
4. marelice,
5. oljke in
6. grozdje.

Izračunani so ogljični odtisi za sadjarske pridelke in vinogradništvo po velikosti kmetije (mala, srednja, velika), vrsti pridelave (konvencionalna, integrirana in ekološka).

Emisije CO₂ nastanejo zaradi uporabe mineralnega dizelskega goriva pri vseh mehaniziranih opravilih v sadjarski pridelavi: osnovna in dopolnilna obdelava tal, gnojenje, varstvo, strojno pobiranje pridelka in interni transport pri pridelavi. Zaradi uporabe gnojil (anorganska in

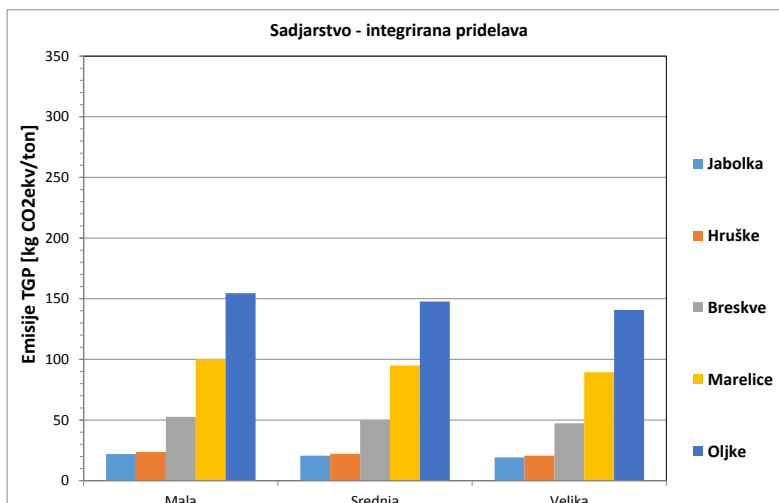
organska) nastanejo dodatne emisije toplogrednih plinov, ki so preračunane na ekvivalent CO_2 . Seštevek emisij iz porabe mineralnega dizelskega goriva in gnojil (mineralnih in organskih) nam da končno emisijo CO_2 . Ogljični odtisi v konvencionalni pridelavi sadja so določeni iz povprečne porabe mineralnega dizelskega goriva (poraba goriva izmerjena na kmetijah) za delovne operacije ter predvidenih količin gnojila (organskega in anorganskega) za določeni pridelek sadja. Emisije toplogrednih plinov v primeru male kmetije znašajo od 25,1 kg CO_2 ekv./t pridelka do 167,3 kg CO_2 ekv./t pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 23,4 kg CO_2 ekv./t do 159 kg CO_2 ekv./t pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 21,8 kg CO_2 ekv./t do 150,6 kg CO_2 ekv./t pridelka. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na jabolke, najvišja pa na oljke. Glede naraščanja višin emisij CO_2 ekv./t pridelka - sadja, jabolkam sledijo hruške, za tem pa breskve in marelice. Emisije CO_2 ekv./t pridelka – sadja, upadajo z velikostjo kmetije, najvišje so pri mali ter najnižje pri veliki kmetiji usmerjeni v sadjarsko pridelavo.



Slika 62: Emisije TGP določene za tri velikosti kmetij v primeru konvencionalne sadjarske pridelave

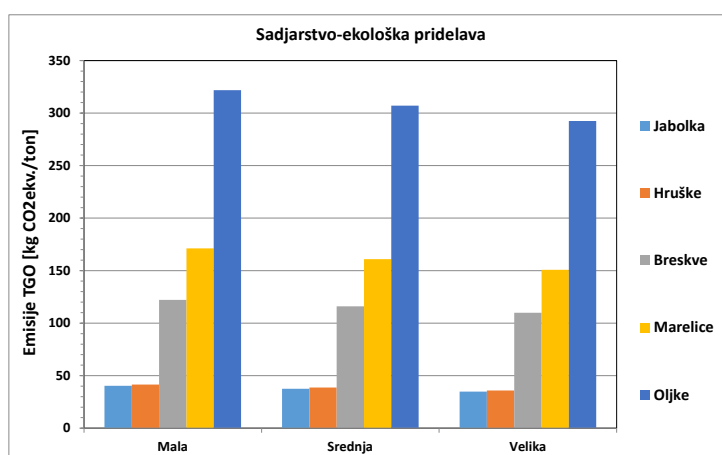
Slika 70 prikazuje emisije TGP določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru konvencionalne sadjarske pridelave

Ogljični odtisi v integrirani pridelavi sadja so določeni iz povprečne porabe mineralnega dizelskega goriva (poraba goriva izmerjena na kmetijah) za delovne operacije ter predvidenih količin gnojila (organskega in anorganskega) za določeni pridelek sadja. Emisije toplogrednih plinov v primeru male kmetije znašajo od 21,9 kg CO_2 ekv./t do 154,5 kg $\text{CO}_{2\text{ekv.}}$ /t pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 20,6 kg CO_2 ekv./t do 147,6 kg CO_2 ekv./t pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 19,2 kg CO_2 ekv./t do 140,7 kg CO_2 ekv./t pridelka. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na jabolke, najvišja pa na oljke. Glede naraščanja višin emisij CO_2 ekv./t pridelka - sadja, jabolkam sledijo hruške, za tem pa breskve in marelice. Emisije CO_2 ekv./t pridelka – sadja, upadajo z velikostjo kmetije, najvišje so pri mali ter najnižje pri veliki kmetiji usmerjeni v sadjarsko pridelavo. Emisije CO_2 ekv./t pridelka – sadja upadajo z velikostjo kmetije, najvišje so pri mali ter najnižje pri veliki kmetiji usmerjeni v sadjarsko pridelavo.



Slika 63: Emisije TGP določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru integrirane sadjarske pridelave

Emisije v ekološki pridelavi sadja so določene iz povprečne porabe mineralnega dizelskega goriva (poraba goriva izmerjena na kmetijah) za delovne operacije ter predvidenih količin gnojila (organskega in anorganskega) za določeni pridelek sadja. Emisije toplogrednih plinov v primeru male kmetije znašajo od 40,3 kg CO₂ ekv./t do 321,74 kg CO₂ ekv./t pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 37,6 kg CO₂ ekv./t do 307,11 kg CO₂ ekv./t pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 34,8 kg CO₂ ekv./t do 292,4 kg CO₂ ekv./t pridelka. Vidna je tudi velika razlika v ogljičnem odtisu med pridelavo jabolk in oljk, npr. za malo kmetijo ogljični odtis je celo 7,9 krat višji v primeru oljk. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na jabolke, najvišja pa na oljke. Glede naraščanja višin emisij CO_{2ekv./t} pridelka - sadja, jabolkam sledijo hruške, za tem pa breskve in marelice. Emisije CO_{2ekv./t} pridelka – sadja upadajo z velikostjo kmetije, najvišje so pri mali ter najnižje pri veliki kmetiji usmerjeni v sadjarsko pridelavo.



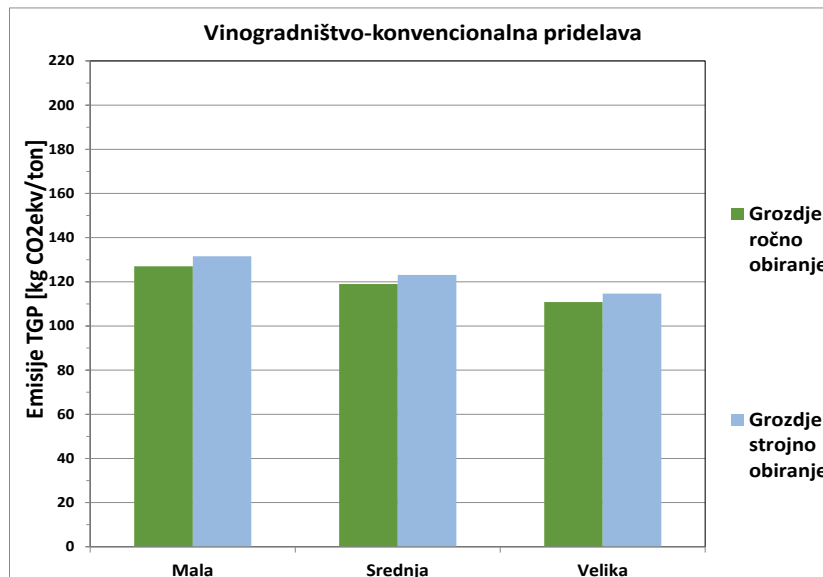
Slika 64: Emisije TGP določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru ekološke sadjarske pridelave

Integrirana in ekološka pridelava se glede mehaniziranih delovnih postopkov najbolj razlikujeta od konvencionalne pridelave. Iz tega izhajajo tudi razlike v porabi energije med posameznimi pridelavami. Tako se v konvencionalni sadjarski pridelavi lahko uporablja tudi dopolnilna obdelava tal, za vzdrževanje medvrstnega prostora v sadovnjaku pa se uporablja škropljenje s herbicidi za zatiranje plevelov in trave v vrsti. Poleg tega ima konvencionalna

pridelava največje število škropljenj v primerjavi z integrirano in ekološko pridelavo. V integrirani pridelavi ni dopolnilne obdelave tal za vzdrževanje medvrstnega prostora v vinogradu (za vzdrževanje omenjenega prostora v sadovnjaku se uporablja mulčenje ter škropljenje plevelov s herbicidi v vrsti). Poleg tega je število škropljenj v tej pridelavi zmanjšano v primerjavi s konvencionalno pridelavo. V ekološki pridelavi se za vzdrževanje zatravljenega prostora v sadovnjaku uporablja med vrstno mulčenje in košnja tal v vrsti. Mulčenje se opravlja z elisnimi ali mulčerji kladivarji, poraba dovoljenih fitofarmaceutskih sredstev za varstvo sadnih dreves je zmanjšana, tako da je število škropljenj še nižje v primerjavi z integrirano pridelavo. Razlika je tudi pri porabi energije za gnojenje, pri konvencionalni pridelavi se uporablja gnojenje z mineralnimi gnojili. V primeru integrirane pridelave je predvidena uporaba mineralnega in hlevskega gnoja, za ekološko pridelavo pa je predvideno, da se uporablja hlevski gnoj. V ekološki pridelavi se uporabljajo organska gnojila (gnoj), ki imajo nižje emisije toplogrednih plinov v primerjavi z anorganskimi gnojili (mineralna gnojila). Poleg tega se v ekološki pridelavi lahko tudi uporablja kombinacija organskih gnojil v kombinaciji s počasi topnimi mineralnimi gnojili. Za vse tri načine sadjarske pridelave (konvencionalna, integrirana, ekološka) ter tri velikostne razrede kmetij je značilno da najmanjši ogljični odtis ima pridelava jabolk, sledi pa pridelava hrušk, breskev, marelic in oljk.

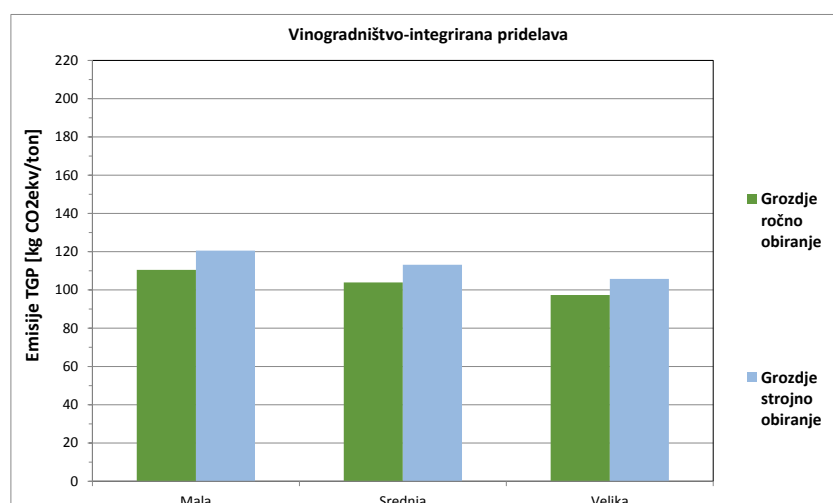
13.8 Ogljični odtis vinogradništva

Emisije TGP nastanejo zaradi uporabe mineralnega dizelskega goriva pri vseh mehaniziranih opravilih v vinogradniški pridelavi: osnovna in dopolnilna obdelava tal, gnojenje, varstvo, strojno pobiranje pridelka in interni transport pri pridelavi. Zaradi uporabe gnojil (anorganska in organska) nastanejo dodatne emisije toplogrednih plinov, ki so preračunane na ekvivalent CO_2 . Seštevek emisij iz porabe mineralnega dizelskega goriva in gnojil (mineralnih in organskih) nam da končno emisijo CO_2 . Ogljični odtisi v konvencionalni pridelavi grozdja so določeni iz povprečne porabe mineralnega dizelskega goriva (poraba goriva izmerjena na kmetijah) za delovne operacije ter predvidenih količin gnojila (organskega in anorganskega) za določeni pridelek grozdja. Emisije toplogrednih plinov v primeru male kmetije znašajo 127,04 kg CO_2 ekv./t pridelka pri ročnem pobiranju pridelka grozdja ter 131,6 kg CO_2 ekv./t pridelka pri strojnem pobiranju pridelka grozdja. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 118,9 kg CO_2 ekv./t pridelka pri ročnem pobiranju pridelka grozdja ter 123,1 kg CO_2 ekv./t pridelka pri strojnem pobiranju pridelka grozdja. Za veliko kmetijo emisije znašajo 110,8 kg CO_2 ekv./t pridelka pri ročnem pobiranju pridelka grozdja ter 114,6 kg CO_2 ekv./t pridelka pri strojnem pobiranju pridelka grozdja. Emisije CO_2 ekv./t pridelka – grozdja, upadajo z velikostjo kmetije, najvišje so pri mali ter najnižje pri veliki kmetiji usmerjeni v vinogradniško pridelavo. Poleg tega so emisije CO_2 ekv./t pridelka – grozdja nekoliko višje pri vseh treh velikostih kmetij pri mehaniziranem pobiranju pridelka grozdja v primerjavi z ročno trgatvijo grozdja.



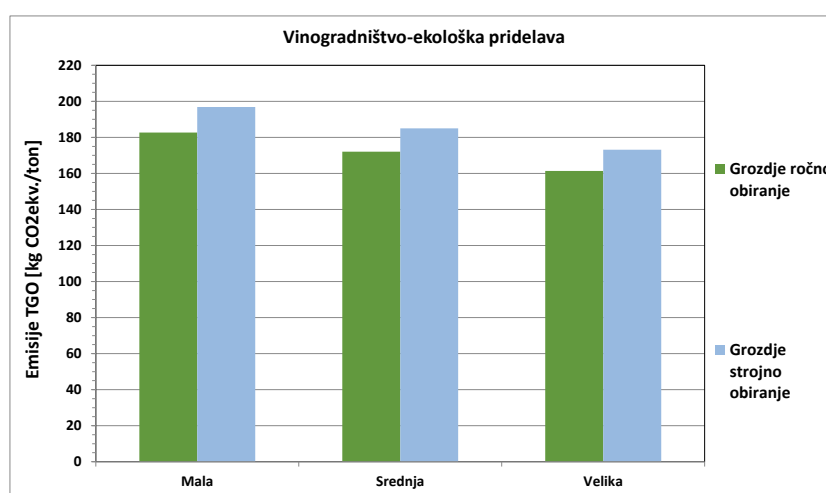
Slika 65: Emisije TGP določene za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru konvencionalne vinogradniške pridelave

Ogljični odtisi v integrirani pridelavi grozdja so določeni iz povprečne porabe mineralnega dizelskega goriva (poraba goriva izmerjena na kmetijah) za delovne operacije ter predvidenih količin gnojila (organskega in anorganskega) za določeni pridelek grozdja. Emisije toplogrednih plinov v primeru male kmetije znašajo 110,4 kg CO_{2ekv}/t pridelka pri ročnem pobiranju pridelka grozdja ter 120,6 kg CO_{2ekv}/t pridelka pri strojnem pobiranju pridelka grozdja. V primeru srednje velike kmetije emisije znašajo 103,9 kg CO_{2ekv}/t pridelka pri ročnem pobiranju pridelka grozdja ter 113,2 kg CO_{2ekv}/t pridelka pri strojnem pobiranju pridelka grozdja. Za veliko kmetijo emisije znašajo 97,3 kg CO_{2ekv}/t pridelka pri ročnem pobiranju pridelka grozdja ter 105,8 kg CO_{2ekv}/t pridelka pri strojnem pobiranju pridelka grozdja. Emisije CO_{2ekv}/t pridelka – grozdja upadajo z velikostjo kmetije, najvišje so pri mali ter najnižje pri veliki kmetiji usmerjeni v vinogradniško pridelavo. Poleg tega so emisije CO_{2ekv}/t pridelka – grozdja nekoliko višje pri vseh treh velikostih kmetij pri mehaniziranem pobiranju pridelka grozdja v primerjavi z ročno trgatvijo grozdja.



Slika 66: Ogljični odtis določen za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru integrirane vinogradniške pridelave

Ogljični odtisi v ekološki pridelavi grozdja so določeni iz povprečne porabe mineralnega dizelskega goriva (poraba goriva izmerjena na kmetijah) za delovne operacije ter predvidenih količin gnojila (organskega in počasi topnih anorganskih) za določeni pridelek grozdja. Emisije toplogrednih plinov v primeru male kmetije znašajo 182,7 kg CO₂ ekv./t pridelka pri ročnem pobiranju pridelka grozdja ter 196,8 kg CO₂ ekv./t pridelka pri strojnem pobiranju pridelka grozdja. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 172 kg CO₂ ekv./t pridelka pri ročnem pobiranju pridelka grozdja ter 185 kg CO₂ ekv./t pridelka pri strojnem pobiranju pridelka grozdja. Za veliko kmetijo emisije znašajo 161,3 kg CO₂ ekv./t pridelka pri ročnem pobiranju pridelka grozdja ter 173,1 kg CO₂ ekv./t pridelka pri strojnem pobiranju pridelka grozdja. Emisije CO₂ ekv./t pridelka – grozdja upadajo z velikostjo kmetije, najvišje so pri mali ter najnižje pri veliki kmetiji usmerjeni v vinogradniško pridelavo. Poleg tega so emisije CO₂ ekv./t pridelka – grozdja nekoliko višje pri vseh treh velikostih kmetij pri mehaniziranem pobiranju pridelka grozdja v primerjavi z ročno trgatvijo grozdja.



Slika 67: Ogljični odtis določen za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika) v primeru ekološke vinogradniške pridelave

Integrirana in ekološka pridelava se glede mehaniziranih delovnih postopkov najbolj razlikujeta od konvencionalne pridelave. Iz tega izhajajo tudi razlike v porabi energije med posameznimi pridelavami. Tako se v konvencionalni vinogradniški pridelavi lahko uporablja tudi dopolnilna obdelava tal, za vzdrževanje medvrstnega prostora v vinogradu pa se uporablja škropljenje s herbicidi za zatiranje plevelov in trave v vrsti. Poleg tega konvencionalna pridelava ima največje število škropljenj v primerjavi z integrirano in ekološko pridelavo. V integrirani pridelavi ni dopolnilne obdelave tal za vzdrževanje medvrstnega prostora v vinogradu (za vzdrževanje omenjenega prostora v vinogradu se uporablja mulčenje ter škropljenje plevelov s herbicidi v vrsti). Poleg tega je število škropljenj v tej pridelavi zmanjšano v primerjavi s konvencionalno pridelavo. V ekološki pridelavi se za vzdrževanje zatravljenega prostora v vinogradu uporablja med vrstno mulčenje in košnja tal v vrsti. Mulčenje se opravlja z elisnimi ali mulčerji kladivarji, poraba dovoljenih fitofarmaceutskih sredstev (bakreni preparati) za varstvo trte je zmanjšana na 20 do 50 %, tako da je število škropljenj še nižje v primerjavi z integrirano pridelavo. Razlika je tudi pri porabi energije za gnojenje, pri konvencionalni pridelavi se uporablja gnojenje z mineralnimi gnojili. V primeru integrirane pridelave je predvidena uporaba mineralnega in hlevskega gnoja, za ekološko pridelavo pa je predvideno, da se uporablja hlevski gnoj. V ekološki pridelavi se uporabljajo organska gnojila (gnoj), ki imajo nižje emisije toplogrednih plinov v primerjavi z anorganskimi gnojili (mineralna gnojila). Poleg tega se v ekološki pridelavi lahko tudi uporablja kombinacija organskih gnojil v kombinaciji s počasi topnimi mineralnimi gnojili.

13.9 Ogljični odtis vrtnarske pridelave

Ogljični odtisi so izračunani za naslednje povrtnine:

1. zelje,
2. čebula,
3. paradižnik,
4. paprika in
5. kumare.

Izračunani so ogljični odtisi povrtnin po velikosti kmetije (mala, srednja, velika), vrsti pridelave (konvencionalna, integrirana in ekološka) in za dva načina dopolnilne obdelave tal (prekopavanje ali brananje).

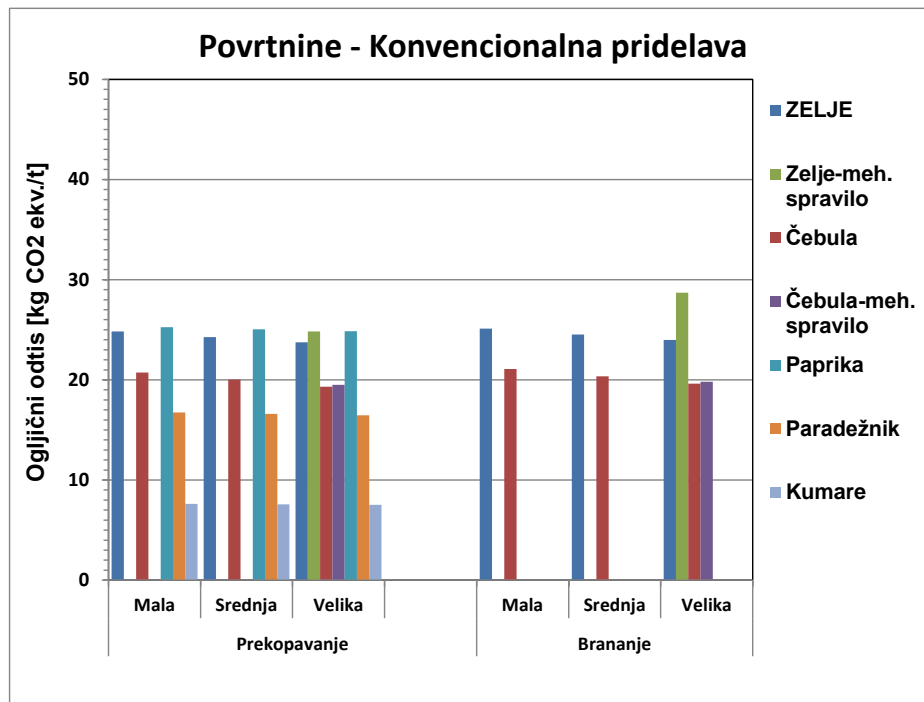
Izračunani so ogljični odtisi za vrtnarske pridelke po velikosti kmetije (mala, srednja, velika) in vrste pridelave (konvencionalna, integrirana, ekološka) za dva načina dopolnilne obdelave tal (prekopavanje ali brananje). Na osnovi izračuna ogljičnih odtisov pridelave je možno primerjati ogljične odtise posameznega pridelka glede na velikost kmetije in vrste obdelave tal (za dva načina dopolnilne obdelave tal).

Emisije CO₂ nastanejo zaradi uporabe mineralnega dizelskega goriva pri vseh mehaniziranih opravilih v pridelavi: osnovna in dopolnilna obdelava tal, setev, gnojenje, varstvo rastlin, pobiranje in transport pri pridelavi. Ogljični odtisi so določeni iz povprečne porabe goriva, ki je izmerjena na več kmetijah ter predvidenih količin gnojila (organskega in anorganskega). Zaradi uporabe gnojil (anorganska in organska) nastanejo dodatne emisije toplogrednih plinov, ki so preračunane na ekvivalent CO₂. Seštevek emisij iz porabe goriva in gnojil (mineralnih in organskih) nam da končno emisijo CO₂.

Za različne vrtnarske kulture je značilno da se jih tudi prideluje v pokritih prostorih – objektih (staklenjaki, plastenjaki). V omenjenem primeru se uporablja poleg mineralnega dizelskega goriva tudi električna energija.

Integrirana pridelava je namenjena za kmetije, ki se usmerjajo s konvencionalne pridelave postopoma na ekološko pridelavo. Za malo kmetijo je določena velikost obdelovalnih površin do 5 ha, srednjo od 5 do 10 ha in veliko nad 10 ha.

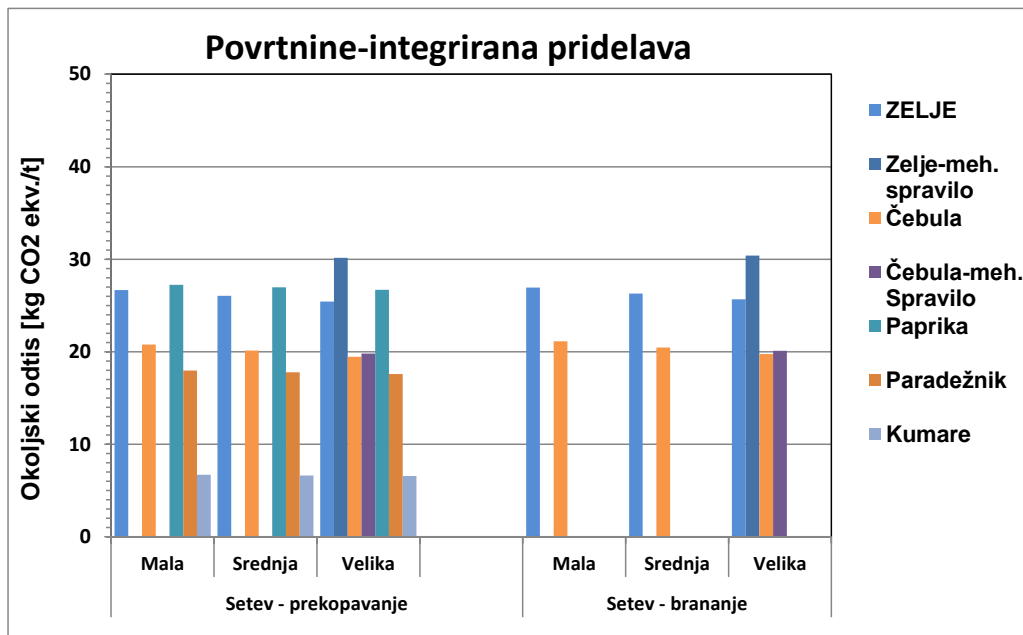
Emisije toplogrednih plinov v primeru v primeru konvencionalne pridelave, za malo kmetijo znašajo od 7,6 kg CO₂ ekv./t do 25,2 kg CO₂ ekv./t pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 7,5 kg CO₂ ekv./t do 25,0 kg CO₂ ekv./t pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 7,5 kg CO₂ ekv./t do 24,8 kg CO₂ ekv./t pridelka. Pri emisijah ni posebnih razlik med integrirano pridelavo, kjer se opravi dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji – prekopalniki ali stroji za dopolnilno obdelavo tal s pasivnimi delovnimi elementi. Poseben primer so samo emisije pri zelju z mehanskim spravilom (mehansko spravilo je obravnavano samo v primeru velike kmetije). V omenjenem primeru emisije znašajo 24,8 kg CO₂ ekv./t pridelka – zelja pri dopolnilni obdelavi tal z rotacijskimi stroji za obdelavo tal – prekopalniki in 28,7 kg CO₂ ekv./t pridelka – zelja pri dopolnilni obdelavi tal s pasivnimi stroji za dopolnilno obdelavo tal - brananje. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Glede naraščanja višin emisij CO₂ ekv./t pridelka - povrtnin, kumaram sledi paradižnik, za tem pa čebula in zelje. Emisije CO₂ ekv./t pridelka – povrtnin so približno enake za vse tri velikosti kmetij.



Slika 68: Emisije TGP vrtnarskih pridelkov za konvencionalno pridelavo

Slika 76 prikazuje emisije TGP vrtnarskih pridelkov za konvencionalno pridelavo za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika), konvencionalna obdelava tal in setev, pred setvijo se uporablja dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji za obdelavo tal (prekopalniki – freze) ali z brananjem s stroji s pasivnimi delovnimi elementi

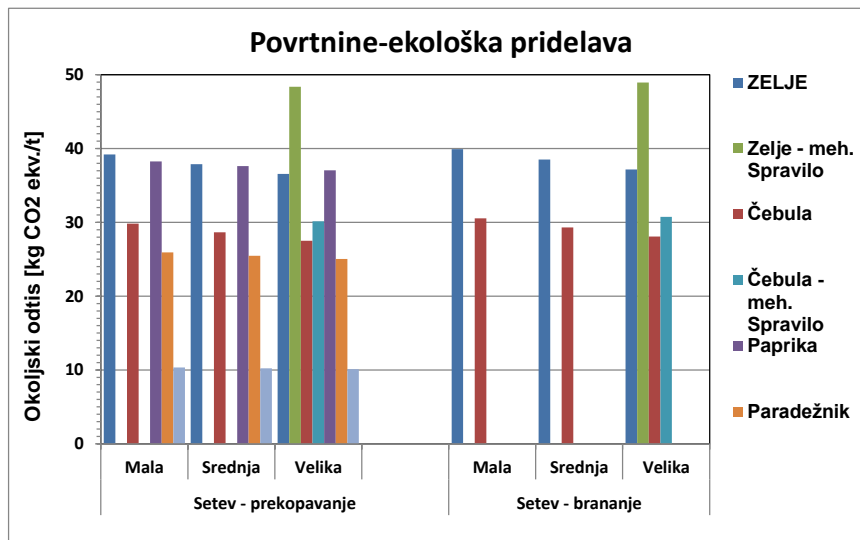
Emisije toplogrednih plinov v integrirani pridelavi v primeru male kmetije znašajo od 6,7 kg CO₂ ekv./t do 27,2 kg CO₂ ekv./t pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 6,6 kg CO₂ ekv./t do 26,9 kg CO₂ ekv./t pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 6,5 kg CO₂ ekv./t do 26,7 kg CO₂ ekv./t pridelka. Pri emisijah ni posebnih razlik med integrirano pridelavo, kjer se opravi dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji – prekopalniki ali stroji za dopolnilno obdelavo tal s pasivnimi delovnimi elementi. Poseben primer so samo emisije pri zelju z mehanskim spravilom (mehansko spravilo je obravnavano samo v primeru velike kmetije). V omenjenem primeru emisije znašajo 30,16 CO₂ ekv./t pridelka – zelja pri dopolnilni obdelavi tal z rotacijskimi stroji za obdelavo tal – prekopalniki in 30,4 kg CO₂ ekv./t pridelka – zelja pri dopolnilni obdelavi tal s pasivnimi stroji za dopolnilno obdelavo tal - brananje. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Glede naraščanja višin emisij CO₂ ekv./t pridelka - povrtnin, kumaram sledi paradežnik, za tem pa čebula in zelje. Emisije CO₂ ekv./t pridelka – povrtnin so približno enake za vse tri velikosti kmetij.



Slika 69: Emisije TGP vrtnarskih pridelkov za integrirano pridelavo

Slika 77 prikazuje emisije TGP vrtnarskih pridelkov za integrirano pridelavo za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika), konvencionalna obdelava tal in setev, pred setvijo se uporablja dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji za obdelavo tal (prekopalniki – freze) ali z brananjem s stroji s pasivnimi delovnimi elementi za koruzo (silažno in v zrnju)

Emisije toplogrednih plinov v ekološki pridelavi v primeru male kmetije znašajo od 10,3 kg CO₂ ekv./t do 39,2 kg CO₂ ekv./t pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 10,2 kg CO₂ ekv./t do 37,8 kg CO₂ ekv./t pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 10,1 kg CO₂ ekv./t do 36,5 kg CO₂ ekv./t pridelka. Pri emisijah ni posebnih razlik med ekološko pridelavo, kjer se opravi dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji – prekopalniki ali stroji za dopolnilno obdelavo tal s pasivnimi delovnimi elementi. Poseben primer so samo emisije pri zelju z mehanskim spravilom (mehansko spravilo je obravnavano samo v primeru velike kmetije). V omenjenem primeru emisije znašajo 48,3 kg CO₂ ekv./t pridelka – zelja pri dopolnilni obdelavi tal z rotacijskimi stroji za obdelavo tal – prekopalniki in 48,9 kg CO₂ ekv./t pridelka – zelja pri dopolnilni obdelavi tal s pasivnimi stroji za dopolnilno obdelavo tal - brananje. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Glede naraščanja višin emisij CO₂ ekv./t pridelka - povrtin, kumaram sledi paradižnik, za tem pa čebula in zelje. Emisije CO₂ ekv./t pridelka – povrtin so približno enake za vse tri velikosti kmetij.



Slika 70: Emisije TGP vrtnarskih pridelkov za ekološko pridelavo

Slika 78 prikazuje emisije TGP vrtnarskih pridelkov za ekološko pridelavo za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika), konvencionalna obdelava tal in setev, pred setvijo se uporablja dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji za obdelavo tal (prekopalniki – freze) ali z brananjem s stroji s pasivnimi delovnimi elementi

Ogljični odtis konvencionalne in integrirane ekološke vrtnarske pridelave je približno enak, nekoliko višji pa je okoljski odtis ekološke vrtnarske pridelave. Pri vseh treh pridelavah najvišji odtis ima pridelava zelja, kjer odstopa pridelava z mehanskim spravilom zelja (na velikih kmetijah).

13.10 Ogljični odtis živinoreje

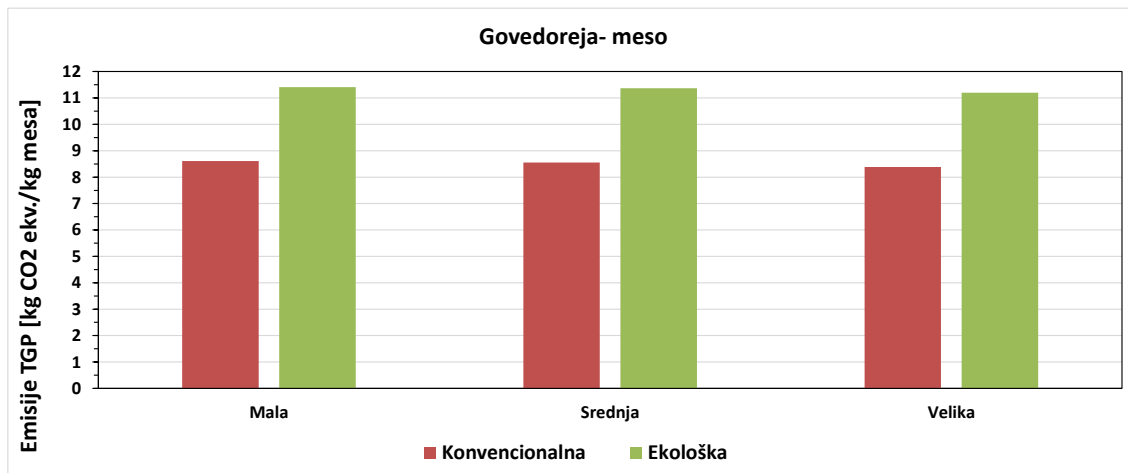
Ogljični odtisi za pridelke v živinoreji so izračunani za:

1. prirejo mesa:
 - govejo meso
 - svinjsko meso
 - perutninsko meso
2. prirejo mleka

13.10.1 Goveje meso

Izračunani so ogljični odtisi različnih vrst mesa glede velikosti kmetije (mala, srednja, velika) za govedorejo, prašičerejo in perutninarstvo ter dva načina reje (konvencionalna, ekološka).

Analiza emisij toplogrednih plinov v govedoreji v pridelavi govejih pitancev za meso (emisije toplogrednih plinov od začetka procesa v hlevu do konca procesa v hlevu) je pokazala, da se emisije omenjenih plinov gibljejo od 8,3 do 8,5 kg CO₂ ekv./kg mesa (odvisno od velikosti črede in tehnologije reje, ki je povezana s porabo energije) pri konvencionalnem načinu reje oziroma od 11,1 do 11,3 kg CO₂ ekv./kg mesa pri ekološkem načinu reje. Emisije CO₂ ekv./kg mesa so nekoliko višje v primeru ekološke prireje, ker se porabi nekoliko več energije v samem procesu pitanja živali zaradi daljšega obdobja pitanja, poleg tega je masa klavnega trupa živali, tudi nižja v primerjavi s konvencionalno rejo (Slika 71).

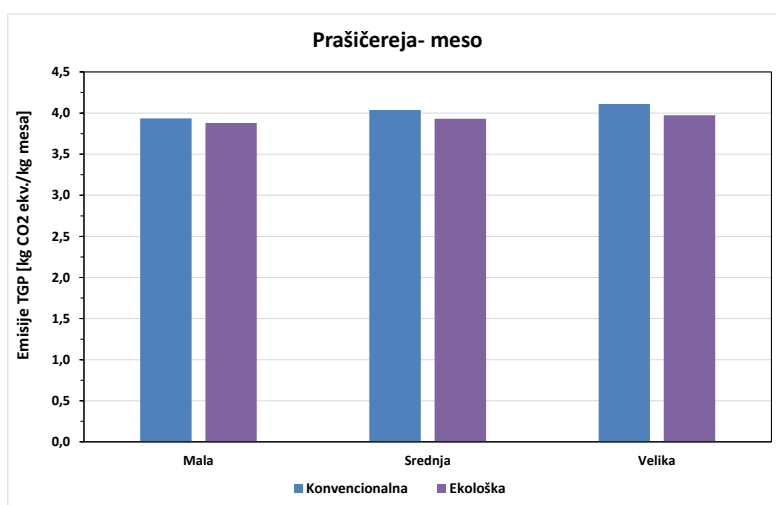


Slika 71: Ogljični odtis govejega mesa pri konvencionalnem in ekološkem načinu reje

13.10.2 Prašičje meso

Emisijam toplogrednih plinov iz reje živali (konvencionalna pridelava) so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje mesa (proces v klavnici, hlajenje mesa). Ugotovili smo, da pri konvencionalnem načinu reje živali za tri velikosti kmetij, celotne emisije (reja + procesiranje mesa) toplogrednih plinov znašajo: 3,9 kg CO₂ ekv./kg za malo čredo, 4,0 kg CO₂ ekv./kg za srednjo čredo in 4,1 kg CO₂ ekv./kg za veliko čredo. Vidno je da v primeru konvencionalne pridelave emisije (kg CO₂ ekv./kg) minimalno naraščajo z velikostjo črede.

Emisijam toplogrednih plinov iz reje živali (ekološka pridelava) so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje mesa (proces v klavnici, hlajenje mesa). Ugotovili smo, da pri ekološkem načinu reje živali za tri velikosti čred, celotne emisije (reja + procesiranje mesa) toplogrednih plinov znašajo: 3,8 kg CO₂ ekv./kg za malo čredo, 3,9 kg CO₂ ekv./kg za srednjo čredo in 3,9 kg CO₂ ekv./kg za veliko čredo. Vidno je da so pri ekološki pridelavi, emisije (kg CO₂ ekv./kg) glede velikosti črede, praktično enake. Poleg tega je vidno da so skupne emisije toplogrednih plinov iz reje živali in procesiranja mesa pri ekološki pridelavi v primerjavi s konvencionalno pridelavo minimalno nižje. Nižje emisije so v primeru čred nad 100 živali.



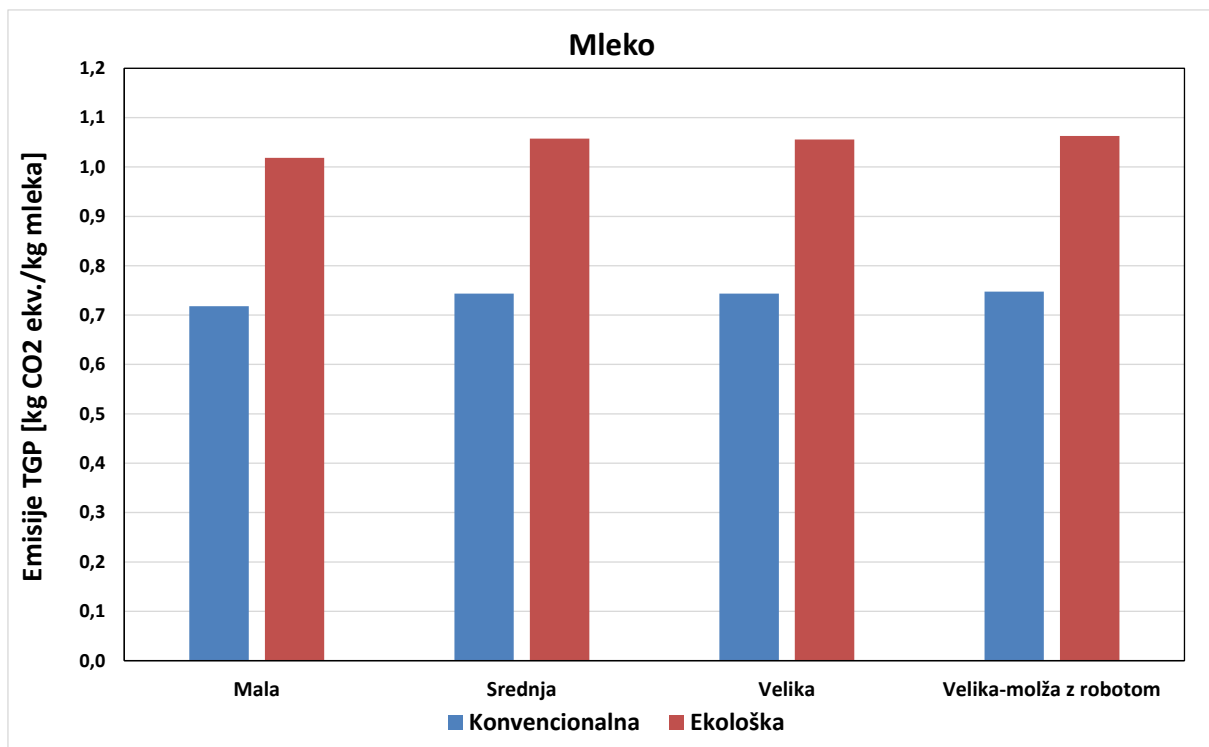
Slika 72: Emisije TGP za konvencionalno in ekološko rejo in procesiranje prašičjega mesa.

Na sliki 72 so prikazane emisije TGP (kg CO₂ ekv./kg končnega produkta) za konvencionalno in ekološko rejo in procesiranje prašičjega mesa za tri velikosti čred (mala, srednja, velika). Emisije kg CO₂ ekv./kg mesa so v primeru ekološke reje minimalno nižje v primerjavi s konvencionalno rejo, ker se porabi tudi nekoliko manj energije v samem procesu pitanja živali (masa klavnega trupa živali pa je enaka v primeru konvencionalne in ekološke pridelave). Pri predelavi mesa je energetske najbolj potratna proizvodnja trajnih mesnih izdelkov. Če emisijam iz reje in procesiranja mesa še prištejemo vrednosti emisije za transport mesa so celotne emisije še višje.

13.10.3 Prireja mleka

Izračunani so ogljični odtisi za prirejo mleka glede velikosti kmetije (mala, srednja, velika) ter dva načina reje živali (konvencionalna, ekološka).

Analiza emisij toplogrednih plinov v proizvodnji mleka je pokazala, da prireja mleka (emisije od začetka procesa v hlevu do konca procesa v hlevu) ustvari od 0,718 kg CO₂ ekv./kg mleka do 0,74 kg CO₂ ekv./kg mleka (odvisno od velikosti črede in tehnologije reje) pri strojni molži ter 0,75 kg CO₂ ekv./kg mleka pri robotizirani molži v konvencionalnem načinu kmetovanja. Za ekološki način reje je analiza emisij toplogrednih plinov v proizvodnji mleka pokazala, da prireja mleka (emisije od začetka procesa v hlevu do konca procesa v hlevu) ustvari od 1,02 kg CO₂ ekv./kg mleka do 1,06 kg CO₂ ekv./kg mleka (odvisno od velikosti črede in tehnologije reje) pri strojni molži ter 1,06 kg CO₂ ekv./kg mleka pri robotizirani molži.



Slika 73: Ogljični odtisi prireje mleka pri konvencionalni in ekološki reji živali

13.11 Ogljični odtis transporta

Emisije CO₂, ki nastanejo pri transportu v kmetijstvu, smo razdelili na transport s kmetijskimi traktorji in transport s tovornimi vozili. Zaradi emisij CO₂ iz mineralnega dizelskega goriva v transportu kmetijskih pridelkov smo tovorna vozila razdelili na kategorije glede nosilnosti in

porabe goriva. Iz predvidene prevožene razdalje in nosilnosti je določena porabo mineralnega dizelskega goriva v l/tono km, kar predstavlja osnovo za določanje emisij pri transportu kmetijskih pridelkov. Za porabo goriva in emisije v transportu smo ugotovili, da jih lahko znižamo z uporabo tovornih vozil namesto traktorjev ter znižanjem transportne razdalje. Emisije toplogrednih plinov zaradi transporta pridelkov iz mesta pridelave do mesta uporabe so določene na osnovi uporabe tovornega vozila za prevoz. V računalniškem programu je predpostavljena uporaba tovornega vozila različne nosilnosti (do 1,5 t, 7,2 t in 17 t) glede na prevožene razdalje. Za slovenske razmere (transport kmetijskih pridelkov od kmetije do predelave oziroma končnega uporabnika) smo definirali transportno razdaljo do 30 km, 31 do 100 km in 101 do 200 km. Na osnovi vseh podatkov smo definirali porabo energije za interni in eksterni transport s tovornimi vozili za prevoz kmetijskih pridelkov. Emisije CO₂ naraščajo s prevoženo razdaljo. Ugotovljeno pa je, da so emisije CO₂ pri transportu kmetijskih pridelkov nižje pri uporabi tovornih vozil večje nosilnosti 7,2 t in 17 t ter višje pri uporabi tovornih vozil do nosilnosti 1,5 t. Porabo goriva in emisije v transportu se lahko signifikantno zniža z uporabo tovornih vozil namesto traktorjev ter znižanjem transportne razdalje. Poleg tega tovorna vozila večje nosilnosti imajo bolj ugodno porabo goriva v primerjavi z vozili manjše nosilnosti.

Za določanje ogljičnega odtisa transporta kmetijskih pridelkov in končnih produktov smo določili naslednje scenarije:

13.11.1 Scenariji:

Prevoz mleka

Scenarij 1. Mleko se prevaža do mlekomata z vozilom 1,5 t (10 km v eno smer)

Scenarij 2. Mleko se prevaža do mlekarne s tovornjakom 7,2 t (50 km v eno smer)

Scenarij 3. Mleko se prevaža do mlekarne s tovornjakom 11 t (100 km v eno smer)

Prevoz mlečnih izdelkov

Scenarij 1. Mlečne izdelke se prevaža do tržnice z vozilom 1,5 t (10 km v eno smer)

Scenarij 2. Mlečne izdelke se prevaža do trgovskega centra s tovornjakom 7,2 t (50 km v eno smer)

Scenarij 3. Mlečne izdelke se prevaža do trgovskega centra 11 t (100 km v eno smer)

Scenarij 4. Mlečne izdelke se prevaža do trgovskega centra 18 t (200 km v eno smer)

Prevoz povrtnin

Scenarij 1. Povrtnine se prevaža do tržnice z vozilom 1,5 t (10 km v eno smer)

Scenarij 2. Povrtnine se prevaža do tržnice s tovornjakom 7,2 t (50 km v eno smer)

Scenarij 3. Povrtnine se prevaža do tržnice s tovornjakom 11 t (100 km v eno smer)

Scenarij 4. Povrtnine se prevaža do živilsko predelovalne industrije s tovornjakom 18 t (200 km v eno smer)

Prevoz sadja

Scenarij 1. Sadje se prevaža do tržnice z vozilom 1,5 t (10 km v eno smer)

Scenarij 2. Sadje se prevaža do tržnice s tovornjakom 7,2 t (50 km v eno smer)

Scenarij 3. Sadje se prevaža do tržnice s tovornjakom 11 t (100 km v eno smer)

Scenarij 4. Sadje se prevaža do živilsko predelovalne industrije s tovornjakom 18 t (200 km v eno smer)

Prevoz živali

Scenarij 1. Živali se prevaža do klavnice z vozilom 1,5 t (10 km v eno smer)

Scenarij 2. Živali se prevaža do klavnice s tovornjakom 7,2 t (50 km v eno smer)

Scenarij 3. Živali se prevaža do klavnice s tovornjakom 11 t (100 km v eno smer)

Prevoz poljedelskih pridelkov

Scenarij 1. Pridelke se prevaža do kupca z vozilom 1,5 t (10 km v eno smer)

Scenarij 2. Pridelke se prevaža do kupca s tovornjakom 7,2 t (50 km v eno smer)

Scenarij 3. Pridelke se prevaža do živilsko predelovalne industrije s tovornjakom 11 t (100 km v eno smer)

Scenarij 4. Pridelke se prevaža do živilsko predelovalne industrije s tovornjakom 18 t (200 km v eno smer)

Prevoz mesa

Scenarij 1. Meso se prevaža do tržnice z vozilom 1,5 t (10 km v eno smer)

Scenarij 2. Meso se prevaža do tržnice s tovornjakom 7,2 t (50 km v eno smer)

Scenarij 3. Meso se prevaža do tržnice s tovornjakom 11 t (100 km v eno smer)

Tabela 22: Poraba goriva za vozila različne nosilnosti

Nosilnost (t)	Razdalja (km)	tonkm	l/1000 tkm pri 100 % uporabi	Normalna uporaba	l/1000 tkm pri normalni uporabi
Transport na dolge razdalje					
17	100	1700	14,7	70 %	21,0
25	100	2500	12,8	70 %	18,3
40	100	4000	10,8	70 %	15,4
Transport v mestu					
1,5	100	150	80,0	45 %	177,8
4	100	400	37,5	45 %	83,3
7,2	100	720	26,4	45 %	58,6
11	100	1100	20,0	45 %	44,4

Pri 100 % uporabi je mišljeno da je vozilo popolnoma zasedeno s tovorom pri vožnji v obe smeri. Normalna uporaba pa predvideva večjo zasedenost s tovorom pri vozilih večje nosilnosti in manjšo zasedenost pri vozilih manjše nosilnosti in transportu v mestu.

Za dejavnosti: prevoz mleka, živali, in mesa, ki imajo enake scenarije (enaka nosilnost vozila in enake dolžine poti), velja naslednja tabela:

Tabela 23: Poraba goriva in emisije CO₂ v transportu kmetijskih pridelkov (polna uporaba 100 % zasedenost, normalna uporaba 70 % ali 45 % zasedenost tovornega vozila)

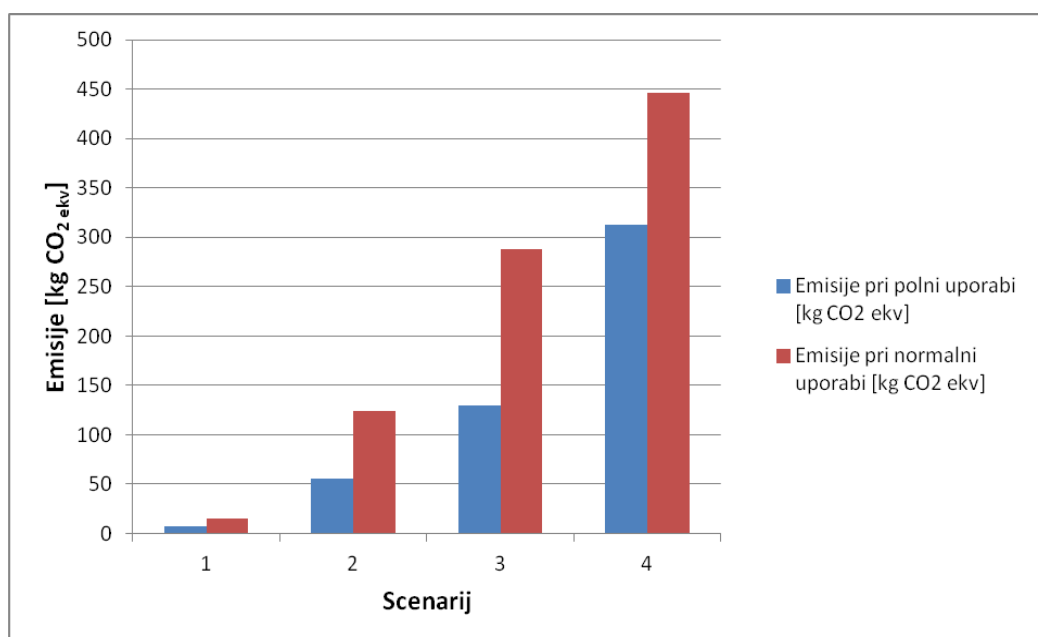
Scenarij	Nosilnost vozila [t]	Dolžina poti [km]	Poraba goriva pri polni uporabi [l/1000 tkm]	Poraba goriva pri normalni uporabi [l/1000tkm]	Porabljeno gorivo pri polni uporabi [l]	Emisije pri polni uporabi [kg CO ₂ ekv.]	Emisije pri polni uporabi [g CO ₂ ekv./kg]	Porabljeno gorivo pri normalni uporabi [l]	Emisije pri normalni uporabi [kg CO ₂ ekv.]	Emisije pri normalni uporabi [g CO ₂ ekv./kg]
1	1,5	10	80	177,8	2,4	7,1	4,7	5,3	15,7	10,5
2	7,2	50	26,4	58,6	19,0	56,1	7,8	42,2	124,5	17,3
3	11	100	20	44,4	44,0	129,9	11,8	97,7	288,3	26,2

Za dejavnosti, katere imajo štiri enake scenarije (prevoz mlečnih izdelkov, povrtnin, sadja in poljedelskih pridelkov), pa veljajo naslednji diagrami:

Tabela 24: Poraba goriva in emisije TGP v transportu kmetijskih pridelkov

Scenarij	Nosilnost vozila [t]	Dolžina poti [km]	Poraba goriva pri polni uporabi [l/1000 tkm]	Poraba goriva pri normalni uporabi [l/1000tkm]	Porabljeno gorivo pri polni uporabi [l]	Emisije pri polni uporabi [kg CO ₂ ekv.]	Emisije pri normalni uporabi [g CO ₂ ekv./kg]	Porabljeno gorivo pri normalni uporabi [l]	Emisije pri normalni uporabi [kg CO ₂ ekv.]	Emisije pri normalni uporabi [g CO ₂ ekv./kg]
1	1,5	10	80	177,8	2,4	7,1	4,7	5,3	15,7	10,5
2	7,2	50	26,4	58,6	19,0	56,1	7,8	42,2	124,5	17,3
3	11	100	20	44,4	44,0	129,9	11,8	97,7	288,3	26,2
4	18	200	14,7	21	105,8	312,4	17,4	151,2	446,2	24,8

(polna uporaba 100 % zasedenost, normalna uporaba 70 ali 45 % zasedenost tovornega vozila)



Slika 74: Emisije TGP prepeljanega izdelka oz. pridelka.

Iz obeh tabel in grafov je vidno da so emisije g CO₂ ekv./kg prepeljanega izdelka oz. pridelka višje pri normalni uporabi vozila (45 ali 70 % zasedenost vozila) v primerjavi s polno uporabo vozila (100 % zasedenost vozila).

13.12 Ogljični odtisi izdelkov v živilsko predelovalni industriji

Ogljični odtisi za pridelke v živinoreji so izračunani za naslednje izdelke:

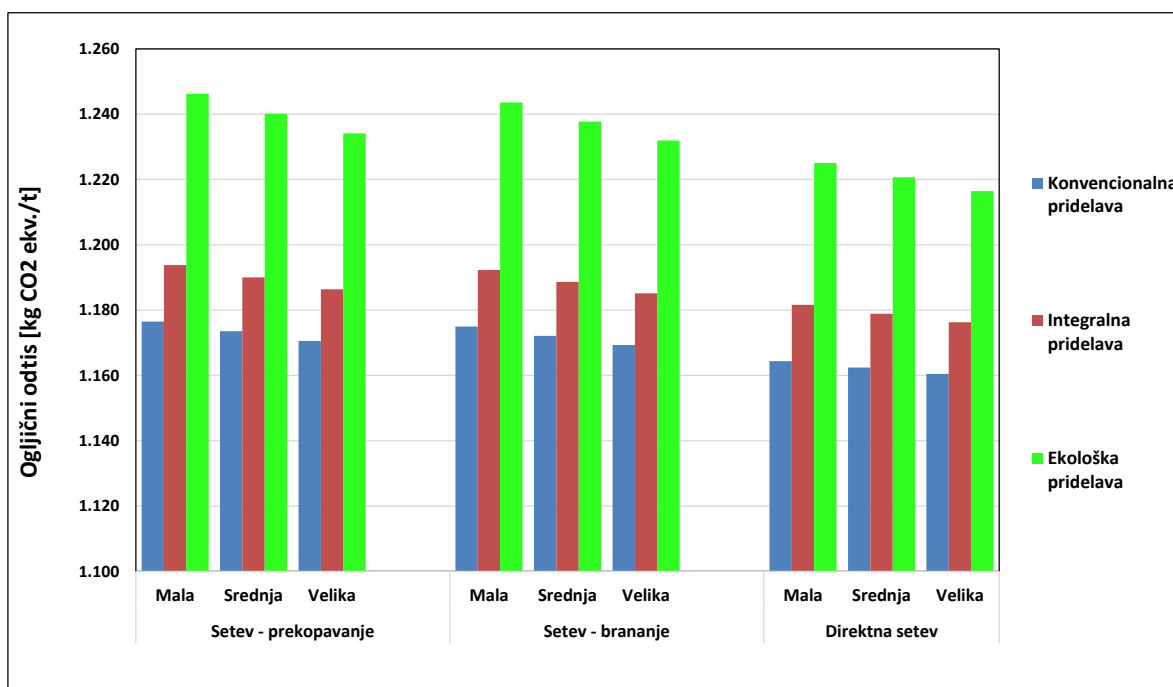
1. Mlevski in pekarski izdelki
2. Mleko v embalaži in nekateri mlečni izdelki,
3. Meso in izdelki iz mesa (goveje meso, svinjsko meso)

13.12.1 Mlevski in pekarski izdelki

Določeni so ogljični odtisi pekarskih izdelkov (kruh in ostali pekarski izdelki) glede velikosti kmetije (mala, srednja, velika) za pridelavo pšenice in vrsto pridelave pšenice (konvencionalna, integrirana, ekološka).

Ogljični odtisi vsebujejo vse emisije toplogrednih plinov, ki nastajajo pri pridelavi pšenice (vključno z dosuševanjem) in za njeno predelavo v končne produkte.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz konvencionalne pridelave + emisije iz predelave pšenice v mlevske in pekarske izdelke) znašajo od 1,16 kg CO₂ ekv./kg produkta do 1,17 kg CO₂ ekv./kg produkta. Emisije toplogrednih plinov (emisije iz integrirane pridelave + emisije iz predelave pšenice v mlevske in pekarske izdelke) znašajo od 1,17 kg CO₂ ekv./kg produkta do 1,19 kg CO₂ ekv./kg produkta. Emisije toplogrednih plinov (emisije iz ekološke pridelave + emisije iz predelave pšenice v mlevske in pekarske izdelke) znašajo od 1,22 kg CO₂ ekv./kg produkta do 1,24 kg CO₂ ekv./kg produkta.



Slika 75: Emisije TGP za proizvodnjo pekarskih izdelkov.

Slika 75 prikazuje emisije (kg CO₂ ekv./t končnega produkta) za proizvodnjo pekarskih izdelkov (kruh in različni produkti iz pšenice) za tri velikosti kmetij ter konvencionalno, integrirano in ekološko pridelavo, podatki so za različne načine dopolnilne obdelave tal (s prekopalnikom ali predsetvenikom) pred setvijo ali direktno setvijo

Iz podanih podatkov je vidno da skupne emisije pridelave pšenice in njenega procesiranja v pekarske izdelke upadajo z velikostjo kmetije in načinom pridelave. Najvišje emisije so pri konvencionalni obdelavi pri dopolnilni obdelavi tal s prekopalnikom pred setvijo, sledi dopolnilna obdelava s predsetvenikom pred setvijo, najnižje pa so pri direktni setvi.

Glede načina pridelave pa so skupne emisije iz pridelave in predelave pšenice v končne pekarske produkte, najnižje pri konvencionalni pridelavi, sledi integrirana pridelava, najvišj emisije pa so pri ekološki pridelavi.

13.12.2 Rastlinsko olje

Olje iz oljne ogrščice

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz konvencionalne pridelave + emisije iz predelave semena oljne ogrščice v ogršično olje) znašajo: za malo kmetijo 1,03 kg CO₂ ekv./kg olja za srednje veliko kmetijo 1,02 kg CO₂ ekv./kg olja in veliko kmetijo 1,01 kg CO₂ ekv./kg olja.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz integrirane pridelave + emisije iz predelave semena oljne ogrščice v ogršično olje) znašajo: za malo kmetijo 1,05 kg CO₂ ekv./kg olja, za srednje veliko kmetijo 1,04 kg CO₂ ekv./kg olja in veliko kmetijo 1,03 kg CO₂ ekv./kg olja.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz ekološke pridelave + emisije iz predelave semena oljne ogrščice v ogršično olje) znašajo: za malo kmetijo 1,14 kg CO₂ ekv./kg za srednje veliko kmetijo 1,13 kg CO₂ ekv./kg olja in veliko kmetijo 1,12 kg CO₂ ekv./kg olja.

Sončično olje

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz konvencionalne pridelave + emisije iz predelave semena sončnice v sončično olje) znašajo: za malo kmetijo 1,05 kg CO₂ ekv./kg olja za srednje veliko kmetijo 1,04 kg CO₂ ekv./kg olja in veliko kmetijo 1,03 kg CO₂ ekv./kg olja.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz integrirane pridelave + emisije iz predelave semena sončnice v sončično olje) znašajo: za malo kmetijo 1,05 kg CO₂ ekv./kg olja, za srednje veliko kmetijo 1,04 kg CO₂ ekv./kg olja in veliko kmetijo 1,03 kg CO₂ ekv./kg olja.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz ekološke pridelave + emisije iz predelave semena sončnice v sončično olje) znašajo: za malo kmetijo 1,10 kg CO₂ ekv./kg olja za srednje veliko kmetijo 1,08 kg CO₂ ekv./kg olja in veliko kmetijo 1,01 kg CO₂ ekv./kg olja.

Emisije, kg CO₂ ekv./kg olja za olje oljne ogrščice in sončnice minimalno upadajo z velikostjo kmetije. Emisije, kg CO₂ ekv./kg olja za olje iz oljne ogrščice iz ekološke pridelave so višje za 9,64 % v primerjavi z emisijami za olje iz oljne ogrščice iz konvencionalne in integrirane pridelave. Emisije, kg CO₂ ekv./kg olja za sončično olje iz ekološke pridelave so višje za 4,54 % v primerjavi z emisijami za sončično olje iz konvencionalne in integrirane pridelave.

13.12.3 Sadjarski izdelki

Določeni so ogljični odtisi sadjarskih izdelkov (sadje uskladiščeno v hladilnicah, sokovi) glede velikosti kmetije (mala, srednja, velika) za pridelavo sadja in vrsto pridelave sadja (konvencionalna, integrirana, ekološka). Emisijam toplogrednih plinov iz pridelave sadja so prštete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje sadja (hlajenje, stiskanje sadja, pasterizacija sokov, itn.). Ogljični odtisi vsebujejo vse emisije toplogrednih plinov, ki nastajajo pri pridelavi sadja in njegovi predelavi v končne prodkte.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz konvencionalne pridelave + emisije iz predelave sadja v sokove) v primeru male kmetije znašajo od 0,67 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,75 kg CO₂ ekv./kg produkta. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 0,67 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,8 kg CO₂ ekv./kg produkta. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 0,67 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,8 kg CO₂ ekv./kg končnega produkta. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na jabolke, najvišja pa na marelice. Glede naraščanja višin emisij CO₂ ekv./kg končnega produkta, jabolkam sledijo hruške, za tem pa breskve in

marelice. Emisije CO₂ ekv./kg končnega produkta (soka) so skoraj enake za vse tri velikosti kmetij.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz konvencionalne pridelave + emisije iz skladiščenja sadja v hladilnicah - jabolke) v primeru male kmetije znašajo 1,114 kg CO₂ ekv./kg pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 1,112 kg CO₂ ekv./kg pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo 1,10 kg CO₂ ekv./kg končnega produkta. Emisije CO₂ ekv./kg končnega produkta (sadja skladiščenega v hladilnicah) so praktično enake za vse tri velikosti kmetij.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz integrirane pridelave + emisije iz predelave sadja v sokove) v primeru male kmetije znašajo od 0,67 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,75 kg CO₂ ekv./kg produkta. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 0,67 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,74 kg CO₂ ekv./kg produkta. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 0,66 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,73 kg CO₂ ekv./kg končnega produkta. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na jabolke, najvišja pa na marelice. Glede naraščanja višin emisij CO₂ ekv./kg končnega produkta, jabolkam sledijo hruške, za tem pa breskve in marelice. Emisije CO₂ ekv./kg končnega produkta (soka) se minimalno razlikujejo za vse tri velikosti kmetij.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz integrirane pridelave + emisije iz skladiščenja sadja v hladilnicah - jabolke) v primeru male kmetije znašajo 1,11 kg CO₂ ekv./kg pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 1,10 kg CO₂ ekv./kg pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo 1,10 kg CO₂ ekv./kg pridelka. Emisije CO₂ ekv./kg končnega produkta (sadja skladiščenega v hladilnicah) so praktično enake za vse tri velikosti kmetij.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz ekološke pridelave + emisije iz predelave sadja v sokove) v primeru male kmetije znašajo od 0,69 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,82 kg CO₂ ekv./kg produkta. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 0,68 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,81 kg CO₂ ekv./kg produkta. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 0,68 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,80 kg CO₂ ekv./kg produkta. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na jabolke, najvišja pa na marelice. Glede naraščanja višin emisij CO₂ ekv./kg končnega produkta, jabolkam sledijo hruške, za tem pa breskve in marelice. Emisije CO₂ ekv./kg končnega produkta (soka) se minimalno razlikujejo za vse tri velikosti kmetij.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz ekološke pridelave + emisije iz skladiščenja sadja v hladilnicah - jabolke) v primeru male kmetije znašajo 1,13 kg CO₂ ekv./kg pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 1,12 kg CO₂ ekv./kg pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo 1,12 kg CO₂ ekv./kg pridelka. Emisije CO₂ ekv./kg končnega produkta (sadja skladiščenega v hladilnicah) se praktično ne razlikujejo za vse tri velikosti kmetij.

Emisije, kg CO₂ ekv./kg končnega produkta (jabolk skladiščenih v hladilnicah) se minimalno razlikujejo za vse tri velikosti kmetij. Med konvencionalno, integrirano in ekološko pridelavo povrtnin ni praktično razlike v emisijah (kg CO₂ ekv./kg končnega produkta). Emisije iz predelave sadja v sokove (kg CO₂ ekv./kg končnega produkta) so nižje v primerjavi z emisijami za hlajenje povrtnin (kg CO₂ ekv./kg končnega produkta).

13.12.4 Oljčno olje

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz konvencionalne pridelave + emisije iz predelave oljk v oljčno olje + emisije iz polnjenja olja in steklene embalaže) znašajo: za malo kmetijo 2,71 kg CO₂ ekv./kg olja za srednje veliko kmetijo 2,70 kg CO₂ ekv./kg olja in veliko kmetijo 2,70 kg

CO₂ ekv./kg olja.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz integrirane pridelave + emisije iz predelave oljk v oljčno olje) znašajo: za malo kmetijo 2,70 kg CO₂ ekv. /kg olja, za srednje veliko kmetijo 2,69 kg CO₂ ekv. /kg olja in veliko kmetijo 2,69 kg CO₂ ekv. /kg olja.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz ekološke pridelave + emisije iz predelave oljk v oljčno olje) znašajo: za malo kmetijo 2,87 kg CO₂ ekv./kg olja za srednje veliko kmetijo 2,85 kg CO₂ ekv. /kg olja in veliko kmetijo 2,84 kg CO₂ ekv. /kg olja.

Emisije, kg CO₂ ekv./kg olja za oljčno olje minimalno upadajo z velikostjo kmetije. Emisije, kg CO₂ ekv./kg olja za oljčno olje iz ekološke pridelave so višje za 5,6 % v primerjavi z emisijami za oljčno olje iz konvencionalne in integrirane pridelave oljk.

13.12.5 Vinogradništvo - vino

Določeni so ogljični odtisi vinogradniških izdelkov (vino - belo in rdeče stekleničeno) glede velikosti kmetije (mala, srednja, velika) za pridelavo grozdja in vrsto pridelave grozdja (konvencionalna, integrirana, ekološka). Emisijam toplogrednih plinov iz pridelave grozdja so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje grozdja (stiskanje grozdja, hlajenje, pretakanje, filtriranje, polnjenje, steklena embalaža, etiketiranje steklenic, itn.). Ogljični odtisi vsebujejo vse emisije toplogrednih plinov, ki nastajajo pri pridelavi grozdja in njegovi predelavi v končne prodkte.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz konvencionalne pridelave grozdja + emisije iz predelave grozdja v belo vino + emisije iz polnjenja vina in steklene embalaže) v primeru male kmetije znašajo 1,56 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 1,55 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. Za veliko kmetijo emisije znašajo 1,53 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz konvencionalne pridelave grozdja + emisije iz predelave grozdja v rdeče vino + emisije iz polnjenja in steklene embalaže) v primeru male kmetije znašajo 1,29 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico rdečega vina. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 1,28 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico rdečega vina. Za veliko kmetijo emisije znašajo 1,26 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz integrirane pridelave grozdja + emisije iz predelave grozdja v belo vino + emisije iz polnjenja in steklene embalaže) v primeru male kmetije znašajo 1,56 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 1,55 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. Za veliko kmetijo emisije znašajo 1,53 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz integrirane pridelave grozdja + emisije iz predelave grozdja v rdeče vino + emisije iz polnjenja in steklene embalaže) v primeru male kmetije znašajo 1,29 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 1,28 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. Za veliko kmetijo emisije znašajo 1,26 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz ekološke pridelave grozdja + emisije iz predelave grozdja v belo vino + emisije iz polnjenja in steklene embalaže) v primeru male kmetije znašajo 1,65 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 1,63 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. Za veliko kmetijo emisije znašajo 1,61 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz ekološke pridelave grozdja + emisije iz predelave grozdja v rdeče vino + emisije iz polnjenja in steklene embalaže) v primeru male kmetije znašajo 1,38 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo 1,36 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. Za veliko kmetijo emisije znašajo 1,34 kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina.

Emisije, kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina, iz strojne in ročne trgatve grozdja so nižje v primeru ročne trgatve grozdja. Emisije, kg CO₂ ekv./0,75 l steklenice vina, iz konvencionalne, integrirane in ekološke pridelave grozdja, so višje v primeru ekološke pridelave grozdja. Konvencionalna in integrirana pridelava grozdja imata enake emisije, kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico vina. Emisije, kg CO₂ ekv. /0,75 l steklenico rdečega in belega vina so višje 5,5 % v primeru belega vina.

13.12.6 Vrtnarski izdelki

Določeni so ogljični odtisi vrtnarskih izdelkov (povrtnine uskladiščene v hladilnicah, konzervirane povrtnine) glede velikosti kmetije (mala, srednja, velika) za pridelavo sadja in vrsto pridelave sadja (konvencionalna, integrirana, ekološka). Emisijam toplogrednih plinov iz pridelave sadja so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje povrtnin (hlajenje, procesiranje povrtnin, sadja, itn.). Ogljični odtisi vsebujejo vse emisije toplogrednih plinov, ki nastajajo pri pridelavi povrtnin in njihovi predelavi v končne prodkte. Pri papriki, paradižniku in kumarah obstaja možnost skladiščenja v hladilnicah ali predelavi v konzervirane izdelke. Za čebulo prevladuje skladiščenje suhega pridelka za zelje pa v kisani obliki.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz konvencionalne pridelave + emisije iz konzerviranja povrtnin) v primeru male kmetije znašajo od 0,55 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,57 kg CO₂ ekv. /kg produkta. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 0,55 kg CO₂ ekv./kg produkta do 0,57 kg CO₂ ekv. /kg produkta. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 0,55 kg CO₂ ekv./kg pridelka do 0,56 kg CO₂ ekv. /kg končnega produkta. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Emisije CO₂ ekv./kg končnega produkta (konzerviranih povrtnin) so praktično enake za vse tri velikosti kmetij.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz konvencionalne pridelave + emisije iz skladiščenja povrtnin v hladilnicah) v primeru male kmetije znašajo od 1,090 kg CO₂ ekv./kg pridelka do 1,096 kg CO₂ ekv./kg pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 1,090 kg CO₂ ekv./kg pridelka do 1,096 kg CO₂ ekv. /kg pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 1,090 kg CO₂ ekv./kg pridelka do 1,11 kg CO₂ ekv. /kg pridelka. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Emisije CO₂ ekv. /kg končnega produkta (povrtnin skladiščenih v hladilnicah) se praktično ne razlikujejo za vse tri velikosti kmetij.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz integrirane pridelave + emisije iz konzerviranja povrtnin) v primeru male kmetije znašajo od 0,55 kg CO₂ ekv. /kg produkta do 0,57 kg CO₂ ekv. /kg produkta. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 0,55 kg CO₂ ekv. /kg produkta do 0,57 kg CO₂ ekv./kg produkta. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 0,55 kg CO₂ ekv. /kg produkta do 0,57 kg CO₂ ekv./kg končnega produkta. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Emisije CO₂ ekv./kg končnega produkta (konzerviranih povrtnin) so skoraj enake za vse tri velikosti kmetij.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz integrirane pridelave + emisije iz skladiščenja povrtnin v hladilnicah) v primeru male kmetije znašajo od 1,095 kg CO₂ ekv./kg pridelka do 1,11 kg CO₂ ekv. /kg pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 1,095 kg CO₂ ekv. /kg pridelka do 1,11 kg CO₂ ekv./kg pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 1,09 kg CO₂ ekv./kg pridelka do 1,11 kg CO₂ ekv./kg končnega produkta. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Emisije CO₂ ekv./kg končnega produkta (povrtnin skladiščenih v hladilnicah) se minimalno razlikujejo za vse tri velikosti kmetij.

Emisije toplogrednih plinov (emisije iz ekološke pridelave + emisije iz konzerviranja povrtnin)

v primeru male kmetije znašajo od 0,55 do 0,58 kg CO_{2ekv.}/kg pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 0,55 do 0,58 kg CO_{2ekv.}/kg pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo enako od 0,55 kg do 0,58 kg CO_{2ekv.}/kg končnega produkta. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Emisije CO_{2ekv.}/kg končnega produkta (konzerviranih povrtnin) so enake za vse tri velikosti kmetij.

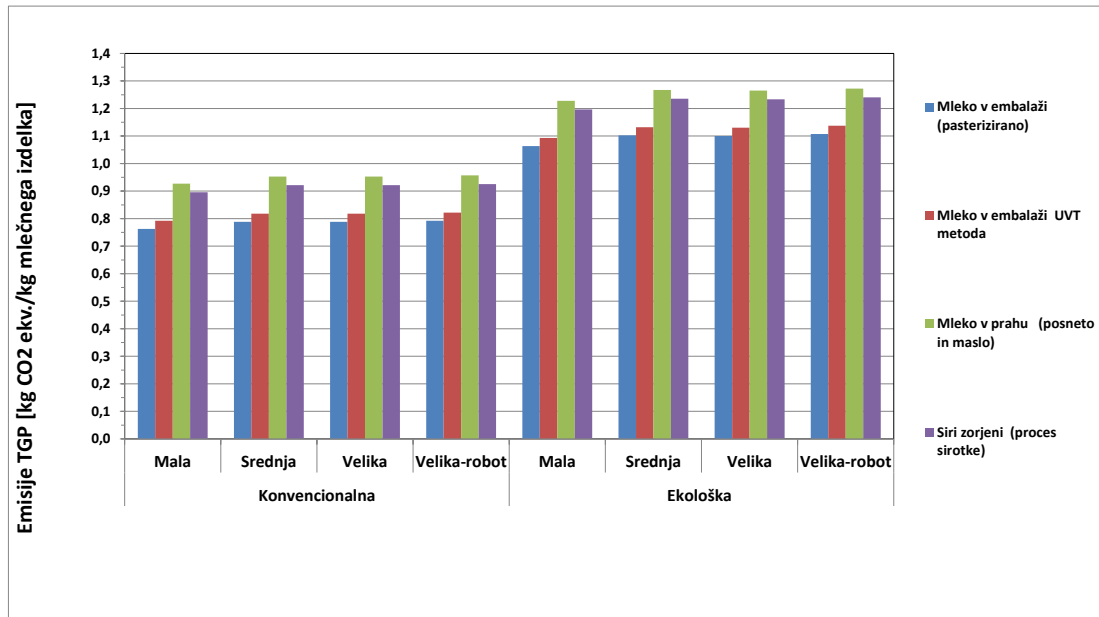
Emisije toplogrednih plinov (emisije iz ekološke pridelave + emisije iz skladiščenja povrtnin v hladilnicah) v primeru male kmetije znašajo od 1,099 do 1,12 kg CO_{2ekv.}/kg pridelka. V primeru srednje velikosti kmetije emisije znašajo od 1,099 do 1,126 kg CO_{2ekv.}/kg pridelka. Za veliko kmetijo emisije znašajo od 1,099 kg do 1,116 kg CO_{2ekv.}/kg končnega produkta. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Emisije CO_{2ekv.}/kg končnega produkta (povrtnin skladiščenih v hladilnicah) se praktično ne razlikujejo za vse tri velikosti kmetij.

V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Emisije, kg CO_{2ekv.}/kg končnega produkta (povrtnin skladiščenih v hladilnicah) se minimalno razlikujejo za vse tri velikosti kmetij. Med konvencionalno in integrirano pridelavo povrtnin ni praktično razlike v emisijah (kg CO_{2ekv.}/kg končnega produkta). Emisije za konzervirane povrtnine (kg CO_{2ekv.}/kg končnega produkta) so nižje za polovico v primerjavi z emisijami za hlajenje povrtnin (kg CO_{2ekv.}/kg končnega produkta).

13.12.7 Mleko v embalaži in mlečni izdelki

Določeni so ogljični odtisi mleka v embalaži in nekaterih mlečnih izdelkih glede velikosti kmetije za prirejo mleka (mala, srednja, velika) in vrsto živinoreje (konvencionalna, ekološka). Ogljični odtisi vključujejo emisije toplogrednih plinov, ki nastanjajo pri prireji mleka in za predelavo oziroma procesiranje mleka (toplotna obdelava, pakiranje, izdelava jogurtov, sirev itn.).

Emisijam toplogrednih plinov iz proizvodnje mleka so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje mleka (pasteriziranje, steriliziranje, homogeniziranje, proizvodnja sirov itn.). Ugotovili smo, da pri konvencionalnem načinu pridelave mleka za tri velikosti kmetij (strojna molža in robotizirana molža), celotne emisije (reja + procesiranje mleka) toplogrednih plinov znašajo: pri pasteriziranem mleku v embalaži od 0,8 kg do 0,83 kg CO₂ ekv./kg mleka, pri mleku v embalaži obdelanem z UVT metodo od 0,86 do 0,89 kg CO₂ ekv./kg mleka, pri mleku v prahu od 1,13 do 1,15 kg CO₂ ekv./kg mleka ter pri sirih od 1,07 do 1,10 kg CO₂ ekv./kg izdelka. Pri ekološkem načinu pridelave mleka za tri velikosti kmetij (strojna molža in robotizirana molža), celotne emisije (reja + procesiranje mleka) toplogrednih plinov znašajo: pri pasteriziranem mleku v embalaži od 1,10 kg do 1,15 kg CO₂ ekv./kg mleka, pri mleku v embalaži obdelanem z UVT metodo od 1,16 do 1,21 kg CO₂ ekv./kg mleka, pri mleku v prahu od 1,43 do 1,48 kg CO₂ ekv./kg mleka ter pri sirih od 1,37 do 1,41 kg CO₂ ekv./kg izdelka. V vseh primerih se najvišje vrednosti nanašajo na robot molžo, vidno pa je tudi da je razlika med strojno in robot molžo minimalna. Poleg tega je vidno da so emisije toplogrednih plinov iz procesiranja mleka višje pri ekološki pridelavi v primerjavi s konvencionalno pridelavo mleka. Pri predelavi mleka je energetsko najbolj potratna proizvodnja mleka v prahu ter proizvodnja koncentriranega mleka, ki lahko poteka s postopkom evaporacije ali membranske koncentracije. Če emisijam iz reje in procesiranja mleka še prištejemo vrednosti emisij za transport mleka so celotne emisije še višje.



Slika 88: Emisije TGP za konvencionalno in ekološko prirejo mleka.

Slika 88 prikazuje emisije TGP za konvencionalno in ekološko prirejo mleka (kg CO₂ ekv./kg končnega produkta), prikazani so podatki za mleko v embalaži (pasterizirano in mleko obdelano z UVT metodo) in mlečne izdelke (mleko v prahu in siri), za malo, srednjo, veliko kmetijo in kmetijo, ki uporablja robot molžo

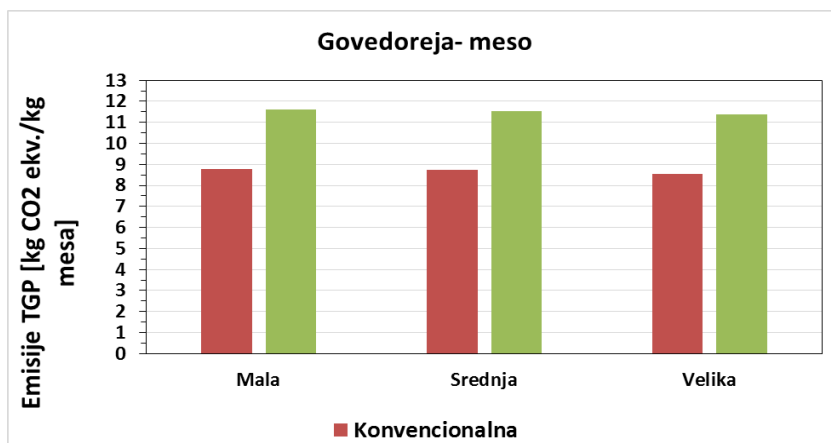
13.12.8 Meso in mesni izdelki

Določeni so ogljični odtisi mesa glede velikosti kmetije (velikost kmetije je povezana z velikostjo črede) za prirejo mesa (mala, srednja, velika) in vrsto živinoreje (konvencionalna, integrirana, ekološka). Ogljični odtisi vključujejo emisije toplogrednih plinov, ki nastanjajo pri reji živali in za predelavo oziroma procesiranje mesa (proces v klavnici, hlajenje mesa).

Goveje meso

Emisijam toplogrednih plinov iz reje živali (konvencionalna pridelava) so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje mesa (proces v klavnici, hlajenje mesa). Ugotovili smo, da pri konvencionalnem načinu reje živali za tri velikosti čred, celotne emisije (reja + procesiranje mesa) toplogrednih plinov znašajo: 8,8 kg CO₂ ekv./kg mesa za malo čredo, 8,7 kg CO₂ ekv./kg mesa za srednje veliko čredo in 8,6 kg CO₂ ekv./kg mesa za veliko čredo. Vidno je da v primeru konvencionalne pridelave emisije (kg CO₂ ekv./kg mesa) minimalno upadajo z velikostjo črede - kmetije.

Emisijam toplogrednih plinov iz reje živali (ekološka pridelava) so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje mesa (proces v klavnici, hlajenje mesa). Ugotovili smo, da pri ekološkem načinu reje živali za tri velikosti kmetij, celotne emisije (reja + procesiranje mesa) toplogrednih plinov znašajo: 11,6 kg CO₂ ekv./kg mesa za malo čredo, 11,5 kg CO₂ ekv./kg mesa za srednjo in 11,4 kg CO₂ ekv./kg mesa za veliko čredo. Vidno je da tudi pri ekološki pridelavi, emisije (kg CO₂ ekv./kg mesa) minimalno upadajo z velikostjo črede. Poleg tega je vidno da so skupne emisije toplogrednih plinov iz reje živali in procesiranja mesa višje za 24,2 % pri ekološki pridelavi v primerjavi s konvencionalno pridelavo. Pri predelavi mesa je energetske najbolj potratna proizvodnja trajnih mesnih izdelkov. Če emisijam iz reje in procesiranja mesa še prištejemo vrednosti emisije za transport mesa so celotne emisije še višje.



Slika 76: Emisije TGP za konvencionalno in ekološko rejo in procesiranje govejega mesa.

Slika 76 prikazuje emisije TGP (kg CO₂ ekv. /kg končnega produkta) za konvencionalno in ekološko rejo in procesiranje govejega mesa za tri velikosti kmetij (mala, srednja, velika)

Prašičje meso

Emisijam toplogrednih plinov iz reje prašičev (konvencionalna pridelava) so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje mesa (procesi v klavnici, hlajenje mesa). Ugotovili smo, da pri konvencionalnem načinu reje živali za tri velikosti čred, celotne emisije (reja + procesiranje mesa) toplogrednih plinov znašajo: 3,9 kg CO₂ ekv./kg mesa za malo čredo, 4,0 kg CO₂ ekv./kg mesa za srednje veliko čredo in 4,1 kg CO₂ ekv./kg mesa za veliko čredo (nad 100 živali). Vidno je da v primeru konvencionalne reje prašičev se emisije (kg CO₂ ekv./kg) minimalno razlikujejo glede velikosti črede - kmetije.

Emisijam toplogrednih plinov iz reje živali (ekološka pridelava) so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje mesa (procesi v klavnici, hlajenje mesa). Ugotovili smo, da pri ekološkem načinu reje živali za tri velikosti čred, celotne emisije (reja + procesiranje mesa) toplogrednih plinov znašajo: 3,8 kg CO₂ ekv./kg mesa za malo čredo, 3,9 kg CO₂ ekv./kg mesa za srednjo in 3,97 kg CO₂ ekv./kg mesa za veliko čredo. Vidno je da tudi pri ekološki pridelavi, emisije (kg CO₂ ekv./kg mesa) se minimalno razlikujejo glede velikosti črede. Poleg tega je vidno da so skupne emisije toplogrednih plinov iz reje živali in procesiranja mesa minimalno nižje pri ekološki reji prašičev. Če emisijam iz reje in procesiranja mesa še prištejemo vrednosti emisije za transport mesa so celotne emisije še višje.

Perutninsko meso

Emisijam toplogrednih plinov iz reje perutnine (konvencionalna pridelava) so prištete emisije toplogrednih plinov za samo procesiranje mesa (procesi v klavnici, hlajenje mesa). Ugotovili smo, da pri konvencionalnem načinu reje živali, celotne emisije toplogrednih plinov (reja + procesiranje mesa) znašajo: 5,56 kg CO₂ ekv./kg mesa. Pri ekološkem načinu reje živali, celotne emisije toplogrednih plinov (reja + procesiranje mesa) znašajo: 5,55 kg CO₂ ekv./kg mesa. Vidno je da se v primeru konvencionalne reje emisije (kg CO₂ ekv./kg mesa) minimalno razlikujejo.

14 Kalkulatorji za določanje okoljskega odtisa kmetijstva in živilsko predelovalne industrije

Kalkulatorji za določanje okoljskega odtisa kmetijstva po posameznih panogah (poljedelstvo, sadjarstvo, vinogradništvo, vrtnarstvo, živinoreja) in živilsko predelovalna industrija.

Kalkulator za izračun ogljičnih odtisov kmetijskih pridelkov in izdelkov je sestavljen iz baze podatkov, ki vsebuje vse potrebne podatke o procesih pridelovanja kmetijskih pridelkov, sadjarstvu, vinogradništvu in vrtnarstvu ter prireji mleka, mesa in ostalih izdelkov. Polega tega vključuje podatke o emisijah toplogrednih plinov, ki nastanejo pri porabi fosilnih goriv, električne energije, toplote, mineralnih gnojil, organskih gnojil, fermentacije v prebavilih živali in skladiščenju gnoja.

Potrebni podatki za izračun emisij toplogrednih plinov za kmetijske pridelke in izdelke so bili obravnavani v predhodnih poglavjih. Slika 77. prikazuje primer baze podatkov za izračun emisij TGP oziroma ogljični odtis kmetijskih proizvodov.

Koruzo za zrnje		Integrirana pridelava		Institut "Jožef Stefan" Center za energetska učinkovitost Kmetijski inštitut Slovenije Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko										
Razred velikosti kmetije	Tipična velikost obdelovalnih površin [ha]	PRIDELAVA												
Mala: do 10ha	(do 30 kWh)	Osnovna obdelava tal												
Srednja: od 10 do 50 ha	(od 30 do 60 kWh)	Podrahljanje												
Velika: nad 50 ha	(nad 60 kWh)	Mala	25,2							emisije CO2 [kg/ha]	24,790	1	3	Mala
Podatki o povprečnem pridelku:		Srednja	23,1							22,724	1	3	Srednja	
Pridelek suhega zrnja [kg/ha]		10.000												
		Velika	21							20,658	1	3	Velika	
		Priprava tal												
Mineralna gnojila:		Gnojenje z min. gnojili												
dušik [kg/ha]	124,8	Mala	1,8							5,312	1	1	Mala	
fosfor [kg/ha]	61,6	Srednja	1,65							4,869	1	1	Srednja	
kalij [kg/ha]	41,6	Velika	1,5							4,427	1	1	Velika	
kalcij [kg/ha]	300	Dopolnilna obdelava tal												
hlevski gnoj (kg/ha)		7.800		Brananje										
Podatki o gnojilih:		Mala	8,4							24,790	1	1	Mala	
dušik [kg CO2/kg gnojila]	2,9	Srednja	7,7							22,724	1	1	Srednja	
fosfor [kg CO2/kg gnojila]	0,71	Velika	7							20,658	1	1	Velika	
kalij [kg CO2/kg gnojila]	0,46	Setev												
kalcij [kg CO2/kg gnojila]	0	Klasična setev												
blazniška masa [kg CO2/kg gnojila]	0,019485714	Mala	6							17,707	1	1	Mala	
Opomba: koruznico značilno in zaorjemo po zetvi		Srednja	5,5							16,231	1	1	Srednja	
		Velika	5							14,756	1	1	Velika	
		Varstvo rastlin												
		Herbicidi												
		Mala	2,4							0,000	0	1		
		Srednja	2,2							0,000	0	1		
		Velika	2							0,000	0	1		
		Spravilo pridelka												
		Zetev - kombajn (poraba enaka za vse kmetije)												
		Mala	25							73,779	1	1		
		Srednja	25							73,779	1	1		
		Velika	25							73,779	1	1		
		Mulčenje												
		Mulčenje												
		Mala	21,6							63,745	1	1		
		Srednja	19,8							58,433	1	1		
		Velika	18							53,121	1	1		
Predpostavke: (notranji prevoz, prevoz do skladišča...)		TRANSPORT												
		Transport po kmetiji												
		Prevoz zrnja												
		Mala	5,4							15,936	1	1		
		Srednja	4,9							14,461	1	1		
		Velika	4,5							13,280	1	1		
		SKLADIŠČENJE												
		Sušenje												
		Prevozna sušilnica - traktorska												
		Mala	0							0,000	1	1		
		Srednja	0							0,000	1	1		
		Velika	0							0,000	1	1		

Slika 77: Primer baze podatkov za izračun ogljičnih odtisov

Skladno s potekom pridelave in predelave kmetijskih proizvodov (pridelki, izdelki...), ki je obravnavan in shematično prikazan v obliki blokovnih diagramov oziroma mrežno povezanih procesov, kot je to prikazano v predhodnih poglavjih


Programski paket oziroma kalkulator za izračun ogljičnih odtisov vključuje prikazovalnik rezultatov izračuna ogljičnega odtisa posameznega kmetijskega proizvoda.

Kalkulator omogoča uporabniku najprej izbiro vrste kmetijske panoge (poljedelstvo, sadjarstvo, vrtnine...), sledi izbira pridelka/izdelka, tipa pridelave in velikosti kmetije.


S pritiskom na celico (gumb) za izbiro kmetijske panoge se pojavi list »Kmetijska panoga« z imeni panog, sledi izbira ene od teh panog. Po izbiri kmetijske panoge sledi izbira proizvoda z lista »Pridelek«. Potem uporabnik izbira še vrsto kmetije (konvencionalna, integrirana,

ekološka) z lista »Vrsta kmetije« in velikost kmetije (mala, srednja, velika) z lista »Velikost kmetije« s pritiskom na naslednjo celico z imenom lista.

Slika 78. prikazuje uporabniško stran programskega paketa (kalkulatorja) za izračun ogljičnih odtisov v kmetijstvu.



Institut "Jožef Stefan"
Center za energetska učinkovitost



Kmetijski inštitut Slovenije
Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko

Kalkulator za izračun emisije TGP v kmetijstvu

Izbira vrste in velikosti kmetije ter pridelka

Kmetijska panoga	Poljedelstvo
Pridelek	Koruzna za zrnje
Vrsta kmetije	Integrirana
Velikost kmetije	srednja

Emisije TGP :	Pridelek/izdelek	Koruzna za zrnje
---------------	------------------	------------------

Vrsta obdelave	Emisija TGP
S prekopavanjem	88,6 kg CO ₂ ,ekv./ton
Z brananjem	87,7 kg CO ₂ ,ekv./ton
Direktna setev	80,9 kg CO ₂ ,ekv./ton

Informativni izračun emisije TGP zaradi transporta

Kapaciteta [t]	Razdalja [km]	Emisije [kg CO ₂ ,ekv./ton-km]	S prekopavanjem	Z brananjem	Direktna setev
			kg CO ₂ ,ekv./ton	kg CO ₂ ,ekv./ton	kg CO ₂ ,ekv./ton
1,5	30	15,7	104,4	103,4	96,6
4	30	7,4	96,0	95,0	88,2
7,2	100	17,3	105,9	105,0	98,1
17	100	6,2	94,8	93,9	87,1
17	150	9,3	97,9	97,0	90,1
25	150	8,1	96,7	95,8	89,0
25	250	13,5	102,1	101,2	94,4
40	250	11,4	100,0	99,0	92,2

Slika 78: Prikaz strani za uporabnike pri kalkulatorju ogljičnih odtisov v kmetijstvu

Vrednosti ogljičnih odtisov (emisije TGP) v kg CO₂,ekv. za izbrani proizvod se pojavijo v tabeli za posamezno vrsto setve (s prekopavanjem, z brananjem) in direktno setev, kot je to prikazano na sliki 78.

Dodatno kalkulator prikazuje tabelo z izračunom emisije TGP zaradi transporta v odvisnosti od tipa tovornjaka, njegove kapacitete in za določeno razdaljo v kg CO₂ ekv. na tono proizvoda.

Poraba goriva in emisije TGP za transport so odvisne od vrste uporabljenega transporta. Za informacijo smo uporabili cestno blagovni transport za dostavo proizvodov.

Na osnovi podatkov o porabi goriva v tovornjakih (ACEA -European Automobile Manufacturers Association) za transport blaga smo ocenili emisije TGP, ki nastanejo iz transporta v odvisnosti od razdalje, kapacitete tovornjaka in zasedenosti (Tabela 15).

Tabela 15: Emisije TGP pri cestnem transportu blaga glede kapacitete tovornjakov in prevoženih kilometrov

Kapaciteta	Razdalja	Poraba goriva	Emisije	Zasedenost
[t]	[km]	[l/ ton- km]	[kg CO _{2,ekv.} /ton- km]	[%]
1,5	30	0,1778	13,940	45%
4	30	0,0833	6,531	45%
7,2	100	0,0586	15,314	70%
17	100	0,021	5,488	70%
17	150	0,021	8,232	70%
25	150	0,0183	7,174	70%
25	250	0,0183	11,956	90%
40	250	0,0154	10,062	90%

Vir: ACEA (European Automobile Manufacturers Association): Commercial vehicles and CO₂

Kalkulator izračuna ponovno ogljični odtis z upoštevanjem transporta za vse predpostavljene razdalje in je prikazan v tabeli »Informativni izračun emisij TGP zaradi transporta« (Slika 78).

15 Priporočila za zmanjševanje porabe energije v kmetijstvu

15.1 Ukrepi za zmanjševanje porabe goriva s traktorji in samovznimi kmetijskimi stroji

Direktiva 2012/27/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 25. oktobra 2012 o energetske učinkovitosti zahteva, da je potrebno do leta 2020 doseči 20 % izboljšanje energetske učinkovitosti. Zmanjševanje porabe energije v kmetijstvu lahko v velik meri vpliva tudi na ekonomiko kmetijske pridelave. Poleg ekonomskega učinka, zmanjševanje porabe energije oziroma goriv vpliva tudi na zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, ki so po ugotovitvah strokovnjakov s področja klimatologije krivi za pospešene klimatske spremembe v zadnjih desetletjih. Priča smo, da klimatske spremembe vse bolj pogosto povzročajo različne naravne katastrofe v obliki suš, poplav, žledu itn. ter posledično iz leta v leto vse večje težave gospodarstvu in kmetijstvu Slovenije in Evrope ter ostalih delov sveta. Sodobne tehnične rešitve, ki lahko nekoliko več pripomorejo zmanjšanju porabe goriva se bodo zaradi zahtevnosti in cene postopoma uvajale na stroje, kar bo vplivalo na zmanjševanje porabe goriva v prihodnosti. Porabo goriva lahko znižamo na že obstoječih strojih oziroma tudi traktorjih starejše generacije, ki so še vedno v uporabi na različnih kmetijah. Za zmanjševanje porabe goriva je pomembno, da uporabnik pravilno vzdržuje stroj, da je dobro seznanjen z njegovim delovanjem ter da ga zna pravilno in skrbno uporabljati.

15.1.1 Emisije motorjev traktorjev in samovznih kmetijskih strojev

Pred leti se emisiji škodljivih snovi, ki jih povzročajo motorji z notranjim zgorevanjem izven cestnih vozil (v to skupino so zajeti različni kmetijski, gradbeni, delovni, ter ostali stroji in nekatera vozila) ni posvečalo veliko pozornosti. Na razvoj sodobnih motorjev omenjenih vozil, so zato precej vplivali poostreni predpisi v EU in ZDA v drugi polovici devetdesetih let prejšnjega stoletja, glede količine škodljivih snovi v izpušnih plinih motorjev z notranjim zgorevanjem. V izpušnih plinih dizelskih motorjev so štiri emisije omejene s predpisi: ogljikov monoksid, ogljikovodiki in dušikovi oksidi ter delci. Dušikovi oksidi NO_x (N, NO_2 , ...) in delci v izpuhu predstavljajo snovi, ki so izredno nevarne za človeško zdravje, zato jih je bilo nujno potrebno znižati na najmanjšo možno mero. Predpisi glede zniževanja emisij škodljivih snovi v izpušnih plinih motorjev z notranjim zgorevanjem (v tem primeru dizelskih motorjev) so vplivali tudi na korenite spremembe v zasnovi dizelskih motorjev, ki sedaj imajo dodane posebne sisteme za naknadno obdelavo izpušnih plinov (motorji so postali tudi bolj zahtevni za izdelavo in samo vzdrževanje). Omenjena tehnologija je rezultat treh ključnih delov: čistega goriva, napredne tehnologije dizelskih motorjev in naknadne obdelave izpušnih plinov motorja. Za naknadno obdelavo izpušnih plinov obstajata dve tehnologiji, ponovno vodenje izpušnih plinov (EGR) ter selektivna katalitična redukcija (SCR). Pri ponovnem vodenju dela ohlajenih izpušnih plinov v zgorevalni prostor motorja se zniža temperatura zgorevanja in zmanjša nastanek dušikovih oksidov NO_x .

Za kmetijske traktorje in samovozne storje je že obvezna selektivna katalitična redukcija (SCR) za čiščenje izpušnih plinov. Pri omenjenem sistemu je postavljen poseben katalizator v izpušnem sistemu motorja, za njim pa je nameščena šoba, ki dozira kemični reagent (angl. Diesel Exhaust Fluid - DEF). Za kemični reagent se uporablja vodna raztopina čiste ureje (32,5 % ureje in 67,5 % deionizirane vode, v tej koncentraciji ureja ni nevarna za uporabnika), ki deluje na dušikove okside v izpušnih plinih. Omenjena vodna raztopina ureje se na trgu dobi pod komercialnim imenom AdBlue. Raztopina ureje v izpušnih plinih motorja izpareva in po razpadu ustvarja amonijak in ogljikov dioksid, ki v katalizatorju pretvarjata dušikove okside v končni produkt - neškodljiv dušik in vodno paro. Čiščenje izpušnih plinov je kompleksen proces zato se poleg selektivne katalitične redukcije uporablja tudi vodenje izpušnih plinov skozi oksidacijski katalizator (angl. Diesel Oxidation Catalyst – DOC), kjer

zgorijo nezgoreli ogljikovodiki, ogljikov monoksid in en del organskih delcev ter nekatere druge snovi. Poleg tega se izpušni plini vodijo skozi filter za trdne delce (angl. Diesel Particulate Filter -DPF), ki omogoča da se izločijo tudi najbolj fini trdni delci v izpuhu (ti delci pozneje zgorijo v procesu samo čiščenja). Na nekaterih kmetijskih in delovnih strojih se uporabljajo vse zgoraj naštetih tehnologije za naknadno obdelavo izpušnih plinov na nekaterih pa samo del njih.

15.1.2 Sodobne tehnologije za zagotavljanje manjše porabe goriva traktorskih motorjev

Glavne sestavine emisije dizelskega motorja so ogljikov monoksid, dušikovi oksidi NO_x , nezgoreli ogljikovodiki CH, trdni delci, dim in smrad. Pri dizelskih motorjih je količina ogljikovodikov, ogljikovega monoksida CO in dušikovih oksidov NO_x nižja kot pri bencinskih motorjih, ki imajo katalitični pretvornik brez krmiljenja in enako delovno prostornino. Zmanjšano emisijo škodljivih snovi v izpušnih plinih sodobnih dizelskih motorjev je omogočilo: elektronska kontrola procesa vbrizga goriva, povečan tlak vbrizga goriva, ki znaša tudi do 2000 barov, posebne oblike zgorevalnih komor, več kot dva ventila na valju, uporaba sistema za vbrizg goriva s skupnim vodom itn. Med postopkom za zmanjševanje in ugodno porabo goriva obstaja sporen cilj. Zato se za doseg zmanjšanja emisij škodljivih plinov mora upoštevati izboljšano sesanje z vmesnim hlajenjem, zmanjševanje izgub turbinskega polnilnika, ponovno cirkulacijo hlajenih izpušnih plinov, centralni vbrizg, skupni vod (Common rail) s piezo sprožilom, oksidacijski katalizator, filtre za delce, katalizator SRC (dodajanje ureje), temperaturo goriva, zmanjšanje žvepla v dizelskem gorivu itn.

Značilno je tudi zmanjševanje prostornine motorjev. Štirivaljni motorji so v preteklosti bili vgrajevani na traktorje do 73,5 kW, strokovna sfera pa si ni mogla predstavljati traktorja nad 73 kW za težka opravila v kmetijstvu brez šestvaljnega motorja. Sedaj so štirivaljni motorji postali stalnica pri izvedbah traktorjev večje moči. V kombinaciji s turbinskim polnilnikom in hladilnikom zraka (intercoolerjem) ter elektronskim direktnim vbrizgom goriva, sodobni štirivaljni traktorski motorji imajo na razpolago tudi 100 kW, pri najmočnejših izvedbah traktorjev pa štirivaljni motor razvija 120 kW, pri transportnih aktivnostih pa še nekoliko višjo o moč. Manjše število valjev pomeni krajši motor z manjšo maso, ter krajši in bolj okreten traktor, posledično pa tudi nižjo ceno motorja in predvsem porabo goriva. Pri nekaterih sodobnih traktorjih vrtljaji motorja v prostem tek znašajo 850 vrt./min., po aktiviranju ročne zavore pa traktorski motor avtomatično zmanjša vrtljaje na varčnih 650 vrt./min., kar pomeni še manjšo porabo goriva.

15.1.3 Usklajenost strojev glede opravil

Zelo pomembno je, da je velikost stroja prilagojena delovni operaciji. Traktorji in samovozni kmetijski stroji velike moči so bolj racionalni od majhnih strojev, potrebno pa je take stroje uporabljati smiselno. Preveč ali premalo moči na razpolago lahko značilno vpliva na porabo goriva. V praksi pa se dostikrat evidentni primeri uporabe predimenzioniranih strojev npr. traktor velike moči in priključni stroj, ki ima premajhno delovno širino. Za izvedbo delovne operacije s takim strojem se porabi več časa, posledično pa je tudi višja poraba goriva. Energija se dostikrat nesmiselno zapravlja zaradi nepoznavanja agrotehničnih potreb rastlin. Tipičen primer je npr. oranje na preveliko globino samo zaradi tega, ker moč traktorja in konstrukcijska izvedba pluga to omogoča, določena rastlina pa za svoj razvoj dejansko sploh ne potrebuje preveč globoko obdelanih tal.

15.1.4 Vzdrževanje strojev

Za uporabnika je pomembno, da vzdržuje stroj v dobrem stanju, ker dobro in redno vzdrževanje stroja poleg daljše življenjske dobe stroja vpliva tudi na zmanjšano porabo goriva. Z rednim vzdrževanjem se vpliva tudi na zmanjševanje števila popravil (posledično tudi na stroške vzdrževanja celotnega stroja), izboljšuje se zanesljivost delovanja stroja in zmanjšujejo se emisije škodljivih snovi v izpušnih plinih traktorskih motorjev. Uporabnikom je potrebno svetovati, da vodijo skrb glede periodičnega vzdrževanja strojev oziroma njihovih motorjev ter da se držijo napotkov v navodilih za vzdrževanje traktorjev in podatkov o potrebnih servisnih intervalih. Potrebno je poskrbeti, da se na motorju redno opravlja zamenjava zračnih in oljnih filtrov ter motornega olja. Pomen vzdrževanja teh filtrov ni zanemarljiv, ker zamašeni zračni filtri lahko povzročijo, da se nam poraba goriva lahko povzpne celo do 20 %. Potrebno je tudi skrbeti za druge dele motorja npr. pravilno nastavitve ventilov ter pravilno delovanje celotnega sistema za vbrizg goriva. Poskrbeti je tudi potrebno, da so mehanski deli pri mehanizmu za dodajanje plina motorju (nanaša se na starejše in manjše izvedbe traktorjev, novejše visokozmogljive izvedbe traktorjev imajo elektronske sisteme za reguliranje količine goriva) pravilno nastavljeni. Uporabnik mora namenjati tudi pozornost na obrabo motorja (obrabo batnih obročkov, ventilov motorja itn.), kakovost goriva (npr. voda v gorivu), notranja prepuščanja v motorju itn.

15.1.5 Delovanje traktorskega motorja v prostem teku

V nekaterih primerih traktorji delujejo veliko časa v prostem teku, ker pri krajših prekinitvah dela, uporabniki ne ugasnejo motorja traktorja. V odvisnosti od aplikacije, poraba goriva v prostem teku lahko znese 15 do 20 % od celotne porabe goriva, kar ni zanemarljivo. Zato je potrebno zmanjšati delovanje motorja traktorja ali samovoznega stroja v prostem teku na minimum. Uporabnik mora načrtovati delo tako, da bo število praznih voženj in obračanj na delovni površini čim manjše. Pogoste ustavitve in ponoven zagon motorjev po zagotovilih proizvajalcev na sodobnih traktorjih in samovoznih strojih ne bodo povzročile škode električni napravi za zagon motorja.

15.1.6 Tlak zraka v pnevmatikah traktorja

Pri traktorjih je zelo pomembno realiziranje traksijske sile pri različnih delih na tleh. Realizacija traksijske sile je zelo pomembna npr. pri osnovni in dopolnilni obdelavi tal, različnih opravilih z vlečenimi priključnimi stroji, vleki hlodov itn. Na mehkih oziroma razmočenih tleh bo previsok tlak zraka v pnevmatiki traktorja, vplival na zmanjšani prenos moči s traktorskega motorja preko transmisije na podlago. S tem se bo povečala poraba goriva zaradi prevelikega zdrsa ter obraba pnevmatik. Z vzdrževanjem pravilnega tlaka zraka v traktorskih pnevmatikah glede stanja podlage, se da dosežati boljšo realizacijo traksijske sile oziroma prenos sile s pnevmatike na delovno podlago in posledično nastanek večje odzivne sile in manjšo porabo goriva. Veliko je primerov v praksi, ko se mora zmanjšati zdrs pnevmatik (preveliki zdrs povzroča prekomerno porabo goriva). Zato je zelo pomembna pravilna izbira pnevmatik in dodatne obtežitve traktorja z utežmi (balast). Nezadostna obtežitev traktorja povzroča prekomerni zdrs pnevmatik in večjo obrabo motorja, kar pomeni tudi krajšo življenjsko dobo motorja. Velikost balasta je potrebno prilagoditi delovni operaciji zaradi pravilnega kotalnega odpora. Pri lahkih delih oziroma majhnih obremenitvah pa je potrebno odstraniti odvečni balast. V nekaterih pogojih pnevmatike ne omogočajo zadostne traksije, na primer ko je površina tal zelo mokra in drsi ali ko so tla pokrita s tankim rastlinskim pokrovom (realizacija traksijske sile se lahko izboljša z dodajanjem uteži ali povečanjem kontaktne površine, npr. večja kolesa, ko so pogoji za traksijo dobri, pa je najbolj enostavna rešitev dodajanje uteži na pogonska kolesa).

15.1.7 Uravnavanje tlaka zraka v traktorskih pnevmatikah glede trenutnega stanja podlage

Med osnovno obdelavo tal z oranjem, mehanske poškodbe tal se lahko zmanjša na minimum z zmanjševanjem tlaka pnevmatik, kar pomeni manjše površinsko tlačenje tal. Manjši tlak se doseže z zniževanjem tlaka v pnevmatikah traktorja, poleg tega se zmanjša zdrs pogonskih koles oziroma pnevmatik, kar pri oranju pomeni manjšo porabo goriva. Vlečna sila traktorja se lahko poveča pri enaki masi z regulacijo tlaka zraka v pnevmatikah. Pri transportnih opravilih se kotalni odpor minimalizira ter izboljša vodljivost traktorja z višanjem zračnega tlaka v pnevmatikah. Reguliranje zračnega tlaka zmanjšuje stroške delovanja traktorja, oziroma obraba pnevmatik in stroški za gorivo se znižajo.

Za čim daljšo življenjsko dobo pnevmatike in čim manjšo porabo goriva je zato zelo pomemben tlak zraka v njej. Tlak zraka v traktorski pnevmatiki se giblje od 0,8 do 2,2 bar, možni pa so maksimalni tlaki tudi do 2,8 bar. Priporočeni tlak v pnevmatiki traktorja, ki vozi po njivi znaša okrog 0,8 bar, pri vožnji na cesti pa 1,5 bar (okvirni podatki). V navodilih za uporabo traktorjev proizvajalci navajajo omejitve maksimalne obremenitve, ki se pojavljajo pri različnih tlakih pnevmatik na reprezentativnem vzorcu razpoložljivih dimenzij pnevmatik, ki jih je mogoče namestiti na traktor. Pri vožnji z visokimi cestnimi hitrostmi je potrebno strogo upoštevati tlake in maksimalno obremenitveno zmogljivost, ki jih priporoča proizvajalec pnevmatik. Pnevmatike morajo biti napolnjene tako, da ima tlak zraka v njih najnižjo vrednost, ki jo je predpisal proizvajalec traktorja glede njene obremenitve (težo, ki pnevmatike prenašajo) in vozne hitrosti. Previsok tlak zraka v traktorski pnevmatiki bo povzročal poškodbe na mehkih in razmočenih tleh, zmanjšal prenos moči s traktorskega motorja preko transmisije na podlago, povečala se bo poraba goriva zaradi prevelikega zdrs ter obraba pnevmatik. Z vzdrževanjem pravilnega tlaka zraka v pnevmatikah glede stanja podlage bo dosežena boljše vlečna sila traktorja in manjša poraba goriva. Na traktorje nekaterih proizvajalcev je možno namestiti dodatno opremo za uravnavanje tlaka zraka v pnevmatikah iz kabine traktorja ali zunaj kabine (cenejše izvedbe, ki se jih lahko montira na vse obstoječe izvedbe traktorjev). Prednosti omenjenega sistema so: olajša voznikovo delo, traktor postane bolj stabilen pri cestni vožnji, dosegajo se večje vlečne sile traktorja (glede trenutnega stanja podlage), varčuje se z gorivom, zmanjša se obraba pnevmatik, večje je udobje za voznika in manjše so mehanske poškodbe tal.

Tabela 16: Vlečna sila za traktor Deutz – Fahr DX 4.70, pnevmatike: zadaj 20,8 R 38; spredaj 16,9 R 26, zdrs 25 %, tla peščena (po Profi special)

Tlak zraka (bar)	Vlečna sila (daN)	Vlečna sila (%)
1,6	2560	100
1,2	2700	105
0,8	2970	116
0,6	3210	125
0,5	3380	132

15.1.8 Pravilno prestavljanje traktorskega menjalnika

Zelo pomembna je tudi izbira pravilne prestave, ki omogoča zeleno hitrost pri nižanih vrtljajih motorja brez preobremenitve. Raziskave so pokazale, da je možno porabo goriva zmanjšati do 15 % pri realiziranih 75 % moči motorja in celo do 30 % pri realiziranih 50 % moči motorja. Prej povedano je povezano s številom vrtljajev motorja, z nižjim številom

vrtljajev motorja se dosega tudi manjša moč motorja, posledično tudi manjša poraba goriva in daljša življenjska doba motorja. Takoj, ko je možno uporabnik traktorja mora predstavljati v višje prestave, število vrtljajev motorja pa znižati. V primeru sodobnih traktorskih motorjev z območjem konstantne moči, motorji dosegajo praktično enako moč v določenem intervalu števila vrtljajev motorja, npr. predpostavimo da je pri sodobnem motorju v intervalu od 1600 do 1900 vrtljajev motorja, moč približno konstantna, kar pomeni da je tudi na samem začetku in samem koncu omenjenega intervala vrtljajev, moč motorja praktično zmeraj konstantna. Poenostavljeno lahko rečemo, da bo uporabnik pri motorjih z območjem konstantne moči pri nižjih vrtljajih motorja, imel tudi manjšo porabo goriva ter enako moč, ki jo dosega tudi pri višjih vrtljajih motorja in posledično višji porabi goriva.

15.1.9 Uporaba reverzibilnega ventilatorja na motorjih traktorjev in samovoznih kmetijskih strojev

Na sodobne traktorje in samovozne kmetijske stroje je vgrajeno vse večje število hladilnikov, npr. hlajenje motorja s hladilno tekočino, oljni hladilniki za olje iz transmisije, hidravličnega sistema itn. Za motorje traktorjev in drugih delovnih strojev (na kmetijah se uporabljajo tudi dvoriščni traktorji, rovokopači, itn.) je značilno, da velikokrat delujejo v pogojih, ko je prisotna velika količina različnih delcev v zraku, na primer prah z zasušenih tal, rastlinski ostanki, insekti in druga umazanija. Omenjeni delci se začnejo nabirati na hladilniku motorja in drugih hladilnikih. Nekateri proizvajalci hladilnike nameščajo na takšna mesta na stroju, da niso direktno izpostavljeni vplivu umazanije npr. na zadnji del stroja ali bočno (primer pri nekaterih dvoriščnih izvedbah traktorjev in teleskopskih nakladalnikov itn. v tem primeru ventilator vleče bolj čisti zrak). Toda ne glede na zasnovo stroja in motorja, pri prevelikih količinah umazanije hladilnik ne more več učinkovito opravljati svoje funkcije. Ventilatorji za prisilno hlajenje delujejo, kot sesalniki za prah, tako da hitro povzročijo zapolnitev rež na hladilnikih. Za uporabnika stroja to pomeni povečano porabo goriva in dodatno delo za večkratno čiščenje. Povečana poraba goriva in delo, ki ga uporabnik nameni čiščenju pa lahko nanese tudi po več tisoč evrov na leto. Danes obstajajo rešitve, ki omogočajo, da se čiščenje hladilnika opravi med delovanjem stroja. To omogočajo ventilatorji z reverzibilnimi lopaticami, ki lahko spreminjajo kot lopatic med delovanjem. Lopatice se lahko nastavlja pod različnimi koti in s tem dosega različne učinke hlajenja, če se jih obrne v nasprotno smer, se zrak usmeri prek hladilnika motorja in opravi se izpihovanje hladilnika motorja (ter drugih hladilnikov, ki so sedaj v veliko primerov skupinsko nameščeni npr. pri traktorjih). Po opravljenem izpihovanju se ventilator spet postavi na delovni položaj za hlajenje motorja traktorja. Z uporabo omenjenega sistema uporabniku ni potrebno zapuščati kabine delovnega stroja. Omenjene sisteme nekateri proizvajalci vgrajujejo serijsko, lahko pa se jih vgradi tudi naknadno. Reverzibilni ventilator omogoča tudi, da je poraba njegove energije odvisna glede potreb po hlajenju. Pri manjši obremenitvi motorja so tudi potrebe po hlajenju motorja manjše (v tem primeru so lopatice postavljene pod manjšim kotom tako da zajamejo manjšo količino zraka). Z uporabo manjših kotov lopatic so možni prihranki glede potrebne moči za pogon ventilatorja tudi do 60 %. Najbolj dodelan je sistem, kjer se kot lopatic ventilatorja spreminja v povezavi z elektronsko enoto za nadzor delovanja motorja. V tem primeru so lahko prihranki moči, ki je potrebna za pogon ventilatorja tudi do 80 %.

15.1.10 Zmanjševanje porabe goriva v obdelavi tal

Za zmanjševanje porabe goriva pri osnovni obdelavi tal - oranju obstaja več možnosti. Ena izmed možnosti, da zmanjšamo porabo goriva v celotni obdelavi tal je tudi tako imenovana „zimski brazda“. Poleg potencialne akumulacije vode (če so padavine) pa so konec jeseni oziroma na začetku zime preorana tla čez zimo izpostavljena velikim temperaturnim razlikam kar pomeni izmenjavanje zmrzovanja in odtajevanja, vlaženja in sušenja. Zaradi tega se

velike talne grude drobijo v manjše strukturne talne agregate in to po naravnih razpokah. Dopolnilna ali predsetvena obdelava takih tal pa zahteva manj energije oziroma manjše količine mineralnega dizelskega goriva in posledično manjše emisije ogljikovega dioksida in drugih toplogrednih plinov.

Gnojenje s hlevskim gnojem ima številne pozitivne lastnosti na sama tla. Organska snov veže lahko do pet krat več vode, kot je njena lastna masa, kar je pomembno zlasti za peščena tla oziroma za vsa tla, kadar nastopijo suše. Če se njivske površine redno in več let gnoji z uležanim hlevskim gnojem je potrebna vlečna sila za vleko pluga do 38 % manjša, kot na tleh gnojenih samo z mineralnimi gnojili. V tem primeru hlevski gnoj (organska snov) izboljša strukturo tal, zaradi katere je potem manjši specifični odpor tal ob vleki pluga (manjša poraba goriva).

Na porabo goriva pri oranju ima velik vpliv tudi konstrukcija pluga. Sodobni večbrazdni obračalni plugi vodilnih proizvajalcev so praviloma opremljeni z vijačnimi deskami, ki porabijo manj energije v primerjavi s cilindričnimi oblikami plužnih desk. Poleg tega se vse bolj uveljavljajo trakaste ali rešetkaste deske, ki imajo manjši specifični odpor pri oranju, namenjene pa so za oranje težkih in lepljivih tal (z velikim deležem glinastih delcev). Poleg oblike plužne deske je pomemben tudi material deske. Sodobni večbrazdni obračalni plugi imajo na razpolago tudi plastične plužne deske, ki se uporabljajo na podobnih tleh, kot prej omenjene rešetkaste. Za vleko pluga z omenjenimi deskami se porabi manj energije, njihova slaba lastnost je da je obraba plastičnih plužnih desk hitrejša, zato se jih ne priporoča na skeletnih tleh. Deli pluga, ki so v stiku s tlemi so med delovanjem izpostavljeni obrabi. Obrabljeni, topi, neostri deli tudi povečujejo porabo goriva. Zato jih je potrebno redno zamenjevati (priporoča se menjava z originalnimi nadomestnimi deli). V nekaterih primerih se uporabniki poslužujejo neoriginalnih delov, ki so cenejši in manj kakovostni, kar pomeni da z njihovo uporabo pride prej do obrabe določenega dela pluga, spremembe geometrije omenjenega dela in posledično višje porabe energije. Strokovnjaki evropskega Projekta IEE Efficient 20, ki je imel za cilj zmanjšati porabo goriva v kmetijstvu in gozdarstvu, odsvetujejo dodatno „zaščito“ delov pluga izpostavljenih obrabi. Z raziskavami je ugotovljeno da lahko z navarivajo izrabljene konice lemeža na standarden lemež, povečamo porabo goriva tudi do 34 %. Obraba originalnega standardnega lemeža je manjša, vendar pa se poraba goriva bistveno poveča. Tudi navaritev „posebnih oblog“ na začetek deske lahko sicer zmanjša obrabo deske, posledično pa je poraba goriva spet večja.

15.1.11 Zmanjševanje porabe goriva s priključnimi stroji, ki so gnani prek priključne gredi traktorja

Številni priključki za delo v kmetijstvu so gnani preko priključne gredi traktorja. Za večino traktorskih priključnih strojev je značilno da pravilno delujejo pri 540 vrt./min. priključne gredi traktorja. Te vrtljaje ima priključna gre pri 85 do 90 % glede na nazivno število vrtljajev motorja. Velikokrat pa gnani priključki ne potrebujejo velike moči, ki je na voljo pri teh višjih vrtljajih motorja (motor ima v tem delovnem območju relativno visoko porabo goriva). Zato večina proizvajalcev ponuja tudi varčno priključno gred. Proizvajalci to varčno priključno gred, označujejo s 540 E, 750, in ECO priključna gred. Omenjena varčna priključna gredi se vrti s 540 vrt./min. ob nižjem številu vrtljajev motorja. V takem delovnem režimu je motor bolje izkoriščen, specifična poraba goriva pa je manjša. Običajno pri izboru hitrosti 540E se doseže nazivno število vrtljajev priključne gredi - 540 vrt./min., pri vrtljajih motorja, ki so nekje v območju od 65 do 70 % glede na nazivno število vrtljajev traktorskega motorja. Varčno priključno gred se najpogosteje uporablja pri gnanih priključkih, ki ne potrebujejo veliko moči za pogon (trosilniki, škropilnice, obračalniki, zgrabljalniki itd).

Tudi pri gnanih strojih za obdelavo tal se lahko uporablja varčna priključna gred (če traktor in delovne razmere dopuščajo).

15.1.12 Zmanjševanje porabe energije s pravilnim vzdrževanjem rezil na različnih kmetijskih strojih

Pri košnji s skrhanimi noži kosilnice porabimo približno 15 % več energije, kot pri nabrušenih rezilih.

Različni noži na strižnih in rotacijskih kosilnicah, silokombajnih, balirkah, odrezovalnikih silaže itn., zato morajo biti pravilno naostreni. Z brušenjem zmanjšamo topost rezilnega roba orodja in s tem zmanjšamo potrebno silo pri rezanju. Pri nižjih silah, ki jih potrebujemo za odrezovanje rabimo tudi manj energije ter posledično goriva za pogon traktorjev oziroma samovoznih strojev. Pomembno je vedeti da kakovostno odrezan rastlinski material mora biti gladko odrezan in ne razcefran.

Pri silokombajnih je dolžina rezi zelo kratka, kar pomeni posledično tudi višjo porabo energije. Za pravilno delovanje silokombajnov je izredno pomembna ostrina nožev ter pravilna razdalja med rezili in protirezilom. Pri topih rezilih in nepravilno nastavljenem protirezilu se lahko poraba energije podvoji. Poleg tega se zaradi topih nožev in prevelike razdalje med noži in protirezilom povečajo obremenitve ležajev in ostalih delov silokombajna. Zaradi tega moramo nože redno brusiti, protirezilo pa nastavljati na pravilno razdaljo do nabrušenih nožev. Rezila je potrebno brusiti bolj pogosto in manj intenzivno. S tem se doseže manjša poraba energije, boljše kakovost odreza ter večji delovni učinek. Samo brušenje ne sme spremeniti oblike (kotov) rezila na orodjih ter vplivati na lastnosti materiala.

15.1.13 Zmanjševanje porabe goriva z združevanjem delovnih operacij v obdelavi tal

Pri konvencionalni obdelavi tal s plugom osnovna obdelava tal zajema obračanje in rahljanje obdelovalne plasti tal, predsetvena ali dopolnilna obdelava tal pa se lahko opravi istočasno s setvijo (kombinirani agregat) ali ločeno. Za pridelavo večine poljščin se danes pri nas večinoma uporablja konvencionalna obdelava tal vendar so vse bolj na pohodu tudi tehnologije, ki nam omogočajo zmanjševanje števila prehodov. Gospodarna in ekološko naravnana pridelava, ki sedaj prihaja v ospredje pa postavlja še dodatne zahteve: zmanjšati stroške dela in energije za obdelavo tal (zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, ki nastanejo, kot posledica delovanja kmetijske mehanizacije) ter skržiti intenzivno obdelavo tal le na nujne ukrepe. Z obdelavo tal brez oranja in z združevanjem več delovnih operacij, ki jih opravljamo ločeno je mogoče opraviti velike prihranke energije oziroma dizelskega goriva za pogon traktorjev in časa. Tehnike pri katerih se reducira intenziteta obdelave tal zaradi možnosti zmanjševanja porabe goriva in emisij toplogrednih plinov postajajo vse bolj pomembne v Evropi in svetu. Raziskave so pokazale da je možno zmanjšati porabo energije do 70 % v združeni istočasni obdelavi tal in setvi (stroj za obdelavo tal z gnanimi delovnimi elementi in sejalnica sta združena) v primerjavi s konvencionalno obdelavo tal.

Sistem obdelave tal pri katerem ostane po obdelavi in setvi več kot 30 % obdelane površine pokrite z rastlinskimi ostanki prejšnje poljščine in tla ne orjemo se imenuje konzervacijski. Z uporabo konzervacijske obdelave se tla ne obračajo, kot pri oranju. Rastlinski ostanki se premešajo s površinsko plastjo tla, s tem se zapira površinski del tal zaradi ohranjanja vlage v tleh. S konzervacijsko obdelavo tal poskušamo tla porušiti v čim manjši meri, tako da se ohrani njihova naravna struktura, pusti maksimalni rastlinski pokrov in ustvari groba površina tal. S tem bodo tla zaščitena pred erozijo (zelo pomembno, ker rastlinski pokrov zmanjšuje vetrno erozijo), izhlapevanje vode pa se lahko občutno zmanjša posebej v aridnih področjih.

Obdelava z mulch posegi – obdelava ali priprava tal v smeri da rastlinski (ali drugi materiali primerni za mulch pokrov) ostanejo blizu ali na sami površini tal.

Reducirana obdelava - sistem, kjer je primarna obdelava povezana s specialnimi tehnikami

sejanja da se reducirajo ali eliminirajo operacije sekundarne obdelave.

Obdelava v trakove - sistem, kjer se obdelujejo samo setvene trakove oziroma pasove.

Brez obdelave (angl. No-tillage planting ali Zero tillage) – postopki, kjer se setev opravlja direktno v neobdelana tla npr. tla z rastlinskimi ostanki od prejšnje kulture.

Zaradi manjše porabe energije (manjša količina dizelskega goriva se porabi za pogon traktorjev) pri minimalni obdelavi tal in manjšega števila prehodov traktorskih agregatov je omogočena večja produktivnost (manjša poraba časa za izvedbo delovne operacije) in posledično boljša ekonomičnost pridelave. Poleg tega je zmanjšana obremenitev okolja s toplogrednimi plini, mehanske poškodbe tal pa so tudi minimalne.

15.1.14 Zmanjševanje porabe goriva v transportu

V kmetijstvu se poleg različnih kmetijskih opravil srečujemo tudi z veliko transporta. Eden izmed razlogov za veliko transporta je tudi posestna struktura. Povprečna slovenske kmetija ima 6,4 ha, kmetijo pa običajno sestavlja večje število parcel (parcele so lahko med seboj precej oddaljene, ter lahko daleč tudi od same kmetije). Zato je potrebno bistveno več transporta, kot če bi bila kmetija v enem kosu ali iz nekaj velikih parcel. Porabo goriva se lahko zelo zmanjša z dobro organizacijo transportov, tako da uporabniki zmanjšajo nepotrebne poti. Pri daljših vožnjah na trdni podlagi je potrebno nastaviti višji tlak v pnevmatikah traktorja. S tem se dosega zmanjševanje kotalnega odpora in porabo energije oziroma dizelskega goriva. Pri transportu na trdnih podlagah je potrebno izključiti štirikolesni pogon. Omenjeni pogon naj bo samo vključen v primeru potrebe in vožnje po strmini (varnost). Transport je tudi dejavnost v kmetijstvu, kjer se velikokrat mudi, zaradi časovne stiske (opravila so dostikrat odvisna od vremena). Pri transportu se lahko relativno enostavno zmanjša porabo goriva (poraba goriva je pri nižjih vrtljajih motorja traktorja bistveno manjša, sodobnejši traktorji pa lahko dosežejo maksimalno hitrost že pri nižjih vrtljajih motorja, kar pomeni tudi manjšo porabo goriva).

15.1.15 Možnosti za zmanjševanje porabe električne energije

Ugotavljanje porabe električne energije

Za ugotavljanje porabe električne energije na kmetijah se opravi analiza električnih porabnikov kmetije. Merilnik porabe električne energije se poveže z različnimi električnimi stroji in napravami, ki se uporabljajo pri različnih kmetijskih opravilih. V proizvodnji mleka so zajeti npr. stroji za molžo, hlajenje mleka, čiščenje gnoja, prezračevanje objektov ter električna razsvetljava. Na sadjarski ali vinogradniški kmetiji so zajeti različni stroji za procesiranje pridelkov v končne produkte, stiskalnice za sadje ali grozdje, filtrirne enote, linije za polnjenje embalaže itn. Zaradi zanesljivosti meritev se meritve na vseh električnih strojih lahko opravljajo skozi daljše časovno obdobje tako da se posamezni električni stroj spremlja več dni, tednov in celo mesecev. Na ta način so zajete tudi električne porabe, ki jih v krajšem časovnem intervalu ne bi zajeli. Npr. pri robot molži je zelo pomembno opravljati meritve skozi daljše časovno obdobje zaradi specifičnosti samega stroja in postopka (ta stroj je v stanju pripravljenosti praktično cel dan, krave pa lahko hodijo na prehranjevanje in molžo nekaj krat na dan). Z registriranjem električne porabe različnih porabnikov lahko kmetija pristopi strategiji glede zmanjševanja porabe električne energije v prihodnosti. V naslednjem tekstu je podano nekaj možnosti za zmanjševanje porabe električne energije na kmetijah.



Slika 79: Prenosni merilnik porabe električne energije

Slika : Prenosni merilnik porabe električne energije (v majhni omarici) zasnovan na Kmetijskem inštitutu Slovenije - Oddelku za kmetijsko tehniko in energetiko, omogoča meritve porabe električne moči posameznih električnih porabnikov. V ozadju je vidna električna omarica z varovalkami na kmetijskem objektu, oranžni električni kablji pa se uporabljajo za merjenje porabe električne energije izbranega porabnika preko omenjenega merilnika. Merilnik beleži trenutno, maksimalno, kumulativno itn. porabo električne energije priključenih strojev in naprav, možen pa je tudi prenos zabeleženih podatkov na osebni računalnik.

Elektromotorji

Elektromotorji predstavljajo enega od največjih porabnikov električne energije pri električnih strojih, ki se uporabljajo v kmetijstvu. V življenjski dobi elektromotorja 96 % obratovalnih stroškov predstavlja električna energija za njegov pogon, samo 2,5 pa % predstavlja njegova nabavna cena, na vzdrževanje pa odpade še dodatno 1,5 % stroškov. Zaradi tega je ključnega pomena zagotoviti optimalno delovanje elektromotorja (pozornost se mora posvetiti izgubam pri različnih prenosih). Pri sodobnih izvedbah elektromotorjev se vse več uporablja krmilne sisteme (npr. frekvenčne regulatorje). Pri nabavi novih strojev bi se kmetije morale odločiti za nabavo takih izvedb strojev, ki imajo energetske učinkovitejše elektromotorje in krmilne pogonske sisteme (frekvenčne regulatorje). Energetske učinkoviti elektromotorji so označeni z EFF1. Elektromotor in gnani stroj morata biti medsebojno dobro usklajena, velikokrat se uporablja za pogon določenih strojev elektromotorje, ki so premočni, v takem primeru elektromotor porablja preveč električne energije. Zato se ne sme uporabljati predimenzioniranih elektromotorjev po načelu »bolje je da razpolagamo z elektromotorjem, ki nam omogoča večjo rezervo moči«. Za spreminjanje števila vrtljajev kmetijskega gnanega stroja, ki ga poganja elektromotor je priporočljivo uporabljati frekvenčne pretvornike in ne mehanska gonila za spreminjanje vrtljajev (npr. jermenski variator). Frekvenčni pretvornik omogoča spreminjanje števila vrtljajev elektromotorja, s tem se dosega nadzor nad delovanjem gnanega stroja (omogočen je tudi mehaki zagon stroja in doseganje visokega navora že pri majhnih vrtljajih elektromotorja) in vpliva na zmanjšano porabo električne energije. Frekvenčni pretvorniki se največkrat uporabljajo pri elektromotorjih, ki poganjajo različne črpalke, kompresorje in ventilatorje, srečujemo pa jih tudi pri stiskalnicah za peletiranje krme, in stiskanje rastlinskega olja itn. Ob spreminjanju obremenitvi elektromotorja, frekvenčni pretvornik poskrbi da je hitrost elektromotorja konstantna. Vhodna napetost v frekvenčni pretvornik je lahko eno fazna ali trifazna. Investicija v razmeroma drage frekvenčne pretvornike se bo obrestovala v nižjih računih za električno energijo na

kmetiji. V primeru npr. uporabe črpalke, ki jo poganja elektromotor je za reguliranje pretočne količine tekočine, bolj primerno uporabljati frekvenčne regulatorje za spremembo števila vrtljajev elektromotorja, kot reguliranje s pretočnimi ventili. V povprečju bodo prihranki pri porabi električne energije znašali do 30 % pri uporabi frekvenčnega regulatorja v primerjavi s pretočnimi ventili.

Ker električni stroji ne rabijo dosti vzdrževanja se jim dosti krat ne namenja nobena pozornost. Zato pogosto vidimo električne stroje, ki so pokriti z velikimi količinami prahu in druge umazanije. Slabo vzdrževani elektromotorji namenjeni za pogon različnih strojev na kmetiji lahko povečajo porabo električne energije. Npr. če elektromotor deluje v prašnem okolju ga je potrebno periodično čistiti od prahu (hladilna rebra na ohišju, mesto za vstop zraka do ventilatorja za hlajenje motorja) da se izboljša njegovo hlajenje. Elektro motorji morajo imeti dostop do zraka za hlajenje, poleg tega temperatura zraka v delovnem okolju elektromotorja ne sme biti previsoka, ker se elektromotor ne bo mogel pravilno hladiti. Uporabniki bi morali posvečati tudi večjo skrb pri vzdrževanju elektromotorjev (v skladu z navodili proizvajalca). V praksi bi se uporabniki morali tudi izogibati uporabi elektromotorjev, ki so bili zaradi okvare previti z novim navitjem, ker se velikokrat poslabša izkoristek takega elektromotorja. V primeru da se uporabnik ne more izogniti tovrstnemu popravilu, se mora prepričati, da je izvajalec previjanja ustrezno usposobljen in pooblaščen od proizvajalca elektromotorjev.

Ventilatorji

Najboljši način za zmanjševanje porabe električne energije pri prezračevanju hlevov je uporaba naravnega prezračevanja, kjer je seveda možna. Ker pa ta način ni povsod možen se mora uporabljati tudi električne ventilatorje za prezračevanje. Pri nakupu novih ventilatorjev je potrebno pravilno izbrati ventilatorje glede zahtev po prezračevanju hlevskih objektov in porabe moči (energijsko učinkovite izvedbe ventilatorjev ter izvedbe opremljene s frekvenčnimi regulatorji za reguliranje števila vrtljajev ventilatorja). Dimenzioniranje ventilatorjev je izrednega pomena. Predimenzionirani ventilatorji lahko zapravljajo električno energijo, premalo dimenzionirani ventilatorji pa ne bodo opravljali učinkovitega prezračevanja, poleg tega jih bo potrebno prepogosto dajati v pogon za doseganje pravilne temperature v hlevu. Samo podatek o moči elektromotorja, ki poganja ventilator ne pove nič za uporabnika, bolj pomemben je podatek o razmerju pretoka zraka v enoti časa in električne moči za ventilator, ki je izražen v l/s/W ali m³/h/kW. Na žalost omenjeni podatek pa se dobi samo za renomirane proizvajalce ventilatorjev, ki svoje izdelke testirajo na nekaterih inštitucijah, ki se ukvarjajo z učinkovito rabo energije v kmetijstvu. Na obstoječih hlevskih ventilatorjih je potrebno opravljati redne vzdrževalne posege, kar pomeni da je potrebno preverjati stanje ventilatorjev in jih po potrebi tudi občasno očistiti. Umazani ventilatorji (umazane lopatice in prezračevalne reže, prekrite z različno umazanijo) lahko zmanjšajo izkoristek ventilatorjev za več, kot 40 %. Lahko se celo zgodi da so ventilatorji tudi poškodovani (npr. zvite lopatice, odpadle lopatice itn.), kar pomeni da ventilator deluje popolnoma neučinkovito. Očiščeni in vzdrževani ventilatorji lahko znižajo stroške električne energije v razponu od 15 do 50 %.

Ventilatorji velikega premera

Konvencionalni način ventiliranja z ventilatorji, ki se vrtijo z visokimi vrtljaji, porabi precej električne energije. V zadnjih letih se v svetu uvaja novi način ventiliranja (predvsem v govedoreji) s pomočjo visoko pretočnih, nizko tlačnih ventilatorjev velikega premera. Ventilatorji imajo propelerje s premerom od 1,8 m do 7,3 m. Moč elektromotorjev, ki jih poganjajo pa znaša od 400 W do 1,5 kW (odvisno od premera ventilatorja). Z njimi je možno učinkovito hladiti govedorejske hleve. Zaradi počasnega vrtenja ventilatorji porabijo malo električne energije. Poleg tega se vrtijo tiho in omogočajo počasno nemoteče gibanje zraka. V zimskem obdobju so velike temperaturne razlike v objektih na tleh in pri stropu. Z uporabo omenjenih ventilatorjev velikega premera je možno praktično dosegati skoraj enako

temperaturo po celotni višini prostora (v povprečju je razlika manjša od 0,5 °C). Ventilator počasi potiska topli zrak proti tlorisu in ga meša s hladnim zrakom, s tem se premeša celotna količina zraka v hlevu. Zaradi izenačitve v temperaturi zraka se lahko dosega prihranki pri toplotni energiji tudi do 25 %. Število vrtljajev ventilatorja velikega premera se regulira s pomočjo frekvenčnega pretvornika, kar omogoča velike prihranke električne energije. Npr. v letnem obdobju se ventilatorji vrtijo z 10 – 15 vrt./min., v poletnem pa z 30 do 40 vrt./min.

15.1.16 Hlajenje mleka

Hladilni sistem za ohlajanje mleka spada med največje porabnike električne energije v hlevu, sledi segrevanje vode za procesne potrebe, nato pa so še vakumske črpalke, osvetlitev itn. Pri hlajenju mleka nastaja toplotna energija, ki se jo lahko koristno uporabi. Najbolj pogosto se ta toplotna energija preko toplotnega izmenjevalca uporabi za gretje vode. V toplotni izmenjevalcu priteče hladna voda in se ogreje na višjo temperaturo, ta višja temperatura se da nastaviti in je običajno od 45 °C navzgor. Črpalka nato transportira toplo – vročo vodo v izolirani hranilnik toplote. Koliko odpadne toplote zaradi hlajenja mleka se lahko izkoristi je odvisno od količine mleka in uporabe sistema pred ohlajevanja mleka. S pred ohlajevanjem mleka se lahko bistveno zmanjša glavno hlajenje mleka (tudi za polovico). S pred ohlajevanjem se tudi zmanjša količina ogrete vode preko toplotnega izmenjevalca ob glavnem hlajenju mleka. Velikost hranilnika toplote je odvisna od potrebe po topli vodi za čiščenje po molži. Količina tako pridobljene tople vode je odvisna od števila krav molznic in količine namolzenega mleka na kravo. Z večanjem obojega pa se lahko pridobi več toplote, kot je potrebno v molzišču in hlevu. Ta višek toplotne energije se lahko koristno uporabi za druge potrebe – sanitarno vodo ali za ogrevanje stanovanjskega objekta na kmetiji (ekonomičnost je odvisna tudi od razdalje med molziščem in stanovanjskim objektom).

15.1.17 Prezračevanje hlevov v prašičereji

Ker prašiči bolj občutljivo reagirajo na občutek toplote ali hladu v primerjavi z drugimi živali, npr. z govedmi, je potrebno posebno pozornost nameniti vzdrževanju pravilne temperature v hlevih. Klima v hlevu je izrednega pomena za doseganje produktivnosti v reji prašičev, ker vpliva tudi na porabo hrane s strani živali, njihov stres in izpostavljenost infekcijam. Za prezračevanje hlevov obstaja naravni in mehanski način prezračevanja. Naravni način prezračevanja je v preteklosti bil edini, z dostopom električne energije in dostopnostjo regulacijske tehnike pa je mehanski način prezračevanja z ventilatorji postal prevladujoč. Po mnenju načrtovalcev hlevov (predvsem v preteklosti) je mehanski sistem prezračevanja predvidljiv, mogoče ga je nadzorovati, in učinkovit je, naravni način prezračevanja pa nima nobeno od omenjenih lastnosti. Pozneje opravljene študije pa so pokazale ravno nasprotno, da lahko naravni način prezračevanja ima vse prej naštete lastnosti, kot mehanski ter da je naravni način prezračevanja bistveno cenejši, ker sistem z ventilatorji kontinuirano porablja energijo. Zato je najboljši način za zmanjševanje porabe električne energije pri prezračevanju hlevov uporaba naravnega načina prezračevanja, kjer je seveda možna. Ker pa ta način na žalost ni povsod možen moramo uporabljati različne izvedbe električnih ventilatorjev za prezračevanje.

Danes se uporabljajo sistemi za nadtlačno, podtlačno in kombinirano prezračevanje z ventilatorji. Prezračevanje s podtlakom deluje tako da ventilatorji na hlevu vsesavajo zrak iz hleva. Na ta način nastane majhen podtlak, ki potegne sveži zrak iz okolice hleva v notranjost hleva skozi posebne odprtine za zračenje. Ventiliranje z nadtlakom deluje tako da ventilatorji potiskajo sveži zrak skozi dovodne kanale v hlev. Na ta način nastaja nad tlak, ki potiska izrabljen zrak iz hleva skozi odzračevalne jaške iz hleva. Pri obeh sistemih ventiliranja, s podtlakom in nadtlakom, količina zraka se regulira s spreminjanjem števila vrtljajev ventilatorja (frekvenčni regulatorji) in odpiranjem loput za vstopni ali izstopni zrak. Pri prezračevanju z izenačenim tlakom so ventilatorji v sistemu za dovod svežega zraka in v

sistemu za odvod rabljenega zraka iz hleva. V tem primeru je sistem za odvod rabljenega zraka urejen, kot talno zračenje v hlevih z rešetkastimi tlemi. Oba tipa ventilatorjev morata biti sinhronizirana da je tlak v hlevu ves čas izenačen. Tako so združene vse dobre lastnosti obeh sistemov. Talno zračenje deluje pravilno če je poskrbljeno da ventilator enakomerno sesa rabljen zrak po celotni dolžini hleva. Zato mora biti tudi za odvod zraka iz hleva narejen poseben jašek na katerem so priključki v kanal za gnojevko po celotni dolžini. Pri nizkih zunanjih temperaturah sistem prezračevanja vnaša hladen zrak v hlev, zato omenjeni zrak ne sme dosegati živali preden se zmeša z zrakom, ki je v objektu. Pri visokih temperaturah izven hleva pa je pomembno da se odvečna toplota odstrani od živali. Poleg tega je potrebno ustvariti zračno gibanje okrog živali da se zagotovi hladilni efekt. Omenjene zahteve je možno dosegati s pravilnim načrtovanjem ter dimenzioniranjem sistema za prezračevanje.

15.1.18 Uporaba obnovljivih virov energije na kmetijah

Za Slovenijo je določeno, da mora do leta 2020 doseči najmanj 25 % delež obnovljivih virov energije (OVE) v končni bruto uporabi energije. Kmetije lahko zmanjšajo energetske odvisnosti s pridobivanjem električne in toplotne energije iz obnovljivih virov energije (sonca, vetra, biomase). Na strehah različnih objektov so lahko nameščene fotovoltaične naprave ali mikro vetrnice za proizvodnjo električne energije. Iz gnojevke in hlevskega gnoja ter različnih rastlinskih ostankov pa se lahko pridobiva bioplina. S sežiganjem bioplina se npr. v kogeneratorski enoti istočasno proizvaja električna in toplotna energija (uveljavljeno zaradi sistema podpor električni energiji iz OVE). Bioplina, ki se sežiga na gorilniku pa se lahko na kmetiji direktno uporabi za proizvodnjo toplotne energije za procesne potrebe kmetije. Na strehe različnih objektov na kmetiji se lahko namestijo solarni kolektorji za segrevanje vode ali zraka za procesne potrebe. Solarni kolektorji predstavljajo eden od najcenejših načinov za pridobivanje toplotne energije (zmanjšamo porabo električne energije, ki se porabi npr. za segrevanje vode za procesne potrebe kmetije itn.) v primerjavi z ostalimi načini pridobivanja energije iz obnovljivih virov. Na kmetiji lahko zmanjšamo porabo toplotne energije tudi z uporabo različnih izvedb toplotnih črpalk. S pridobljeno energijo iz obnovljivih virov zmanjšamo ogljični odtis kmetije oziroma ogljični odtis končnega kmetijskega produkta npr. mleka, mesa itn.

15.1.19 Uporaba alternativnih goriv v kmetijski pridelavi

Uvajanje alternativnih goriv v večjem obsegu bo v daljšem obdobju prispevalo zmanjševanju izpustov ogljikovega dioksida in drugih toplogrednih plinov. Ogljikov dioksid, ki nastane pri izgorevanju biomase, ne prispeva k toplogredni obremenitvi podnebja, saj gre za ogljik, ki so ga rastline zajele iz zraka. Biomasa, ki nastaja v kmetijstvu se uporablja, kot vir človeške ali živalske hrane, za predelavo v surovine, izdelke ali goriva del pa se v obliki odpadkov neposredno vrača v tla. Poleg trdnih in plinskih produktov biomase se vse bolj uveljavljajo tudi tekoča goriva iz biomase ali biogoriva. Biogoriva se lahko uporabljajo, kot nadomestek ali dodatek gorivom naftnega izvora za uporabo v kmetijstvu. Od tekočih goriv iz biomase so najpomembnejša biogoriva: bioetanol, biometanol, rastlinsko olje ter biodiesel. Pri njihovi uporabi je bilanca sproščenih toplogrednih plinov izravnana, saj se ogljikov dioksid, ki nastane pri gorenju, med rastjo s pomočjo fotosinteze ponovno vgradi v biomaso (zaprti krog CO₂).

Problemi z oskrbo s fosilnimi gorivi bodo v prihodnosti še večji zaradi zmanjševanja zaloga nafte in povečanega globalnega povpraševanja po energentih. Energetske odvisnosti in ranljivosti Slovenije, ki se danes v celoti oskrbuje s fosilnimi gorivi na svetovnem trgu se lahko zmanjša. Zmanjša se jo lahko tako, da se izkoristi tudi lastne vire na področju pridelave in predelave domačih surovin z decentralizirano proizvodnjo biogoriv iz npr. oljnic ali bioplina. Z domačo proizvodnjo in samooskrbo bi lahko v kriznih razmerah zagotovili del biogoriv za pogon kmetijske mehanizacije.

Že sedaj je dostopno večje število alternativnih goriv, ki pa se v kmetijstvu (predvsem EU in drugih državah v svetu) uporabljajo v omejenem obsegu. Od teh goriv so najpomembnejša:

- Utekočinjeni naftni plin, ki je mešanica utekočinjenega propana in butana (zaradi dejstva, da je propan-butan zmes naftnih derivatov, ki nastanejo, kot produkt pri destilaciji nafte, njegov delež na trgu goriv verjetno ne bo dosti rasel v prihodnosti),
- Zemeljski plin, ki je stisnjen (angl. kratica CNG, slov. kratica SZP) ali v utekočinjeni obliki (angl. kratica LNG, slov. kratica UZP),
- Tekoča goriva iz biomase: alkoholi (metanol, etanol, butanol in drugi), rastlinska olja, biodizel (nastane z dodajanjem alkohola rastlinskemu olju)
- Plinasta goriva iz biomase: bioplin, ki nastane pri anaerobni razgradnji organskih spojin (kmetije, živilsko predelovalna industrija, deponije smeti, itn.) ter biometan, ki predstavlja bioplin, ki je očiščen in nadgrajen do faze metana (po sestavi je skoraj enak kot zemeljski plin), plin iz uplinjanja biomase (les, žetveni ostanki, hitro rastoče drevesne vrste itn.)
- Goriva, ki nastanejo v postopku predelave drugih goriv (sintetična goriva): sintetični bencin, dimetil eter, amonijak, svetilni plin, vodni plin, sintezni plin in druge snovi

Biodizel in rastlinsko olje

Uporabo mineralnega dizelskega goriva je možno zmanjšati z njegovim nadomeščanjem z alternativnimi gorivi. Od teh goriv je za kmetijstvo trenutno na razpolago biodizelsko gorivo in rastlinsko olje. Biodizelsko gorivo je možno uporabljati na nekaterih izvedbah traktorskih motorjev v obliki B 100 (B 100 pomeni 100 % biodizelsko gorivo, B 20 pomeni 20 % biodizelskega goriva in 80 % mineralnega dizelskega goriva, B 5 pomeni 5 % biodizelskega goriva in 95 % mineralnega dizelskega goriva itn.).

Energetska uporaba rastlinskega olja v motorjih (dizelski motorji na traktorjih in kmetijskih samovoznih strojih, kogeneratorske enote za proizvodnjo električne in toplotne energije itn.) je aktualna opcija za mineralno dizelsko gorivo. Zelo pomembno je, da je rastlinsko olje iz oljnic dosegljivo v praktično celi Evropi in pri nas, severni deli Evrope so primernejši za pridelavo oljne ogrščice, južni pa za pridelavo sončnice, soje itn. Dodatna spodbuda za proizvodnjo rastlinskega olja je da je proizvodnja biodizla iz oljnic najbolj enostavna od vseh produkcijskih verig za biogoriva poleg tega so tudi stroški procesiranja najnižji v primerjavi z drugimi biogorivi. Sedaj je v svetovnem merilu 80 % biodizla narejeno iz oljne ogrščice, 13 % iz sončnic, ostanek pa iz ostalih rastlinskih olj. Proizvodnja rastlinskih olj, ki predstavljajo osnovno surovino za proizvodnjo biodizla danes poteka na osnovi ekstrakcije olj s pomočjo mehanskega stiskanja semen ali s pomočjo topil. Proizvodnja rastlinskih olj na družinskih kmetijah lahko bazira na ekstrakciji olja iz semena oljnic s pomočjo mehanskega stiskanja semena različnih oljnic.

Bioplin in biometan

Pri energijski proizvodnji iz biomase pomembno vlogo igra biokemična konverzija v katero se uvršča tudi anaerobno vrenje, ki predstavlja konverzijo organskega materiala v plin, ki se imenuje bioplin. Bioplin je zmes plinov, ki nastane pri anaerobnem vrenju (brez prisotnosti kisika) v bioplinski napravi (razkroj biomase in živalskih odpadkov poteka s pomočjo razkrojnih mikroorganizmov – bakterij). Najpomembnejša komponenta bioplina je metan (bioplin s 70 % vsebnostjo metana ima kurilnost 23 MJ/m³). Energijska vrednost bioplina ustreza 6 – 6,5 kWh/m³ oziroma 0,6 – 0,65 l plinskega olja/m³ bioplina. Metan ima velik toplogredni učinek v kratkem času (življenjska doba mu znaša v zemeljskem ozračju 12 let), v primerjavi z ogljikovim dioksidom. Zaradi omenjene razlike v efektu in časovnem obdobju, globalni potencial segrevanja metana v 20 letnem obdobju znaša 75, v 100 letnem obdobju pa bodo emisije metana imele 25 kraten vpliv na segrevanje ozračja v primerjavi z emisijami ogljikovega dioksida. Živina proizvaja toplogredne pline, kot je metan (CH₄), ki nastaja pri

fermentaciji krme v prebavilih domačih živali in v primeru odprtega shranjevanja živalskih odpadkov (metan uhaja v ozračje). Kadar živalske odpadke, kot je npr. gnojovka vnašamo v bioplinso napravo (substrat za proizvodnjo bioplina) metanu preprečimo uhajanje v ozračje, ker ga izkoristimo npr. na kogeneracijskih enotah za sproizvodnjo električne in toplotne energije. Bioplin lahko proizvajamo tako rekoč iz vseh organskih materialov, ki vsebujejo zadovoljivo razmerje ogljika in dušika (bakterije uporabljajo ogljik iz ogljikovih hidratov ter dušik iz beljakovin).

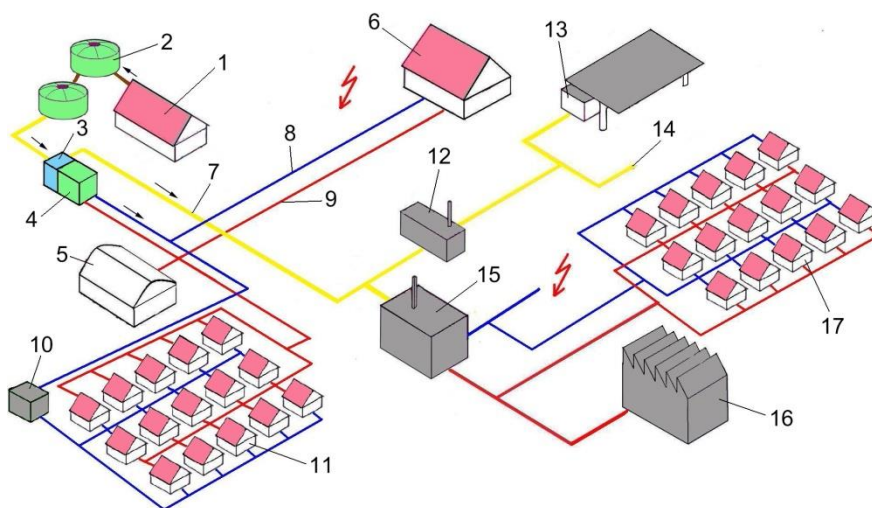
Zemeljski plin danes predstavlja več kot 21 % globalnih potreb po primarni energiji. Globalne potrebe po zemeljskem plinu se vsako leto povečajo za 2,8 %. Zaloge zemeljskega plina v EU upadajo in po ugotovitvah Eurogasa bo leta 2020, EU pokrivala 32 % svojih potreb z lastnim zemeljskim plinom in samo še 26 % v letu 2030. V Sloveniji zemeljski plin uvažamo iz tujine, letna poraba zemeljskega plina v Sloveniji pa znaša približno 900 M Nm³. Ena od možnih rešitev za zmanjševanje odvisnosti od uvoženega plina je tudi uporaba bioplina, ki postaja v zadnjem obdobju vse pomembnejši na področju izkoriščanja alternativnih virov energije v EU in pri nas. Velik prednost bioplina oziroma biometana v primerjavi z nekaterimi drugimi obnovljivimi viri energije je možnost njegovega skladiščenja in porabe glede potrebe po energiji (na poljubnem mestu in ob poljubnem času). Ravno možnost skladiščenja bioplina predstavlja njegovo posebno vrednost. Z njegovim skladiščenjem in uporabo lahko kompenziramo fluktuacije pri ostalih obnovljivih virih energije, kot so npr. vodna, vetrna in solarna energija.

V letu 2010 je znašala proizvodnja električne energije iz bioplinских naprav v EU 30,3 TWh, v naslednjem letu že 35,9 TWh, kar je več od cilja, ki je bil nastavljen na 28,7 TWh. Vodilno mesto v EU in svetu ima še vedno Nemčija z več kot 7000 bioplinских naprav in proizvodnjo bioplina v količini 6670 ktoe v letu 2010. Sedaj je tudi cilj nekaterih držav EU, da se izboljša uporaba toplotne energija, ki nastaja na kogeneracijskih enotah bioplinских naprav. Na področju trženja in uporabe toplotne energije z bioplinских naprav so v zadnjih nekaj letih veliki premiki narejeni v Nemčiji in Italiji. Veliko držav v EU pa mora še narediti večje premike na področju izboljšave bioplinских tehnologij.

Bioplin se sedaj največ uporablja v kogeneratorskih enotah (sočasna proizvodnja električne in toplotne energije). Celotni izkoristek sodobne kogeneratorske enote (suma električnega in toplotnega izkoristka enote) na bioplinски napravi znaša od 85 do 90 %. Samo 10 do 15 % energije bioplina se izgubi. Za razvoj bioplinске tehnologije v prihodnosti bo pomembno vlogo igralo dvigovanje izkoristka procesov na bioplinских napravah. Področje bioplinских tehnologij se je do sedaj razvijalo predvsem zaradi proizvodnje električne energije, proizvodnja termalne energije pa je bila potisnjena v ozadje. Povečanje proizvodnje bioplina je možno izpeljati na različne načine. Ena možnost je uporaba novih tehnologij, ki omogočajo večjo proizvodnjo bioplina z izboljšavo procesov priprave vhodnega substrata. Druga možnost je večja proizvodnja bioplina iz substratov, ki se do sedaj niso uporabljali – npr. lignocelulozni materiali, ki bodo imeli večjo vlogo v prihodnosti. Na kogeneracijskih enotah je možna tudi uporaba ORC tehnologije, ki omogoča uporabo odpadne toplotne energije iz kogeneracijskih enot za uparjanje organskega delovnega fluida, ki poganja turbino povezano z električnim generatorjem za proizvodnjo električne energije. Obstaja tudi možnost uporabe mikro bioplinских plinovodov, za transport bioplina do oddaljenih lokacij, kjer obstaja možnost za uporabo električne in toplotne energije (v tem primeru je kogeneracijska enota nameščena na dislocirani lokaciji). Tehnologija, ki je zelo obetajoča in bo v prihodnosti vse bolj razširjena je tudi tehnologija čiščenja in nadgradnje bioplina do faze biometana. Plin, ki je očiščen in nadgrajen do faze biometana je možno vbrizgavati v omrežje zemeljskega plina oziroma ga skladiščiti in uporabljati ob poljubnem času in mestu za pogon vozil in druge energetske namene.

Proizvodnja bioplina je v Sloveniji začela ob koncu osemdesetih let prejšnjega stoletja. Prvi dve bioplinски napravi so uporabljali za anaerobno vrenje na komunalni napravi za centralno obdelavo odpadnih voda in na veliki prašičji farmi. Še leta 2007 so bile bioplinске naprave v Sloveniji zelo redke (proizvodnja bioplina je potekala samo na nekaj bioplinских napravah), z bioplinско tehnologijo pa je bila seznanjena samo ožja strokovna sfera. Sedaj je situacija

drugačna, proizvodnja bioplina je pri nas v letu 2010 znašala 30,4 kt_{oe}, od tega je na deponijski plin odpadlo 7,7 kt_{oe}, 2,8 kt_{oe} na bioplin iz čistilnih naprav ter največji delež na bioplin s kmetijskih bioplinskih naprav 19,9 kt_{oe}. V letu 2011 je proizvodnja bioplina znašala 36 kt_{oe}, od tega je na deponijski plin odpadlo 7,1 kt_{oe}, 2,7 kt_{oe} na bioplin iz čistilnih naprav ter največji delež s kmetijskih bioplinskih naprav, oziroma 26,2 kt_{oe}. Trenutno se pri nas uporablja bioplin samo za proizvodnjo električne energije in toplote na kogeneratorskih enotah bioplinskih naprav. Količina toplotne energije, proizvedene v kogeneratorski enoti je večja, kot električne. Na žalost je na domačih bbioplinskih napravah samo nekaj primerov, kjer se toplotna energija uporablja za procesne potrebe (npr. ogrevanje perutninskih farm itn.). Pri kogeneraciji je izkoriščanje toplote zelo pomembno za ekonomsko upravičenost projekta. Na kogeneracijskih enotah se kontinuirano proizvaja toploto vse leto, zato je treba poiskati možnosti za njeno uporabo tudi v poletnem času: npr. sušenje kmetijskih in gozdnih (les) proizvodov, toplotno omrežje (daljinsko ogrevanje), gretje steklenjakov in plastenjakov, hlajenje, itn.



Slika 80: Uporaba bioplina oziroma biometana iz kmetijske bioplinske naprave

Slika : Možnosti uporabe bioplina oziroma biometana iz kmetijske bioplinske naprave, 1 – hlev, 2 – digestorja, 3 – kogeneracijska enota, 5 - rastlinjak, 6- kmetija, 7 – rumena linija – bioplin oziroma biometan, 8 – modra linija – električna energija, 9 – rdeča linija – toplotna energija, 10 – transformatorska postaja, 11 – naselje, 12 – enota za čiščenje in nadgradnjo bioplina do faze biometana, 13 – postaja za polnjenje biometana za vozila, 14 – linija za biometan, 15 – kogeneracijska enota za energetske oskrbo naselja, 16 – tovarna, 17 – naselje

15.1.20 Bioplinske tehnologije

Bioplinske naprave so trenutno najbolj zanimive za živinorejske kmetije pri nas, ker se kmetje na njih vsakodnevno soočajo z veliko količino gnojevke, ki predstavlja okoljski problem poleg tega pa ga morajo po uredbi začasno skladiščiti do 6 mesecev. Kmetije z več kot 100 GVŽ predstavljajo skupino z največjim potencialom za izgradnjo bioplinskih naprav, teh je v Sloveniji 150 po podatkih iz leta 2010. Na omenjenih kmetijah je 37945 GVŽ, iz njihovih iztrebkov bi teoretično lahko pridobili 8,97 Mm³ metana letno. Prav tako narašča število kmetij od 50 do 100 GVŽ, na katerih je po podatkih iz leta 2010, 46282 GVŽ živine in teoretični potencial pridobivanja 10,94 Mm³ metana letno. Izračuna za velikostni razred 50 do

100 GVŽ in nad 100 GVŽ predstavljata realno možnost izkoriščanja odpadkov iz živinoreje za pridobivanje bioplina v bližnji prihodnosti (potencialno 19,9 Mm³ metana letno). Število živine v velikostnih razredih od 5 do 20 GVŽ in nad 20 do 50 GVŽ nam da podatek o teoretičnem potencialu pridobivanja še dodatnih 64 Mm³ metana letno. Omenjene teoretične vrednosti za potencial metana so seveda nižje zaradi tehničnega in ekonomskega potenciala bioplina oziroma biometana. Tehnični potencial znaša približno 80 % od teoretičnega potenciala, za ekonomski potencial ocenjujemo pa da bi znašal 40 do 50 % od omenjenega teoretičnega potenciala bioplina oziroma biometana. Trenutno na manjših kmetijah do 50 GVŽ ni ekonomsko opravičeno postavljati bioplinskih naprav, brez uporabe toplotne energije. Za omenjene manjše kmetije je potrebno ubrati novo smer, povezovanje bioplinskih naprav na posameznih kmetijah. Združevanje kmetij z namenom pridobivanja bioplina bi lahko potekalo znotraj različnih scenarijev izvedljivosti glede velikosti kmetij. Manjše kmetije (razreda do 5 GVŽ in nad 5 do 20 GVŽ) bi morale substrat transportirati na skupno bioplinsko napravo. Transport bi lahko potekal s traktorji agregatiranimi s cisternami za prevoz gnojevke ali pri nekaterih primernih lokacijah tudi s pomočjo krajših cevovodov za gnojevko oziroma tekoči substrat (na ta način se razbremenijo prometnice). Drug scenarij za združeno proizvodnjo bioplina iz več bioplinskih naprav bi bil preko lokalnih plinovodov za bioplin. V ta scenarij bi lahko uvrstili kmetije s številom živine od 20 do 50 GVŽ, v nekaterih primerih tudi nad 50 do 80 GVŽ. Na takšnih kmetijah bi zaradi možnega pomanjkanja odjemnikov toplotne energije iz kogeneracijskih enot, proizvedeni bioplin transportirati preko nizkotlačnih plinovodov do skupnih čistilnih ali kogeneracijskih enot, ki bi se nahajale v bližini večjih naselij zaradi lažje izvedbe daljinskega ogrevanja objektov z odvečno toplotno energijo. Druga možnost pa je, da bi na čistilnih enotah opravili čiščenje bioplina in njegovo nadgradnjo do faze biometana, v ta scenarij pridejo kmetije, ki imajo več kot 150 GVŽ, ki imajo tudi največji potencial za izgradnjo novih bioplinskih naprav.

Kmetije nad 80 do 150 GVŽ in več lahko uporabljajo mikro bioplinske naprave s kogeneratorskimi enotami. Letna proizvodnja električne energije na mikrobioplinskih napravah se lahko giblje od 80.000 kWh do 400.000 kWh, kar je odvisno od električne moči kogeneratorskih enot, ki so lahko v razponu od 10 – 50 kW_e. Električno in toplotno energijo (procesne potrebe) lahko v celoti porabijo na kmetiji oziroma viške oddajo v električno omrežje. Slaba stran mikro bioplinskih naprav je visoka investicija v napravo, ki se giblje od 8.000 do 9.000 EUR/kW_e, ter vpliva na njihovo uvajanje v večjem obsegu v EU in pri nas. Kmetije z več kot 100 GVŽ v Sloveniji predstavljajo skupino z največjim potencialom za izgradnjo novih mikro bioplinskih naprav.

Za razvoj bioplinske tehnologije v prihodnosti bo pri nas pomembno vlogo igralo dvigovanje izkoristka procesov na bioplinskih napravah. Tehnologija, ki je zelo obetajoča in bo v prihodnosti vse bolj razširjena je tudi tehnologija čiščenja in nadgradnje bioplina do faze biometana. Plin, ki je očiščen in nadgrajen do faze biometana, je možno vbrizgavati v omrežje zemeljskega plina oziroma ga skladiščiti in uporabljati ob poljubnem času in mestu za pogon vozil in druge energetske namene. Omenjeno tehnologijo bi pri nas lahko uporabili na kmetijah, ki imajo nad 150 GVŽ. V prihodnosti bi bilo potrebno pri nas proučiti tudi možnost zamenjave obstoječih kogeneratorskih enot, ko se jim bo iztekla življenjska doba na bioplinskih napravah z močjo 1 MW_e (ki pri nas prevladujejo), s tehnologijo za čiščenje bioplina in njegovo nadgradnjo do faze biometana. V tem primeru bi se povečal izkoristek bioplinskih naprav in izboljšala ekonomika njihovega obratovanja. Proizvedeni biometan bi se lahko vbrizgaval v lokalno ali v javno plinsko omrežje (v zimskih mesecih se lahko vbrizgava v lokalna plinska omrežja, v poletnih, ko ni večjih potreb po plinu pa v javno plinsko omrežje), ki je dobro razvito v Sloveniji. Bioplin, ki se ga očisti in nadgradi do faze biometana se poleg vbrizgavanja v omrežje zemeljskega plina lahko uporabi tudi na lokacijah, ki so oddaljene od mesta proizvodnje bioplina. Za čiščenje in nadgradnjo bioplina do faze biometana ter njegov transport z vozili z bioplinskih naprav, ki so oddaljene od plinskega omrežja, bi se lahko v prihodnosti uporabile tudi nekatere nove tehnologije, ki jih že uporabljajo ali razvijajo v EU in svetu.

15.1.21 Možnosti uporabe biometana za pogon traktorjev in kmetijskih samovoznih strojev

Od različnih alternativnih goriv zemeljski plin ter bioplin (biometan), predstavljata trenutno najboljšo alternativo pri gorivih za pogon traktorjev in kmetijskih ter drugih delovnih strojev zaradi količin, ki so na razpolago ter dobre dostopnosti tehnologij za njihov uporabo v prihodnosti. Zaloge zemeljskega plina po trenutnih podatkih Mednarodne agencije za energijo, zadoščajo še za 250 let uporabe, z napredujočim razvojem na področju tehnologij za eksploatacijo pa se bo ta številka sigurno še povečala v prihodnosti. Velika prednost zemeljskega plina in bioplina (biometna) je da jih je možno uporabljati na že obstoječih različnih izvedbah motorjev z notranjim zgorevanjem (z določenimi predelavami teh motorjev je omogočena uporaba omenjenih plinov). Na kmetijskih bioplinskih napravah, ki so usmerjene v proizvodnjo bioplina ter čiščenje in nadgradnjo bioplina do faze biometana, obstaja možnost uporaba biometana za pogon traktorjev in drugih delovnih ter tovornih vozil, ki sodelujejo v procesu same proizvodnje kmetijskih produktov. Z uporabo biometana v procesu proizvodnje kmetijskih pridelkov in reje živali obstaja odlična možnost za zmanjševanje odvisnosti od fosilnih energentov z zagotavljanjem lastnega goriva, zagotavljanja kakovostnega gnoja iz predelanega substrata na bioplinski napravi ter posledično zniževanja ogljičnega odtisa končnega kmetijskega produkta.

15.1.22 Traktorji na biometan

Proizvajalci osebnih in tovornih vozil ponujajo že veliko različnih izvedb vozil na katerih se lahko uporablja biometan za pogon (vozila, ki so namenjena za uporabo komprimiranega zemeljskega plina so primerna tudi za uporabo biometana). V zadnjem obdobju pa postajajo tudi vse bolj zanimiva vozila na pogon z dvema vrstama goriv (mineralno dizelsko gorivo + biometan). Prednost plinskih motorjev je da jih je mogoče uporabiti na že obstoječih izvedbah vozil s predelavami, ki niso prezahtevne in so cenovno dostopne. Proizvajalci, Iveco, MAN, Mercedes, Volvo itn. ponujajo v svojih proizvodnih programih tudi tovornjake ali avtobuse, ki lahko deluje na zemeljski plin ali biometan. Z uporabo vozil, ki jih poganja biometan za transport kmetijskih pridelkov je možno značilno znižati emisije CO₂ na dolgih transportnih razdaljah. V primeru uporabe motorjev na dve vrsti goriv (biometan in dizelsko gorivo) je možno zmanjšati emisije CO₂ do 70 % v primerjavi z motorji, ki za pogon uporabljajo samo dizelsko gorivo. Vodilni proizvajalci traktorjev in delovnih strojev (New Holland, Steyr, Valtra, Caterpillar itn.) trenutno razvijajo izvedbe strojev, ki uporabljajo stisnjeni zemeljski plin ali stisnjeni biometan. Poleg stisnjene oblike zemeljskega plina ali biometana je možno uporabiti tudi utekočinjeno obliko zemeljskega plina ali biometana. Pri uporabi utekočinjenega zemeljskega plina – (angl. LNG oziroma slov. UZP) ali stisnjenega biometana za pogon traktorja ali drugega delovnega stroja, prostornina rezervoarjev za gorivo – plin je lahko zmanjšana za eno tretjino v primerjavi s pogonom stroja na stisnjeni zemeljski plin – (angl. CNG oziroma slov. SZP).

Za uporabo biometana obstajata dva tipa motorjev z notranjim zgorevanjem, na eno ali dve vrsti goriv. V primeru enega goriva se gre za čisti plinski motor. Za predelavo na plin so najprimernejši bencinski motorji (mišljeni so motorji osebnih vozil) pri katerih se sistem za dobavo bencinskega goriva nadomesti s sistemom za dobavo biometana. Ker so na tovornih vozilih in avtobusih danes vgrajene samo dizelske izvedbe motorjev se proizvajalci v nekaterih primerih odločajo za predelavo dizelskih izvedb motorjev na plin. Dizelski motor se v tem primeru predela z Dizlovega cikla na Otto cikel (bencinski motor). Dizelski sistem za dobavo oziroma vbrizgavanje goriva, ni več potreben, ker v Ottovem ciklu, motor deluje samo na plin, mešanico goriva - biometana in zraka pa vžge svečka, ki proizvaja električno iskro za vžig goriva - biometana. Poleg tega je potrebno spremeniti kompresijsko razmerje (zmanjšati ga) in prilagoditi odpornost proti klenkanju biometana. Tako predelan dizelski

motor potem deluje na enakem principu, kot klasičen bencinski motor. Industrijskim ali standardnim dizelskim izvedbam motorjev za vozila se doda sistem za ustvarjanje električne iskre za vžiganje biometana.



Slika 81: Traktor, ki ga poganja metan ali biometan (vir: New Holland)

Pri drugem sistemu, ki ga vse bolj zagovarjajo proizvajalci vozil oziroma motorjev se uporablja istočasno dve vrsti goriv (angl. dual fuel engines), v tem primeru biometan in dizelsko gorivo (mineralno dizelsko gorivo, biodizel B 100, rastlinsko olje PPO). Dizelsko gorivo predstavlja vir za vžiganje biometana v motorjih na dve vrsti goriv. V zgorevalni prostor motorja se vbrizga dizelsko gorivo, ki se vžge na temperaturi 250 °C (dizelski motor deluje na samovžig, zrak med delovnim procesom motorja v taktu kompresije dizelskega motorja v zgorevalnem prostoru motorja postane vroč zato se vbrizgano dizelsko gorivo samo vžge). Biometan, ki ima precej višjo temperaturo vžiga od dizelskega goriva se vžge na temperaturi 580 °C. Biometan se ne more vžgati, kot dizelsko gorivo, ki se vžge v fazi kompresije na segretem zraku v motorju, Zato funkcijo vžiga plinskega goriva opravi dizelsko gorivo, ki ima nižjo točko vžiga. Motor, ki uporablja istočasno dve vrsti goriv ima tudi boljši izkoristek v primerjavi z motorjem, ki uporablja samo eno gorivo – biometan. V primerjavi pa da vozniku zmanjka plina, lahko nadaljuje pot tudi samo z dizelskim gorivom.

Gorivo za pogon plinskih motorjev

Kot gorivo se na plinskih motorjih lahko uporablja: biometan, stisnjeni zemeljski plin (angl. CNG - Compressed Natural Gas), utekočinjeni zemeljski plin (angl. LNG - Liquefied Natural Gas) in utekočinjeni biometan (LBM – Liquefied Biomethane). Poleg tega je možno uporabiti tudi mešanice goriv, kot je zemeljski plin in biometan (angl. LNG/LBM - Liquefied Natural Gas/ Liquefied Biomethane). Možne so tudi druge kombinacije v tekstu pa so omenjene najbolj razširjene. V Veliki Britaniji podjetje Gasrec ponuja za pogon vozil s plinskimi motorji, 25 % mešanico utekočinjenega biometana s 75 % utekočinjenim zemeljskim plinom. Omenjeno mešanico dveh goriv na trgu ponujajo že drugo leto, imenovali pa so jo Bio LNG (angl. LNG - Liquefied Natural Gas).

Traktor ki ga poganja bioplina (biometan)

Podjetje Valtra, ki je del skupine AGCO je prvo podjetje na svetu, ki bo začela serijsko proizvodnjo traktorjev s pogonom na bioplina (biometan). V zadnjih letih so opravili sistematične raziskave na področju bioplinske tehnologije za pogon traktorjev. Prvi traktor, ki so ga priredili leta 2010 za uporabo bioplina je bil iz njihove standardne serije N in je bil opremljen s štirivaljnim motorjem. V naslednjem letu je sledil traktor iz serije T opremljen s šest valjnim motorjem. Model N101, ki so ga izbrali za omejeno serijo traktorjev je opremljen

z dizelskim motorjem (AGCO Sisu Power 44 CTA) s tehnologijo za dobavo dizelskega goriva s skupnim vodom (common rail) prostornine 4400 cm³, razvija maksimalno moč 81 kW/110 KM pri 2200 vrt./min. motorja, ter maksimalni navor 460 Nm pri 1500 vrt./min. motorja. Motor je prirejen da lahko uporablja stisnjeni bioplin (očiščen tako da je primeren za pogon motorjev z notranjim zgorevanjem) ali stisnjeni zemeljski plin (CNG) ter mineralno dizelsko gorivo. Bioplin se vnese v zgorevalno komoro motorja, zatem se mineralno dizelsko gorivo vbrizga v zgorevalni prostor motorja. Majhna količina mineralnega dizelskega goriva se vžge zaradi kompresije, potem pa se vžge plin (70 do 80 % moči, ki jo razvije motor je posledica zgorevanja bioplina, poleg tega poraba bioplina ne vpliva na upad moči motorja). Velika prednost omenjenega motorja je v primeru da zmanjka bioplina, traktor deluje tudi na mineralno dizelsko gorivo. Kapaciteta rezervoarjev z bioplinom znaša 168 litrov, kar pri tlaku 200 bar ustreza približno 30 litrom mineralnega dizelskega goriva. Ta količina goriva zadostuje za tri do štiri urno delo s traktorjem. Rezervoar je opremljen s posebnim nastavkom za varno polnjenje z bioplinom (NGV-1) ter elektromagnetnim ventilom za zapiranje. Visokotlačni plinski sistem ima štiri elektromagnetne ventile, ki se avtomatično zaprejo, ko se motor ustavi. Nizkotlačni plinski sistem ima tlačni regulator, ki zniža tlak bioplina na 3,5 bar, filtrirno enoto ter tehnologijo skupnega voda za vbrizg plina v vsak valj motorja. Plinska instalacija ustreza EU predpisom za vozila ECE R110 in R115. Elektronska kontrolna enota nadzoruje količino plina v odvisnosti od obremenitve motorja. Izpušni sistem motorja je opremljen z Ecocat katalizatorjem, ki eliminira ogljikovodike v izpuhu. Traktor ima možnost široke uporabe v kmetijstvu, gozdarstvu itn. V primeru da se namesto mineralnega dizelskega goriva uporablja rastlinsko olje ali biodizel ter bioplin traktor uporablja dva popolnoma obnovljiva vira energije, ki sta okolju prijazna. Uporaba bioplina lahko pomeni tudi značilne prihranke pri uporabi mineralnega dizelskega goriva in posledično manjšega onesnaževanja okolja.

15. 1. 23 Zniževanje porabe energije v vinogradništvu

Z zniževanjem porabe energije v vinogradništvu, ki ga dosegamo s spremembo tehnologije pridelave značilno vplivamo tudi na celotni ogljični odtis pridelave. Za primer kako je možno zmanjšati ogljični odtis je podana primerjava konvencionalne, integrirane in ekološke pridelave v vinogradništvu (pridelava grozdja za vino). Celotne emisije CO₂ (kg CO₂ ekv./ha), ki so predstavljene v naslednjih tabelah predstavljajo emisije (kg CO₂ ekv./ha) iz različnih delovnih operacij traktorskih agregatov s prištetimi emisijami iz uporabljenih fitofarmacevtskih sredstev - FFS (fitofarmacevtska sredstva, ki se porabijo v enem letu za zaščito trajnega nasada in herbicidi za zatiranje plevelov v vrsti).

Tabela 25: Emisije CO₂ ekv./ha v konvencionalni pridelavi grozdja

Konvencionalna pridelava (delovne operacije)	Emisije za delovno operacijo (kg CO ₂ ekv./ha)	Emisije za vse delovne operacije v enem letu (kg CO ₂ ekv./ha leto)
Osnovna obdelava tal	56,05	56,05
Dopolnilna obdelava tal	40,28	40,28
Škropljenje	36,07	108,23 – 360,07
Škropljenje s herbicidi v pasove	7,21	14,42
Celotne emisije	139,6	219 – 470,82
FFS (kg CO ₂ /ha)	29,1	87,3 – 291
Herbicid (kg CO ₂ /ha)	19,4	38,8
Celotne emisije	188,1	345,1 – 548,8

V konvencionalni pridelavi v vinogradništvu je prikazan primer, kjer se poleg osnovne in dopolnilne obdelave tal za vzdrževanje medvrstnega prostora v vinogradu, uporablja še škropljenje s herbicidi za zatiranje plevelov in trave v vrsti. V primeru konvencionalne uporabe ni košnje trave (z elisnimi ali mulčerji kladivarji). Celotne emisije traktorskega agregata so v razponu od 219 – 470,82 kg CO₂ ekv./ha leto. Ko tem emisijam prištejemo še emisije, ki nastanejo zaradi uporabe fitofarmaceutskih sredstev in herbicidov (emisije, ki nastanejo zaradi energije vložene v proizvodnjo fitofarmaceutskih sredstev, embalažo za ta sredstva itn.) so celotne emisije še višje in se gibljejo v razponu od 345,1 do 548,8 kg CO₂ ekv./ha leto.

Tabela 26: Emisije CO₂ ekv./ha v integrirani pridelavi grozdja (scenarij 1)

Integrirana pridelava (scenarij 1)	Emisije za delovno operacijo (kg CO ₂ ekv./ha)	Emisije za vse delovne operacije v enem letu (kg CO ₂ ekv./ha leto)
Mulčenje trave (medvrstno)	23,3	69,9 – 116,5
Škropljenje	36,07	108,23 – 360,07
Škropljenje plevelov s herbicidi v vrsti	7,21	14,42
Celotne emisije	66,58	192,55 – 429,97
FFS (kg CO ₂ /ha)	29,1	87,3 - 291
Herbicid (kg CO ₂ /ha)	19,4	38,8
Celotne emisije	115,0	318,65 – 522,35

V integrirani pridelavi v vinogradništvu je prikazan primer (scenarij 1), kjer ni dopolnilne obdelave tal za vzdrževanje medvrstnega prostora v vinogradu. Za vzdrževanje medvrstnega prostora v vinogradu se uporablja mulčenje ter škropljenje plevelov s herbicidi v vrsti. Celotne emisije traktorskega agregata so v razponu od 192,55 – 429,97 kg CO₂ ekv./ha leto. Ko tem emisijam prištejemo še emisije, ki nastanejo zaradi uporabe fitofarmaceutskih sredstev in herbicidov (emisije, ki nastanejo zaradi energije vložene v proizvodnjo fitofarmaceutskih sredstev, embalažo za ta sredstva itn.) so celotne emisije še višje in se gibljejo v razponu od 318,65 do 522,35 kg CO₂ ekv./ha leto.

Tabela 27: Emisije CO₂ ekv./ha v integrirani pridelavi grozdja (scenarij 2)

Integrirano pridelava (scenarij 2)	Emisije za delovno operacijo (kg CO ₂ ekv./ha)	Emisije za vse delovne operacije v enem letu (kg CO ₂ ekv./ha leto)
Mulčenje trave (medvrstno in v vrsti)	27,9	83,7 – 139,5
Škropljenje	36,07	108,23 – 360,07
Celotne emisije	63,97	191,93 – 443,77
FFS – Ostala	29,1	87,3 - 291
FFS - Herbicid	0	0
Celotne emisije	93,07	279,23 – 489,9

V integrirani pridelavi v vinogradništvu (scenarij 2) je prikazan primer, kjer ni dopolnilne obdelave tal za vzdrževanje medvrstnega prostora v vinogradu. Za vzdrževanje medvrstnega prostora v vinogradu se uporablja mulčenje ter škropljenje plevelov s herbicidi v vrsti.

Celotne emisije traktorskega agregata so v razponu od 191,93 – 443,77 kg CO₂ ekv./ha leto. Ko tem emisijam prištejemo še emisije, ki nastanejo zaradi uporabe fitofarmaceutskih sredstev in herbicidov (emisije, ki nastanejo zaradi energije vložene v proizvodnjo fitofarmaceutskih sredstev, embalažo za ta sredstva itn.) so celotne emisije še višje in se gibljejo v razponu od 279,23 do 489,9 kg CO₂ ekv./ha leto.

Tabela 28: Emisije CO₂ ekv./ha v ekološki pridelavi grozdja

Ekološko vinogradništvo	Emisije za delovno operacijo (kg CO₂ ekv./ha)	Emisije za vse delovne operacije v enem letu (kg CO₂ ekv./ha leto)
Mulčenje trave (medvrstno in v vrsti)	27,9	83,7 – 139,5
Škropljenje s ciljnim nanašanjem FFS (pršilnik z zaveso in vračanjem FFS)	28,87	108,23 – 280,87
Celotne emisije	56,77	191,93 – 372,4
FFS (kg CO ₂ /ha) (20 to 50 % nižja poraba)	14,55 - 23,28	43,65 – 232,8
Herbicid (kg CO ₂ /ha)	0	0
Celotne emisije	71,32 - 80,05	235,58 – 424,73

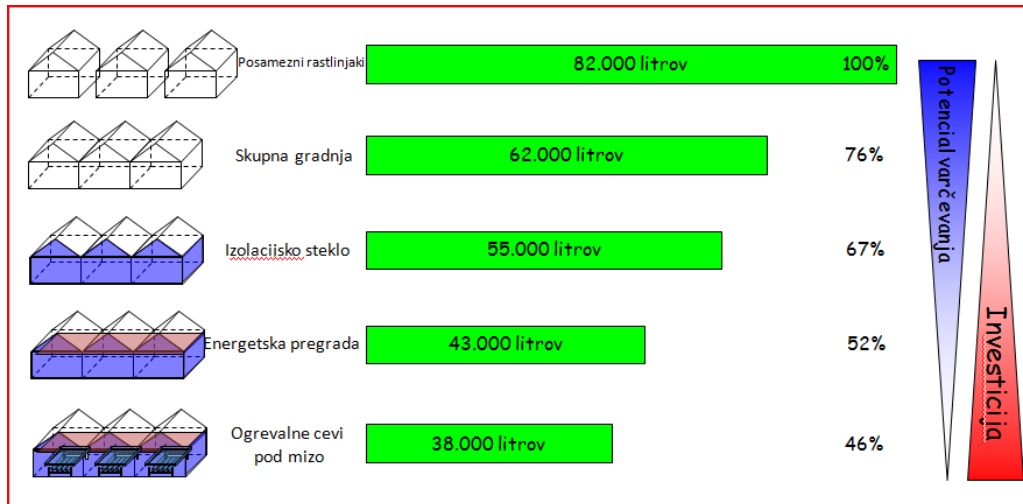
V ekološki pridelavi v vinogradništvu je prikazan primer, kjer se za vzdrževanje zatravljenega prostora v vinogradu uporablja med vrstno mulčenje in mehanska obdelava tal v vrsti (pod trto). Mulčenje se opravlja z elisnimi ali mulčerci kladivarji. Poraba fitofarmaceutskih sredstev je zmanjšana na 20 do 50 % (samo bakrovi preparati) emisije herbicidov pa so enake 0. Celotne emisije traktorskega agregata so v razponu od 235,58 – 424,73 kg CO₂ ekv./ha leto. V primeru ekološke pridelave v vinogradništvu so emisije najnižje.

15.1.24 Zniževanje porabe energije v vrtnarstvu

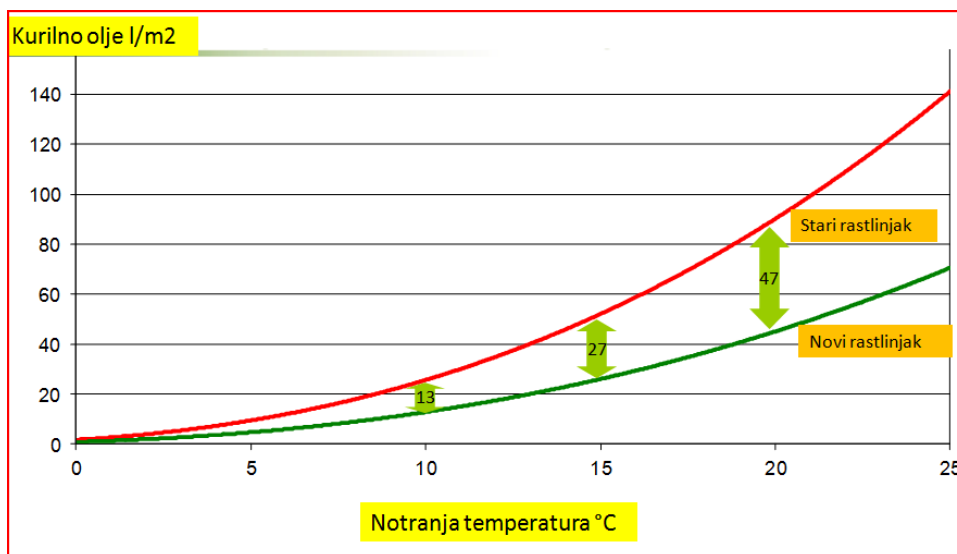
Tudi v vrtnarstvu obstaja precej možnosti za bolj učinkovito rabo energije. Za zmanjševanje porabe energije oziroma goriva v vrtnarstvu veljajo približno enaki napotki, kot na drugih področjih kmetijstva, npr. poljedelska ter sadjarsko vinogradniška pridelava. Vrtnarska pridelava se opravlja precej pogosto v posebnih objektih - rastlinjakih. V rastlinjakih obstajajo dodatne možnosti za varčevanje z energijo, ki so prikazane.

Ukrepi za zmanjšanje porabe energije v rastlinjakih:

- Energetska pregrada - zaščita: 20 – 40 % manjša poraba energije
- Tesnenje stekel in prezračevalnega sistema: 10 – 20 % manjša poraba energije
- Sistem ogrevanja: 10 – 18 % manjša poraba energije
- Regulacija klimatske naprave: 10 - 20 % manjša poraba energije
- Boljša izraba prostora in plan pridelave: 10 % manjša poraba energije
- Izolacija in specialno steklo: 7 – 10 % manjša poraba energije
- Postavitev merilnikov temperature, vlage: 5 – 10 % manjša poraba energije
- Namakanje: 5 – 10 % manjša poraba energije
- CO₂ gnojenje (izpuh): 5 % manjša poraba energije
- Uporaba obnovljivih virov energije - OVE



Slika 82: Zmanjšanje porabe kurilnega olja pri rastlinjakih glede na uporabo ukrepov za varčevanje z energijo, primer: 1.000 m² pri 16° C (vir: Peter Heise, Landratsamt Ludwigsburg Heise, Technik im Gartenbau)



Slika 83: Poraba kurilnega olja pri starem in novem rastlinjaku (vir: Peter Heise, Landratsamt Ludwigsburg Heise, Technik im Gartenbau)

Izolacija v rastlinjakih pomembno vpliva na porabo energije. Izolacija je lahko v obliki:

- Specialno steklo HortiPplus
- Dvojna zasteklitev
- Dvojna folija
- Itd.



Slika 82: Osvetlitev rastlinjakov z uporaba LED izvedb svetilnih teles

Na področju osvetlitve rastlinjakov so v zadnjih nekaj letih na trgu nove izvedbe svetilnih teles, ki porabijo bistveno manj električne energije, kot svetilna telesa, ki so bila do sedaj v uporabi za razsvetlavo rastlinjakov in plastenjakov. Npr. pri osvetlitvi rastlinjakov ali plastenjakov, z uporaba novih izvedb LED svetilnih teles, lahko zmanjšamo ogljični odtis pridelave za minimalno 25 %.

Rastlinjaki so lahko opremljeni s sistemom za kroženje zraka v objektu (rastlinjak ima v tem primeru vgrajene ventilatorje, ki omogočajo kroženje zraka). Topli zrak se dviguje v višino rastlinjaka. Na višini ni potreb po toplem zraku, zato se omenjeni zrak z večje višine z ventilatorji transportira v območje rastlin. Tako se toplotna energija ponovno uporabi (pri uporabi ventilatorjev v nočnem času se zmanjša poraba energije do 40 % v primerjavi s sistemom, ki ne uporablja ventilatorjev).



Slika 83: Uporaba ventilatorjev, ki omogočajo kroženje toplega zraka v rastlinjakih

V rastlinjakih lahko uporabljamo različne obnovljive vire energije. Pri nas v zadnjem obdobju že imamo nekaj primerov rastlinjakov, ki koristijo geotermalno energijo (npr. rastlinjaki za vzgojo orhidej v Dobrovniku, rastlinjaki za pridelavo paradižnika v Renkovcih itn.). Kot

obnovljivi vir toplotne energije se v rastlinjakih lahko uporablja tudi toplotna energija, ki nastane pri sežiganju bioplina na kogeneratorskih enotah bioplinskih naprav.



Slika 86: Primer uporabe obnovljivih virov energije v rastlinjakih za pridelavo paradižnika v Renkovcih, kot vir toplotne energije koristijo geotermalno energijo. (vir fotografije: www.lust.si)

Kot obnovljivi vir energije v rastlinjakih za proizvodnjo toplote se lahko uporablja tudi lesna biomasa. Tudi pri uporabi tega vira energije imamo v Sloveniji že nekaj primerov v rastlinjakih.

16 Certifikacijska shema za kmetijske pridelke in živila

16.1 Analiza stanja na področju certifikacijskih shem vezanih na ogljični odtis v Evropi in svetu

V Evropi in po svetu se je po letu 2008 število pobud za označevanje CO₂ odtisa zelo povečalo. V letu 2009 Oeko-Institut e.V. poroča o več kot 400 različnih logotov in oznak povezanih z ogljičnim odtisom. EU tako označevanje ogljičnega odtisa že predpisuje za motorna vozila.

Po dostopnih informacijah Evropska komisija že več let pripravlja na nivoju EU metodologijo označevanja ogljičnega odtisa za proizvode, ki imajo osnovo tudi v pred kratkim sprejetimi standardi ISO. Mednarodna organizacija za standardizacijo (ISO) ima med drugim tudi **Mednarodni tehnični odbor ISO/TC 207 Ravnanje z okoljem, ki pripravlja in vzdržuje standarde skupine ISO 14000**. V tem tehničnem odboru je tehničnih pododbor ISO/TC 207/SC 5 Ocenjevanje življenjskega cikla (Life Cycle Assessment - LCA) in ISO/TC 207/SC 7 Ravnanje s toplogrednimi plini (CGM). Standardi iz teh dveh pododborov in celotnega odbora so osnova za pripravo certifikacijske sheme povezane z ogljičnim odtisom.

Med pomembnimi standardi navajamo le nekaj:

ISO/TS 14067:2013 Greenhouse gases -- Carbon footprint of products -- Requirements and guidelines for quantification and communication

ISO 14025:2006 Environmental labels and declarations -- Type III environmental declarations -- Principles and procedures

Nekateri izmed teh standardov so bili sprejeti v letu 2013. Slovenija načeloma prevzema vse te standarde, vendar je nekaj časovnega zamika.

V Uradnem listu Evropske unije je bilo 4.5.2013 objavljeno Priporočilo komisije z dne 9. aprila 2013 o uporabi skupnih metod za merjenje in sporočanje okoljske uspešnosti izdelkov in organizacij v njihovem življenjskem krogu. V dokumentu se sicer omenja tudi označevanje okoljskega odtisa (ogljjičnega odtisa), vendar še ni nič določenega oziroma predpisanega.

V Sloveniji imamo vzpostavljeno označevanje pridelkov in živil iz ekološke in integrirane pridelave. Na področju certifikacijske sheme za kmetijske pridelke in živila glede na ogljični odtis, ki ga povzroča pridelava in (ali) predelava pridelkov ali živil pa certificiranja in označevanja še ni.

Na nivoju države Slovenije je na spletni strani vlade informacija, da je v pripravi **Zakon o podnebnih spremembah in dolgoročno podnebno (nizkoogljjično) strategijo**, katerih namen je zagotoviti okvir za doseganje srednje in dolgoročnih podnebnih ciljev oziroma uveljavljanje nizkoogljjične družbe ter krepitev trajnostnega razvoja. (Vir: http://www.vlada.si teme_in_projekti/arhiv_projektov/podnebne_spremembe/ september 2013)

Služba Vlade RS za podnebne spremembe je na podlagi v procesu javne obravnave in medresorskega usklajevanja prejetih mnenj, predlogov in pripomb pripravila tretji osnutek **Zakona o podnebnih spremembah** (16. 2. 2011).

Tretji osnutek tega zakona se nahaja na spletni strani

http://www.arhiv.svps.gov.si/fileadmin/svps.gov.si/pageuploads/3_osnutek/ZPS_140210_vs_e.pdf (september 2013).

V predlogu tega zakona je tudi točka 2.3.3. Ogljični odtis, ki jo v celoti navajamo, ker govori

tudi o ugotavljanju in označevanju produktov.

16.2 Ogljični odtis

Ogljični odtis je seštevek izpustov toplogrednih plinov, ki jih neposredno ali posredno povzročijo organizacija, izdelek, storitev ali druga aktivnost, ki povzroča ali prispeva k povzročanju izpustov toplogrednih plinov v določenem časovnem obdobju. Opredeljen je v enoti ekvivalenta CO₂. Različne variante ogljičnega odtisa so ključnega pomena za določanje odgovornosti ter za načrtovanje, izvajanje in spremljanje vseh vrst podnebnih ukrepov.

Namen predlaganega zakona je, da znotraj Slovenije vzpostavi pravni okvir za ustrezno, pregledno, primerljivo in verodostojno uporabo ogljičnega odtisa za organizacije, izdelke in storitve. V okviru Okvirne konvencije ZN o spremembi podnebja in drugih mednarodnih organizacij se že uveljavljajo standardi za izračunavanje ogljičnega odtisa organizacij in izdelkov oz. storitev. Temeljno metodologijo za izračunavanje ogljičnega odtisa je vzpostavil Protokol za toplogredne pline (*Greenhouse Gas Protocol*), ki je nastal v sodelovanju Svetovnega poslovnega sveta za trajnostni razvoj (*World Business Council for Sustainable Development*) in Svetovnega inštituta za vire (*World Resources Institute*). V njem je določeno poročanje o izpustih za podjetja in druge organizacije. Protokol je prosto dostopen na svetovnem spletu: <http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard>. Standard sicer nima vpeljanega sistema zunanje preveritve, vendar je zastavljen tako, da je zunanja preveritev možna. Drugi standardi za organizacije in podjetja (ISO 14064, ki prav tako določa postopek izračuna odtisa in poročanja organizacije o emisijah in PAS 2060, ki je procesni in določa izkazovanje ogljične nevtralnosti) izhajajo iz Protokola za toplogredne pline. Pomemben instrument spodbujanja nizkoogljičnih tehnologij je označevanje izdelkov in storitev na trgu z njihovim ogljičnim odtisom. Takšno označevanje kupcem omogoča informirano odločitev glede na izpuste toplogrednih plinov v celotni življenjski dobi izdelkov: v proizvodnji, uporabi in razgradnji oz. recikliranju. Označevanje je namenjeno trem skupinam kupcev: potrošnikom, javnim ustanovam pri izvajanju zelenih javnih naročil in podjetjem – v dobavnih verigah.

Standardizacija ogljičnega odtisa za izdelke in storitve je prav zdaj v izjemno dinamičnem razvoju. Zaenkrat edini veljavni mednarodni standard za to področje v EU je britanski PAS 2050: 2008 (*Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services*), ki vključuje tudi zunanjo presojo. V procesu snovanja in testiranja sta še dva standarda, katerih izid je napovedan za leto 2011 (*GHG Protocol: The Product Accounting & Reporting Standard* in ISO 14067 – *Carbon Footprint of Products*). Za označevanje ogljičnega odtisa izdelkov obstaja vrsta shem; v EU sta najbolj prepoznavna *Carbon Trust* v Veliki Britaniji in BP X30-323 v Franciji, v Nemčiji pa so oznako ogljičnega odtisa izdelkov povezali z okoljskim znakom Modri angel. Vsi standardi in oznake so zaenkrat prostovoljni, v Franciji proučujejo možnost obveznega označevanja za določene skupine izdelkov po letu 2012. Evropska komisija je v postopku analize različnih standardov in razmisleka o morebitnem skupnem urejanju ogljičnega odtisa za izdelke na ravni EU. Odločitev je napovedana za leto 2011.

Predlagani zakon predvideva možnost prostovoljnega označevanja izdelkov. Ugotavljanje ogljičnega odtisa je po zakonu prostovoljno in prepuščeno odločitvi pravnih in fizičnih oseb, ki opravljajo dejavnosti, ki povzročajo emisije toplogrednih plinov, ali ki proizvajajo ali nudijo izdelke in storitve na trgu. Zakon določa le minimalne standarde oz. seznam možnih metodologij za ugotavljanje ogljičnega odtisa, mogoče pa je za izračunavanje ogljičnega odtisa izbrati tudi drugo metodologijo, če je o tem obveščeno Ministrstvo za okolje in prostor. Zaradi pretežne usmerjenosti slovenskega gospodarstva na tuje trge zakon prepoznava vodilne mednarodne standarde za ogljične odtise izdelkov (njihovo ugotavljanje in označevanje). Od proizvajalcev, ki bodo na slovenski trg uvajali izdelke z oznako ogljičnega odtisa, zahteva, da veljavne standarde spoštujejo - če nimajo ustreznih potrdil, pa morajo izkazati metodološko primerljivost. Pričakujemo lahko poenotenje na ravni trga EU in v tem

primeru se bo slovenska zakonodaja uskladila z evropsko. Obstaja torej možnost, da Vlada predpiše obvezno označevanje ogljičnega odtisa za določene proizvode in storitve bodisi na podlagi skupne evropske politike na področju trajnostne proizvodnje in potrošnje ali za preprečevanje nelojalne podnebne konkurence.

Pomembna vloga države pri spodbujanju, pa tudi zagotavljanju primerne uporabe, primerljivosti in verodostojnosti ogljičnih odtisov, je določitev in objava faktorjev pretvorbe emisij, ki so podlaga za njihovo izračunavanje. Gre predvsem za faktorje energentov, transportnih enot in tehnoloških procesov v proizvodnji. Faktorji pretvorbe emisij veljajo za Republiko Slovenijo, za določeno koledarsko leto in jih spremljajo navodila za uporabo. «Iz navedenega izhaja, da imamo v »vladni proceduri« že od leta 2011 (2010) ustrezne zakone in uredbe, ki bi uredile ugotavljanje in označevanje ogljičnega odtisa izdelkov, kamor sodijo tudi kmetijski pridelki in živila. Ministrstvu za kmetijstvo in okolje predlagamo pospešitev sprejema tega Zakona in Uredbe, ki bi bila osnova tudi za tovrstno ugotavljanje in označevanje kmetijskih pridelkov in živil. Za ugotavljanje in označevanje ogljičnega odtisa pridelkov in živil lahko Ministrstvo za kmetijstvo in okolje vzpostavi tudi svojo metodologijo. To se nam ne zdi najbolj racionalno, saj je prav, da se zadeva rešuje na nivoju celotne vlade oziroma države. Za tako možnost se lahko odločijo tudi proizvajalci ali dajalci izdelka na trg, seveda ob predhodnem obveščanju ustreznega ministrstva. Vendar to lahko pripelje do različnih metod za iste proizvode, primerljivost podatkov se zmanjša ali pa sploh niso primerljivi. Poleg tega zakonsko urejenih področij na nivoju države je možno na področju certificiranja uporabiti na začetku tako imenovan sistem **PROSTOVOLJNE OZNAČBE** (Pravilnik o pogojih in načinu prostovoljnega označevanja kmetijskih pridelkov in živil - Uradni list RS, št. [42/2010](#)). Prostovoljne označbe so navedbe posebnih lastnosti, postopkov pridelave in predelave ter drugih lastnosti živil, ki dopolnjujejo obvezno označevanje.

16.3 Sklepi glede označevanja produktov

V Sloveniji je v pripravi zakon in uredba, ki bo določala ugotavljanje in označevanje ogljičnega odtisa proizvodov. Tudi Evropska komisija pripravlja ustrezne dokumente. Predvidevamo, da je zastoj v sprejetju slovenske zakonodaja zato, ker se čaka evropsko, da bo usklajena. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje ima možnost sprejema lastne metodologije, vendar tega ne priporočamo. Tako možnost imajo tudi proizvajalci in prodajalci, vendar to lahko pripelje do preveč različnih informacij, ki lahko zavajajo »kupca« produktov.

17 Zaključek

- Določen je okoljski odtis slovenskega kmetijstva in živilsko predelovalne industrije. Skupina je prva v slovenskem prostoru opravila natančne meritve porabe energije v kmetijstvu v poljedelski, sadjarsko vinogradniški ter vrtnarski pridelavi in živinoreji za različne proizvodne tehnologije. Omenjene meritve so predstavljale osnovo za energetske analize kmetijstva zaradi določanja emisij toplogrednih plinov. V energetski analizi kmetij so razčlenjeni vnosi energije (tekoča in plinasta goriva ter električna energija) in organska ter mineralna gnojila. Kmetije, na katerih so opravljane meritve porabe energije so bile razporejene po različnih delih Slovenije tako, da so bili zajeti različni pedoklimatski faktorji in kompleksnost pridelave. Ustvarjene so baze podatkov o porabi energije za konvencionalno, integrirano in ekološko pridelavo za tri velikosti kmetij (mala, srednja in velika). Poleg tega je narejena primerjava vpliva konvencionalnega in sodobnega načina obdelave tal v poljedelski, sadjarsko vinogradniški in vrtnarski pridelavi na okoljski odtis. V živinoreji so pri pridelavi mleka upoštevani konvencionalni in sodobni tehnološki postopki v okvirju konvencionalne in ekološke reje živali. Pripravljen je nabor ukrepov za zmanjševanje obstoječega okoljskega odtisa slovenskega kmetijstva in živilsko predelovalne industrije.
- Projekt je izvajan na osnovi modelnih izračunov s podatki iz domačih in tujih znanstveno strokovnih baz podatkov za porabo energije in emisije toplogrednih plinov v kmetijstvu in živilsko predelovalni industriji ter z merjenjem porabe energije na domačih vzorčnih kmetijah zaradi dopolnitev podatkovne baze v primerih, kjer obstaja premajhna količina podatkov ali pa so podatki neuporabni za naše razmere oziroma so nezanesljivi. V projektu je kreirana obsežna baza podatkov za slovensko kmetijsko pridelavo (poraba energije v obliki mineralnega dizelskega goriva in električne energije, mineralnih in organskih gnojil itn.). Narejeni so modeli za okoljski odtis za primer konvencionalne, integrirane in ekološke pridelave v poljedelstvu, živinoreji, sadjarstvu, vinogradništvu in vrtnarstvu ter živilsko predelovalni industriji.
- Poraba energije v kmetijskih sistemih je povezana z vsemi inputi energije, ki sodelujejo v proizvodnem procesu. Pri energetski analizi so razčlenjeni vnosi energije, ki je kompletno porabljena v obdobju vnašanja (goriva, električna energija in organska ter mineralna gnojila itn.), vnosi energije skozi daljše časovno obdobje (energija za izdelavo traktorjev, priključnih strojev, opreme itn.) pa ni upoštevana. Kmetije, na katerih smo opravljali meritve porabe energije so bile razporejene po različnih delih Slovenije tako, da so bili zajeti različni pedoklimatski faktorji in kompleksnost pridelave. Poraba energije v kmetijstvu je povezana z emisijami toplogrednih plinov, zato so opravljene natančne analize energetske porabe v kmetijski pridelavi. Poraba energije je ugotavljana pri opravljanju delovnih operacij s traktorskimi priključnimi stroji (agregat traktor + stroj), ki so namenjeni za osnovno in dopolnilno obdelavo tal, setev, gnojenje, nego, varstvo rastlin itn. Merjena je porabljena količina dizelskega goriva, ki se porabi pri delu traktorjev z različnimi priključnimi stroji oziroma delu samovoznih strojev za spravilo pridelkov (npr. kombajni ali silokombajni za koruzo). Poraba energije pri obdelavi tal je ugotovljena pri treh različnih sistemih obdelave tal oziroma pri konvencionalni, minimalni in direktni setvi (brez obdelave tal, angl. no tillage ali zero tillage). V živinorejski pridelavi je zajeta poraba energije, ki se porabi za krmljenje živali (stroji, ki se uporabljajo v procesu krmljenja), za vzdrževanje življenjskega okolja živali (prezračevanje, razsvetljava, gretje itn.) ter energija za molžo in hlajenje mleka v primeru krav molznic.

- Izdelava računalniškega programa za izračun okoljskih odtisov za kmetijske pridelke in izdelke v skladu z izbrano metodologijo zahteva sliko celotnega poteka procesa od pridelave do končnega pridelka ali prehrabnega izdelka. Na osnovi izdelanih blokovnih diagramov poteka procesa od pridelave do predelave, so upoštevane vse vhodne in izhodne snovi, energija, ter emisije toplogrednih plinov in odpadni produkti (npr. voda). V prvi fazi je bil postavljen blokovni diagram poteka pridelave: poljedelskih, sadjarsko vinogradniških ter vrtnarskih pridelkov in živinoreje. Blokovni diagrami povezujejo posamezne procese z drugimi procesi modela v obliki vhodnih in izhodnih podatkov. Model izračuna okoljskih odtisov zahteva v prvi vrsti izdelavo obsežne baze podatkov, ki vsebuje vhodne in izhodne podatke za posamezni proces v modelu pridelave ali izdelave posameznega pridelka.
- Emisije CO₂ nastanejo pri zgorevanju mineralnega dizelskega goriva v motorjih kmetijskih strojev oziroma traktorjev agregatiranih z različnimi priključnimi stroji: za obdelavo tal, setev, varstvo, nego, transport, spravilo žetvenih ostankov ali krme itn.. Emisije CO₂ za različne delovne operacije s stroji so spremljane za konvencionalno, integrirano in ekološko pridelavo. Za določanje emisij CO₂ iz mineralnega dizelskega goriva pri uporabi kmetijske mehanizacije so za pridelavo poljščin predvidene ločene delovne operacije. Poleg tega so pri pridelovanju poljščin spremljane tudi emisije samovoznih strojev, kot je npr. kombajn za spravilo koruze v zrnju ali silokombajn za koruzno silažo itn. Ugotovljeno je, da so največje emisije toplogrednih plinov v primeru poljedelske pridelave pri obdelavi tal in spravilu pridelkov. Pri obdelavi tal je primerjan konvencionalni način obdelave tal, reducirana obdelava tal in »No till« obdelava. Analiza emisij (podatki lastnih meritev) za omenjene načine obdelave tal je pokazala, da je največji vir emisij CO₂, konvencionalna obdelava tal. Glede zmanjševanja porabe energije in toplogrednih plinov je za naše pogoje predvsem primerna tehnologija, kjer se kombinira obdelava tal in istočasna setev. V tem primeru se obdelava tal lahko opravlja v ozkih trakovih ali strnjeno oziroma po celotni površini. Ugotovljeno je da bi emisije CO₂ bilo možno značilno znižati z uporabo biogenih goriv (biodizla, rastlinskega olja ali biometana) za pogon kmetijskih strojev. V primeru direktne setve in dopolnilne obdelave v enem prehodu bi se celotna poraba goriva za pridelavo še dodatno zmanjšala.

Zaradi obsežnosti projekta (pokrite so pridelave najbolj pomembnih pridelkov in reja živali v vseh panogah kmetijske proizvodnje) so podani zaključki po posameznih panogah.

- **Ogljični odtis poljedelske pridelave**

Emisije TGP nastanejo zaradi uporabe dizelskega goriva pri vseh mehaniziranih opravilih v pridelavi: osnovna in dopolnilna obdelava tal, setev, gnojenje varstvo rastlin, žetev in transport pri pridelavi. Zaradi uporabe gnojil (anorganska in organska) nastanejo dodatne emisije toplogrednih plinov, ki so preračunane na ekvivalent CO₂. Seštevek emisij iz porabe goriva in gnojil (mineralnih in organskih) nam da končno emisijo CO₂. Odtisi TGP so določeni iz povprečne porabe goriva, ki je izmerjena na več kmetijah ter predvidenih količin gnojila (organskega in anorganskega), ki so predvideni v izračunani za naslednje poljedelske pridelke: koruza za zrnje in za silažo, pšenica, oljna ogrščica in sončnica. Za poljedelsko pridelavo je ugotovljeno da so emisije CO₂/t pridelka pri ekološki pridelavi višje v primerjavi z emisijami v konvencionalni in integrirani pridelavi. V primerjavi konvencionalne in ekološke pridelave so razlike v emisijah CO₂/t pridelka: za koruzo za zrnje v razmerju 1:1,34, za koruzo za silažo v razmerju 1:1,52, pri pšenici 1:1,53, oljni ogrščici 1:1,47 in sončnici 1:1,2 (pri vseh vrednostih je višja številka za ekološko pridelavo). Vzrok za višje emisije CO₂ t pridelka je v tem da so pridelki v ekološki pridelavi nižji, preračun CO₂/t pridelka da posledično višje emisije. V ekološki pridelavi se uporabljajo organska gnojila (gnoj in gnojevka), ki imajo nižje emisije toplogrednih plinov v primerjavi z anorganskimi gnojili (mineralna gnojila) v konvencionalni pridelavi. Poleg tega se v ekološki pridelavi lahko tudi uporablja kombinacija organskih gnojil v kombinaciji s počasi topnimi mineralnimi gnojili. Pri porabi mineralnega dizelskega goriva pa so emisije pri ekološki pridelavi minimalno višje, ker se za gnojenje z organskimi gnojili uporabljajo traktorski priključni stroji (trosilniki hlevskega gnoja ali cisterne za razvoz in aplikacijo gnojevke), ki porabijo nekoliko več energije v primerjavi s traktorskimi priključnimi stroji, ki so namenjeni za raztros mineralnega gnojila (trosilniki mineralnih gnojil v granulah). Vse emisije CO₂ ekv./t pridelka za poljščine se razlikujejo tudi glede velikosti kmetij in so tako višje za kmetije, ki imajo manjše površine pod poljščinami in obratno nižje za večje površine pod poljščinami. Zaradi manjše porabe energije (manjša količina mineralnega dizelskega goriva ali biogoriva se porabi za pogon traktorskih agregatov) pri direktni setvi in manjšega števila prehodov traktorskih agregatov je omogočena večja produktivnost (manjša poraba časa za izvedbo delovne operacije) in posledično boljša ekonomičnost celotne pridelave poljščin, poleg tega je manjša obremenitev okolja s toplogrednimi plini, mehanske poškodbe tal pa so minimalne. Največji delež emisij pri pridelavi poljščin je iz porabe mineralnih gnojil. Delež emisij TGP iz gnojil predstavlja od 51 % do 75 % od celotnih emisij pri konvencionalni in integrirani pridelavi poljščin. Zaradi uporabe organskega gnojila v ekološki pridelavi je ogljični odtis manjši in delež emisije iz gnojil znaša od 20 % do 35 % celotne emisije.

- **Ogljični odtis sadjarsko vinogradniške pridelave**

V sadjarski pridelavi je ugotovljeno, da so emisije toplogrednih plinov najnižje pri integrirani pridelavi, višje pri konvencionalni ter najvišje pri ekološki pridelavi sadja. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na jabolke, najvišja pa na oljke. Glede naraščanja višin emisij CO₂ ekv./t pridelka - sadja, jabolkam sledijo hruške, za tem pa breskve in marelice. Emisije CO₂ ekv./t pridelka – sadja, upadajo z velikostjo kmetije, najvišje so pri mali ter najnižje pri veliki kmetiji usmerjeni v sadjarsko pridelavo. Emisije TGP so najvišje pri oljkah zaradi nižjega hektarskega pridelka v primerjavi z ostalimi sadnimi vrstami in velikih potreb po gnojilu (velike

količine dušika). Seštevek emisij CO₂, ki nastanejo zaradi uporabe fosilnega goriva in ekvivalentnih emisij CO₂ iz gnojil uporabljenih v procesu pridelave, da končno emisijo vinogradniške pridelave. Emisije CO₂ ekv./t pridelka – grozdja, so najnižje pri integrirani, višje pri konvencionalni ter najvišje pri ekološki vinogradniški pridelavi. Vzrok za najvišje emisije CO₂ ekv./t pridelka – grozdja v ekološki pridelavi je v nekoliko višji porabi mineralnega dizelskega goriva ter da so pridelki v ekološki pridelavi nižji, tako da izračun CO₂ ekv./t pridelka – grozdja da posledično višje emisije. Emisije CO₂ ekv./t pridelka – grozdja, upadajo z velikostjo kmetije, najvišje so pri mali ter najnižje pri veliki kmetiji usmerjeni v vinogradniško pridelavo. Emisije so pri mali kmetiji višje zaradi uporabe traktorskih agregatov manjše moči, ki so energetsko manj učinkoviti v primerjavi s traktorskimi agregati večje moči, poleg tega je več praznih hodov pri strojnih opravilih na majhnih delovnih površinah. Emisije CO₂ so tudi nekoliko višje pri vseh treh velikostih kmetij pri mehaniziranem pobiranju pridelka grozdja v primerjavi z ročno trgatvijo grozdja. Razlika je tudi pri porabi energije za gnojenje, pri konvencionalni pridelavi se uporablja gnojenje z mineralnimi gnojili. V primeru integrirane pridelave je predvidena uporaba mineralnega in hlevskega gnoja, za ekološko pridelavo pa je predvideno, da se uporablja hlevski gnoj. V ekološki pridelavi se uporabljajo organska gnojila (gnoj), ki imajo nižje emisije toplogrednih plinov v primerjavi z anorganskimi gnojili (mineralna gnojila). Poleg tega se v ekološki pridelavi lahko tudi uporablja kombinacija organskih gnojil v kombinaciji s počasi topnimi mineralnimi gnojili.

- **Ogljični odtis vrtnarske pridelave**

Emisije CO₂ nastanejo zaradi uporabe mineralnega dizelskega goriva pri vseh mehaniziranih opravilih v pridelavi: osnovna in dopolnilna obdelava tal, setev, gnojenje, varstvo rastlin, pobiranje in transport pri pridelavi. Ogljični odtisi so določeni iz povprečne porabe goriva, ki je izmerjena na več kmetijah ter predvidenih količin gnojila (organskega in anorganskega). Zaradi uporabe gnojil (anorganska in organska) nastanejo dodatne emisije toplogrednih plinov, ki so preračunane na ekvivalent CO₂. Seštevek emisij iz porabe goriva in gnojil (mineralnih in organskih) nam da končno emisijo CO₂. Za različne vrtnarske kulture je značilno da se jih tudi prideluje v pokritih prostorih – objektih (staklenjaki, plastenjaki). V omenjenem primeru se uporablja poleg mineralnega dizelskega goriva tudi električna energija. Pri emisijah ni posebnih razlik med ekološko pridelavo, kjer se opravi dopolnilna obdelava tal z rotacijskimi stroji – prekopalniki ali stroji za dopolnilno obdelavo tal s pasivnimi delovnimi elementi. Poseben primer so samo emisije pri zelju z mehanskim spravilom (mehansko spravilo je obravnavano samo v primeru velike kmetije. V primeru vseh treh tipov kmetij se najnižja vrednost emisij nanaša na kumare, najvišja pa na papriko. Glede naraščanja višin emisij CO₂ ekv./t pridelka - povrtnin, kumaram sledi paradižnik, za tem pa čebula in zelje. Emisije CO₂ ekv./t pridelka – povrtnin so približno enake za vse tri velikosti kmetij. Ogljični odtis konvencionalne in integrirane ekološke vrtnarske pridelave je približno enak, nekoliko višji pa je okoljski odtis ekološke vrtnarske pridelave, Pri vseh treh pridelavah najvišji odtis ima pridelava zelja, kjer odstopa pridelava z mehanskim spravilom zelja (na velikih kmetijah).

- **Ogljični odtis živinorejske pridelave**

Goveje meso

Analiza emisij toplogrednih plinov v govedoreji v reji govejih pitancev za sveže meso (emisije toplogrednih plinov od začetka procesa v hlevu do konca procesa v hlevu) je pokazala, da se emisije omenjenih plinov gibljejo od 8,3 do 8,6 kg CO₂ ekv./kg mesa (odvisno od velikosti črede in tehnologije reje, ki je povezana s porabo energije) pri

konvencionalnem načinu reje oziroma od 11,2 do 11,4 kg CO₂ ekv./kg mesa pri ekološkem načinu reje. V primeru večjih čred so emisije pri konvencionalni in ekološki reji nekoliko nižje. Emisije CO₂ ekv./kg mesa so nekoliko višje v primeru ekološke prireje, ker se porabi nekoliko več energije v samem procesu pitanja živali zaradi daljšega obdobja pitanja, poleg tega je masa klavnega trupa živali, tudi nižja v primerjavi s konvencionalno rejo.

Prašičje meso

Analiza emisij toplogrednih plinov v prašičereji v reji živali za sveže meso (emisije toplogrednih plinov od začetka procesa v hlevu do konca procesa v hlevu) je pokazala, da se emisije omenjenih plinov gibljejo od 3,7 do 3,9 kg CO₂ ekv./kg mesa (odvisno od velikosti črede in tehnologije reje, ki je povezana s porabo energije) pri konvencionalnem načinu reje oziroma od 3,6 do 3,7 kg CO₂ ekv./kg mesa pri ekološkem načinu reje. Emisije CO₂ ekv./kg mesa so nekoliko nižje v primeru ekološke prireje.

Perutninsko meso

Analiza emisij toplogrednih plinov v reji živali za sveže perutninsko meso (emisije toplogrednih plinov od začetka procesa v hlevu do konca procesa v hlevu) je pokazala, da emisije omenjenih plinov znašajo 5,28 kg CO₂ ekv./kg mesa pri konvencionalnem načinu reje oziroma 5,27 kg CO₂ ekv./kg mesa pri ekološkem načinu reje. Emisije CO₂ ekv./kg mesa so minimalno nižje v primeru ekološke prireje.

Prireja mleka

Analiza emisij toplogrednih plinov v proizvodnji mleka je pokazala, da prireja mleka (emisije od začetka procesa v hlevu do konca procesa v hlevu) ustvari od 0,718 kg CO₂ ekv./kg mleka do 0,74 kg CO₂ ekv./kg mleka (odvisno od velikosti črede in tehnologije reje) pri strojni molži ter 0,75 kg CO₂ ekv./kg mleka pri robotizirani molži v konvencionalnem načinu kmetovanja. Za ekološki način reje je analiza emisij toplogrednih plinov v proizvodnji mleka pokazala, da prireja mleka (emisije od začetka procesa v hlevu do konca procesa v hlevu) ustvari od 1,02 kg CO₂ ekv./kg mleka do 1,06 kg CO₂ ekv./kg mleka (odvisno od velikosti črede in tehnologije reje) pri strojni molži ter 1,06 kg CO₂ ekv./kg mleka pri robotizirani molži.

Ogljični odtis živilsko predelovalne industrije

- Določene so emisije toplogrednih plinov – TGP iz energetske porabe v predelavi različnih pridelkov iz poljedelske, sadjarsko vinogradniške, vrtnarske in živinorejske pridelave v končne produkte na kmetiji ali živilsko predelovalni industriji. V vseh primerih se emisijam osnovnih pridelkov iz poljedelske, sadjarsko vinogradniške, vrtnarske in živinorejske pridelave prištejejo še emisije iz predelave različnih pridelkov v končne produkte. Emisije iz predelave v končne produkte so v nekaterih primerih precej višje v primerjavi s pridelavo, npr. trajni mesni in mlečni izdelki. Emisije toplogrednih plinov – TGP iz energetske porabe v živilsko predelovalni industriji je možno zmanjšati na nekaj načinov: z učinkovito rabo energije, z nadomeščanjem fosilnih goriv z višjimi emisijami TGP z gorivi z nižjimi emisijami TGP, ter uporabo alternativnih virov energije (solarna energija, energija vetra, trdna, tekoča in plinasta goriva iz biomase, geotermalna energija itn.).

Zniževanje emisij toplogrednih plinov

- **Ukrepi za zmanjšanje porabe energije in emisij toplogrednih plinov**

Podani so najpomembnejši ukrepi za zmanjšanje porabe energije v poljedelski, sadjarsko vinogradniški, vrtnarski in živinorejski pridelavi. Pripravljeni so različni nabori ukrepov za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, ki se nanašajo na združevanje delovnih operacij in zmanjševanje števila prehodov, uporabo traktorjskih agregatov v smeri učinkovite porabe goriva, transport, predelavo, skladiščenje itn. Na zmanjševanje porabe goriva v kmetijstvu lahko v veliki meri vplivajo sami uporabniki traktorjev in kmetijske mehanizacije z nekaterimi ukrepi, kot so: pravilno vzdrževanje traktorjev in strojev, pravilno nastavljanje strojev, zmanjševanje števila prehodov npr. pri obdelavi tal z uporabo metod za reducirano obdelavo tal oziroma direktno setev, izbira pravilnega tlaka v traktorjskih pnevmatikah glede trdnosti podlage, precizno kmetovanje, uporaba sodobnih traktorjev z energetsko varčnejšimi motorji in sodobnimi traktorjskimi transmisijami različne izvedbe itn. V poljedelstvu so največji prihranki energije možni v primeru pridelave. Delovne operacije v pridelavi se opravljajo s traktorjskimi agregati, ki uporabljajo fosilna goriva. V vseh mehaniziranih delovnih operacijah je možna učinkovita raba energije ter uporaba alternativnih goriv, kot nadomestek za fosilna goriva. Z obdelavo tal brez oranja in z združevanjem več delovnih operacij, ki se opravijo ločeno je mogoče prihraniti energijo oziroma mineralno dizelsko gorivo. V zadnjem obdobju se sistem neposredne setve širi tudi v domači poljedelski pridelavi.

Možnosti za zmanjševanje porabe energije obstajajo v vseh fazah reje živali pri vzdrževanju življenjskega okolja. Pri nabavi nove strojne opreme se rejci živali morajo odločati za nabavo takih izvedb strojev, ki imajo energetsko učinkovitejše elektromotorje in krmilne pogonske sisteme, npr. frekvenčne pretvornike za reguliranje števila vrtljajev elektromotorjev. Porabo energije pri ogrevanju je tudi možno uspešno zmanjševati, npr. avtomatična regulacija temperature v hlevu lahko značilno zmanjša porabo energije, talno gretje je lahko bolj učinkovito, kot gretje z infrardečimi grelniki za mlade pujske. Izolacija hlevov lahko prispeva značilno zmanjševanju porabe energije za gretje. Starejše energetsko bolj potratne objekte je potrebno sanirati s sodobno izolacijo da se zmanjšajo energetske izgube. Pri razsvetljavi je tudi možno zmanjšati porabo električne energije z zamenjavo energetsko bolj potratnih svetlobnih teles s sodobnejšimi, ki so energetsko manj potratna, npr. LED svetila. Sistem za krmljenje živali po suhem postopku porabi manj energije za transport krme, kot sistemi za krmljenje po mokrem postopku. Tudi pri sistemu za odstranjevanje gnoja oziroma gnojnice obstaja možnost izbire energijsko učinkovitih črpalk, sistemov za aeracijo gnojevke in separatorjev. Poleg vsega omenjenega na področju učinkovite rabe energije, obstaja še možnost za nadomeščanje porabe energije iz konvencionalnih virov z uporabo energije iz obnovljivih virov energije (sonca, vetra, biomase itn.). S pridobljeno energijo iz obnovljivih virov zmanjšamo CO₂ odtis kmetije oziroma CO₂ odtis končnega kmetijskega produkta npr. svežega mesa, trajnega mesnega izdelka itn.

Emisije toplogrednih plinov naraščajo s prevoženo razdaljo pridelkov ali končnih produktov. Ugotovljeno pa je, da so emisije toplogrednih plinov pri transportu kmetijskih pridelkov nižje pri uporabi tovornih vozil večje nosilnosti 7,2 t in 17 t ter višje pri uporabi tovornih vozil nosilnosti 1,5 t. Porabo goriva in posledično emisije toplogrednih plinov v transportu kmetijskih pridelkov in končnih kmetijskih produktov se lahko signifikantno zniža z uporabo tovornih vozil namesto traktorjev ter z nižanjem transportne razdalje. Tovorna vozila večje nosilnosti imajo bolj ugodno porabo goriva v primerjavi z vozili manjše nosilnosti, posledično so tudi emisije vozil večje nosilnosti nižje.

18 Viri

- [1] Agriculture and Horticulture Introducing energy saving opportunities for farmers and growers, The Carbon Trust 2012. 36 st
- [2] Antonopoulos Kostas, Valet Nick, Spiratos Dimos and Siragakos George (2006) Olive oil and pomace olive oil processing. GRASAS Y ACEITES, 57 (1), ENERO-MARZO, 56-67, 2006, ISSN: 0017-3495 12 st
- [3] Barbara Zagorc ... et al. (2001) Popis vrtnarstva, Slovenija 2000, Ljubljana : Statistični urad Republike Slovenije, 2001. Rezultati raziskovanj, 52 st
- [4] Barbosa-Cánovas Gustavo V., Altunakar Bilge, Mejía-Lorío Danilo J. (2005) Freezing of fruits and vegetables An agribusiness alternative for rural and semi-rural areas FAO Agricultural services bulletin 158 Food and agriculture organization of the United Nations Rome, 2005
- [5] Bavec Martina, Robačar Martina (2010) Program informiranja in izobraževanja na temo ekološkega kmetijstva za brezposelne osebe v Pomurju v luči prilaganja in preprečevanja učinkov podnebnih sprememb Študija v okviru Program informiranja in izobraževanja na temo ekološkega kmetijstva za brezposelne osebe v Pomurju v luči prilaganja in preprečevanja učinkov podnebnih sprememb, FKBV
- [6] Bavec Martina (2003) Tehnike pridelovanja zelenjadnic. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2003
- [7] Bavec Martina (2001). Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 448 str
- [8] Bosco Simona, Di Bene Claudia, Galli Mariassunta, Remorini Damiano, Massai Rossano, Bonari Enrico (2011) Greenhouse gas emissions in the agricultural phase of wine production in the Maremma rural district in Tuscany, Italy Italian Journal of Agronomy 2011; volume 6:e15, st. 93 -100
- [9] Burrow Neil. Energy Efficiency in Poultry House Lighting Service Concepts Coop, 29 st
- [10] Capper Judith L. The Carbon Footprint of Beef Production American Meat Science Association 64th Annual Reciprocal Meat Conference, 5 st
- [11] Carlsson-Kanyama Annika, Faist Mireille. Energy Use in the Food Sector: A data survey Environmental Strategies Research Group, Department of Systems Ecology Stockholm University, 36 st
- [12] Carlsson-Kanyama Annika, Boström-Carlsson Kerstin(2001) Energy Use for Cooking and Other Stages in the Life Cycle of Food, A study of wheat, spaghetti, pasta, barley, rice, potatoes, couscous and mashed potatoes fms No 160, Report January 2001 Stockholms Universitet, 33 st
- [13] Carlsson-Kanyama Annika, González Alejandro D. (2007) Non-CO2 greenhouse gas emissions associated with food production: methane (CH4) and nitrous oxide (N2O) KTH, Kungliga tekniska högskolan Avdelningen för industriell ekologi 100 44 Stockholm TRITA-IM: 2007:22, 32 st
- [14] Carlsson-Kanyama Annika, Pipping Ekstro Marianne, Shanahan Helena. (2003) Food and life cycle energy inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency. Ecological Economics 00 (2003) 1 - 15
- [15] Caslin Barry, Cirillo Mairead, Finnan John, Forristal Dermot, Gaffney Michael, McCutcheon Gerard, Murphy Michael, Sproule Ivan, Upton John (2011) Energy Use in Agriculture Teagasc, Head Office, Oak Park, Carlow. 88 st

-
- [16] Castellini Cesare, Bastianoni Simone, Granai Claudio, Dal Bosco Alessandro, Brunetti Mauro (2006) Sustainability of poultry production using the emergy approach: Comparison of conventional and organic rearing systems *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114 (2006) 343–350
- [17] Cederberg Christel, Sonesson Ulf, Henriksson Maria, Sund Veronica, Davis (2009) Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005 Swedish Institute for food and biotechnology SIK Report No 793, 97 st
- [18] Ciftci Ozan Nazim, Ciftci Deniz and Jenab Ehsan (2012). Potential Applications of Green Technologies in Olive Oil Industry, *Olive Oil - Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions*, Dr. Dimitrios Boskou (Ed.), ISBN: 978-953-307-921-9, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/olive-oil-constituentsquality->
- [19] CIGR Handbook of Agricultural Engineering Volume V Energy and Biomass Engineering Edited by CIGR–The International Commission of Agricultural Engineering Volume Editor: Osamu Kitani, Nihon University, Japan, American Society of Agricultural Engineers, 1999, 351 st
- [20] Clarke S., House H.(2010) Using Less Energy on Dairy Farms. OMAFRA Factsheets 8 st
- [21] Class N H. L. and Thacker P. A. (1989). Energy use in the production and housing of poultry and swine - an overview. *Can' J. Anim. Sci.* 69:7-21 '
- [22] Cleaner Production Assessment in Dairy Processing Chapter 2 Overview of Dairy Processing 17 st
- [23] Conserving Energy in fruit and Vegetable packing and Storage facilities , Rutgers Cooperative Extension, USDA Natural Resources Conservation Service , 4 st
- [24] Corson, M.S., van der Werf, H.M.G. (Eds.), 2012. Proceedings of the 8th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector (LCA Food 2012), 1-4 October 2012, Saint Malo, France. INRA, Rennes, France.
- [25] Crane Richard, Davenport Ross and Vaughan Rod (2012) Poultry Production in England Farm Business Survey 2010/11 RBR at Reading Agriculture and Food Investigation Team (AFIT) School of Agriculture, Policy and Development University of Reading 52 st
- [26] Cu'ellar Amanda D., Webber Michael E (2008) Cow power: the energy and emissions benefits of converting manure to biogas *Environ. Res. Lett.* 3 (2008) 034002 (8pp) doi:10.1088/1748-9326/3/3/034002
- [27] Dalgaard Tommy, Halberg Niels, Porter John R. (2001) A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 87 (2001) 51–65
- [28] Dally Bassam, Mullinger Peter (2002) Utilization of Olive Husks for Energy Generation: A Feasibility Study Department of Mechanical Engineering The University of Adelaide , 17 st
- [29] Dämmgen Ulrich, Brade Wilfried, Haenel Hans-Dieter, Rösemann Claus and Döhler Helmut. Modelling CO2 footprints and trace gas emissions for milk protein produced under varying performance and feeding conditions, 7 st
- [30] de Boer Imke J.M. (2003) Environmental impact assessment of conventional and organic milk production *Livestock Production Science* 80 (2003) 69–77
- [31] Direct energy use in agriculture: opportunities for reducing fossil fuel inputs Final report to Defra AC0401: May 2007, Warwick HRI The University of Warwick Wellesbourne

- [32] Đurić Mirjana S ., Carić Marijana Đ, Tekić Miodrag N., Milanović Spasenija D. and Panić Mirela D. (2005) Analysis of energy consumption during milk processing in uht-plant with two recuperators, APTEFF, 36, 1-266 (2005) s 23-32
- [33] Energy Performance Indicator Report: Fluid Milk Plants 2001 Prepared for the National Dairy Council of Canada by Natural Resources Canada's Office of Energy Efficiency, 56 st
- [34] Energy requirements in milk processing <http://www.fao.org/docrep/004/t0515e/T0515E03.htm#ch3>.
- [35] Energy Use in Agriculture, 2011 Teagasc in association with Sustainable Energy Authority of Ireland. 88 st.
- [36] Energy use in pig farming. Energy consumption guide The Carbon Trust. 15 st
- [37] Environmental Working Group Meat Eaters Guide to Climate Change and Health: lifecycle assesments: methodology & results 2011
- [38] Environmental, Health, and Safety Guidelines for Dairy Processing, International Finance Corporation 2007, 15 st
- [39] Flachowsky Gerhard and Kamphues Josef (2012). Carbon Footprints for Food of Animal Origin: What are the Most Preferable Criteria to Measure Animal Yields? *Animals* 2012, 2, 108-126; doi:10.3390/ani2020108
- [40] Flysjö Anna (2012) Greenhouse gas emissions in milk and dairy product chains improving the carbon footprint of dairy products PhD thesis Science and Technology 2012, Department of Agroecology Science and Technology, Aarhus University, 165 st
- [41] Foster, C., Green, K., Bleda, M., Dewick, P., Evans, B., Flynn A., Mylan, J. (2006). Environmental Impacts of food Production and Consumption: A Report to the Department for Environment, Food and rural Addairs. Manchester Business School, Defra. 199 st.
- [42] Fritsche Uwe R., Eberle Ulrike (2009) Greenhouse-Gas Emissions from the Production and Processing of Food, Öko-Institut e.V., 15 st
- [43] Fritzsøn Anna, Berntsson Thore (2006) Energy efficiency in the slaughter and meat processing industry—opportunities for improvements in future energy markets *Journal of Food Engineering* 77 (2006) 792–802
- [44] Frorip J., Kokin E., Praks J., Poikalainen V., Ruus A., Veermäe I., Lepasalu L., Schäfer W., Mikkola H. and Ahokas J.(2012) Energy consumption in animal production – case farm study *Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue* 1, 39-48, 2012
- [45] Galitsky Christina, Worrell Ernst and Ruth Michael (2003) Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Corn Wet Milling Industry An energy star Guide for Energy and Plant Managers Energy Analysis Department Environmental Energy Technologies Division Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory University of California Berkeley, 92 st.
- [46] Garnett Tara (2006) Fruit and vegetables & uk greenhouse gas emissions: exploring the relationship. University of Surrey, Centre for environmental strategy fcrrn working paper 06-01 134 st
- [47] Geraghty Robert. Benchmarking Resource Efficiency in Irish Dairy Processing ment & Green Technologies Department, Enterprise Ireland,
- [48] Goffman Ethan. (2012) The Environmental Impact of Meat ProQuest Discovery Guides <http://www.csa.com/discoveryguides/discoveryguides-main.php>, 12 st
- [49] Granatstein David. How Big is the Fruit Growing Footprint? Washington State University, Center for Sustaining Agriculture and Natural Resources 7 st

- [50] Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector A Life Cycle Assessment Food and agriculture organization of the united nations. Animal Production and Health Division, FAO 98 st.
- [51] Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors 2012, 85 st
- [52] Guzmán, G.I., Alonso, A.M., (2008) A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain, *Agr. Syst.* (2008), doi:10.1016/j.agsy.2008.06.004, 10 st
- [53] Hainsworth F. Reed, Precup Elizabeth and Hamill Tracy (1991) Feeding, energy processing rates and egg production in painted lady butterflies *J. exp. Biol.* 156, 249-265 (1991)
- [54] Harmon Jay, Hanna Mark, Petersen Dana (2010) Energy efficient fans for poultry production Iowa State University Extension. 2 st
- [55] Heißenhuber, Alois; Zehetmeier, Monika (2012). Beeinflussung der Emission von Treibhausgasen durch Leistungssteigerungen in der Milchviehhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): *Jahrbuch Agrartechnik 2012*. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2012. – S. 1-9
- [56] Hill Holly (2008) Farm Energy Calculators: Tools for saving money on the farm NCAT 2008 NCAT ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service, 8 st
- [57] Hörndahl Torsten (2008) Energy Use in Farm Buildings – A study of 16 farms with different enterprises Revised and translated second edition Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science Report 2008:8 Landscape Horticulture Agriculture , 69 st.
- [58] Jacob Jacquie (2009) Poultry's carbon footprint Cheeps & Chirps Points for Poultry Profitability VOLUME 2 , ISSUE 4 DECEMBER, 2009
- [59] Janžekovič M, Muršec B., Vindiš P., Čuš F. (2009) Energy saving in milk processing, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 33/2 (2009) 197-203.
- [60] Johnson, D, E, Phetteplace, H, W, Seidl, A, F, Schneider, UA, McCarl, B, A. Management variations for U.S. beef production systems: effects on greenhouse gas emissions and profitability, 9 st.
- [61] Kallivroussis L., Natsis A., Papadakis G. (2002) The Energy Balance of Sunflower Production for Biodiesel in Greece *Biosystems Engineering* (2002) 81 (3), 347–354 doi:10.1006/bioe.2001.0021
- [62] Kelly S. Davis. Corn Milling, Processing and Generation of Co-products Minnesota Nutrition Conference, 6 st
- [63] Kimberly L., Jensen Roland K., Roberts Burton C. (2012) English Poultry Farmers' Willingness to Participate in Energy Audits December 2012 *Journal of Extension*, Volume 50 Number 6, 11 st
- [64] Kirsten Ritchie. Steel for packaking From farm to table: An energy consumption assessment of refrigerated, frozen and canned food delivery *Scientific Certification Systems*, 31 st
- [65] Kiyotada Hayashi, Gérard Gaillard and Thomas Nemecek Life cycle assessment of agricultural production systems: current issues and future perspectives . 13 st
- [66] Kodrič Ivan; Torič Miran; Caf Alenka; Brence Andreja; Mavsar Martin; et al; (2013) *Tehnološka navodila za pridelovanje jabolk Ljubljana : Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije*, 2013, 81 st
- [67] Kutin Slatnar Barbara et al. (2012) *Popis kmetijstva 2010 - vsaka kmetija šteje!*

- Ljubljana : Statistični urad Republike Slovenije, 2012. 50 st
- [68] Lammers P. J., Kenealy M. D., Kliebenstein J. B., Harmon J. D., Helmers M. J., Honeyman M. S. (2012) Energy use in pig production: An examination of current Iowa systems¹ *J. Anim. Sci.* 2012. 90:1056–1068
- [69] Lammers P.J., Honeyman M.S., Harmon J.D., Helmers M.J. (2010) Energy and carbon inventory of Iowa swine production facilities. *Agricultural Systems* 103 (2010) 551–561
- [70] Leinonen Ilkka and Kyriazakis Ilias (2013) Quantifying the environmental impacts of UK broiler and egg production systems *Lohmann Information* Vol. 48 (2), Oct. 2013, st 45 -50
- [71] Lieffering, M., Ledgard, S.F., Boyes, M. and Kemp, R. A Greenhouse Gas Footprint Study for Exported New Zealand Beef Meat Industry Association, Ballance Agri-Nutrients, Landcorp and MAF, February 2012, AG Research, 35 st.
- [72] Life Cycle Analysis and Carbon Footprinting with respect to Sustainability in the Agri-food sector. IUFoST International Union of Food Science and technology Scientific Information Bulletin (SIB) April 2010, 8 st
- [73] Lindenthal Thomas, Markut Theresia, Hörtenhuber Stefan, Theurl Michaela, Gwendolyn Rudolph Greenhouse Gas Emissions of Organic and Conventional Foodstuffs in Austria 6 st
- [74] Lynch Derek H., MacRae Rod and Martin Ralph C. (2011) The Carbon and Global Warming Potential Impacts of Organic Farming: Does It Have a Significant Role in an Energy Constrained World? *Sustainability* 2011, 3, 322-362; doi:10.3390/su3020322
- [75] McCargar Marlis, Burton Heather, Perry Caitlin (2005) Ecological Footprint: Eggs *Geography* 214 TA: Megan Thompson Section: LS04 5 April 2005, 13 st
- [76] McCutcheon Gerard. Energy use on pig farms, 16 st
- [77] Merritt Steve, Kelly Rebecca, Moakes Simon (2010) Organic poultry production for meat *Organic Farming Technical Guide*, Organic Ceneter Wlaes, 38 st
- [78] Messineo Antonio, Volpe Roberto and Asdrubali Francesco (2012) Evaluation of Net Energy Obtainable from Combustion of Stabilised Olive Mill By-Products *Energies* 2012, 5, 1384-1397; doi:10.3390/en5051384
- [79] Middleton Simon, Zeppa Aldo, McWaters Allan, Horlock Christine, Nimmo Peter and Rickard David (2008) Growing Organic Apples - World class production systems for new Australian apple varieties Publication No. 08/123 Rural Industries Research and Development Corporation. 40 st
- [80] Mihelič Rok..et al. (2010) Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana : Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2010, 185 st
- [81] Mogensen L., Hermansen J.E., Halberg N, Dalgaard R. Life Cycle Assessment across the Food Supply Chain, In: Baldwin, Cheryl J. (Ed.) *Sustainability in the Food Industry*. IFT Press. Wiley-Blackwell, chapter 5, pp. 115-144. Archived at <http://orgprints.org/15610>
- [82] Morsing S., Pedersen S., Strøm J. S. and Jacobsen L.(2002) Energy Consumption and Air Quality in Growing/Finishing Pig Houses for Three Climate Regions Using CIGR 2002 Heat Production Equations. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Vol. VII. Manuscript BC 05 007. September, 2005, 17 st.
- [83] Nielsen Nicolaj Ingemann, Jørgensen Malene & Rasmussen Inger Knude(2013) Greenhouse Gas Emission from the Danish Broiler Production estimated via LCA Methodology 2013 *AgroTech A/S*, Institute for Agri Technology and Food Innovation, Knowledge Centre for Agriculture,

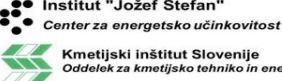
-
- [84] Olive Oil Recovery Machines and process lines from GEA Westfalia Separator, GEA Mechanical Equipment, 24 st
- [85] Özilgen Mustafa, Sorgüven Esra (2011) Energy and exergy utilization, and carbon dioxide emission in vegetable oil production. *Energy* 36 (2011) 5954 -967
- [86] Pimentel David (2006) Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture An Organic Center State of Science Review Cornell University, Ithaca NY August 2006, 40 st
- [87] Prichard David L., Marshall Timothy T. Effects of Cow Size and Milk Production on Nutrient Requirements, 6 st.
- [88] Producing food sustainably: Example 1 – Beef and dairy Created by Cambridge Sustainable Food Alliance (CaSFA) September 2011.
- [89] Product Carbon Footprint Summary, Tesco 2012, 31 st.
- [90] Pušenjak Miša (2010) Tehnološka navodila Ekološka pridelava vrtnin v rastlinjaku, KGZS 2010, 8 st
- [91] Rajaniemi M. and Ahokas J. (2012) A case study of energy consumption measurement system in broiler production *Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue 1*, 195-204, 2012
- [92] Rajaniemi M. and Ahokas J. Energy consumption in broiler production, 6 st
- [93] Ramirez C.A., Patel M., Blok K. (2006) From fluid milk to milk powder: Energy use and energy efficiency in the European dairy industry *Energy* 31 (2006) 1984–2004
- [94] Reinhardt G.A., Braschkat J., Patyk A., Quirin M. (2003) Life cycle analysis of bread production – a comparison of eight different options 4th International Conference: Life Cycle Assessment in the Agri-food sector Horsens (DK) from 6. – 8. October 2003, 28 st
- [95] Rugani, Benedetto and Vázquez-Rowe, Ian, Benedetto, Graziella and Benetto, Enrico (2013) A Comprehensive review of carbon footprint analysis as an extended environmental indicator in the wine sector. *Journal of cleaner production*, Vol. 54 , p. 61-77
- [96] Russo C., Cappelletti G. M., Nicoletti G. M. (2008) LCA of energy recovery of the solid waste of the olive oil Industries 6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector, Zurich, November 12–14, 2008, 7 st
- [97] Sainz Roberto D. Livestock-environment initiative fossil fuels component framework for calculating fossil fuel use in livestock systems University of California, 20 st
- [98] Sarrouy Carla, Lillywhite Rob, Davidson Joe. Product Energy Use within the Agri-Food Supply Chain. VIIIth international conference on Life Cycle Assessment in the Agri – food Sector, Saint Malo France
- [99] Schroeder Roberto, Baines Richard, Kluwe Aguiar Luis. Carbon Footprint in Meat Production and Supply Chains , 4 st
- [100] Sector Focus Dairy Processing Fostering the Development of Technologies and Practices to Reduce the Energy Inputs into the Refrigeration of Food
- [101] Sims Ralph, Taylor Michael, Sadoler Jack, Mabee Warren. (2008) From 1st to 2nd generation biofuel technologies. International energy Agency, OECD / IEA 2008, 124 st.
- [102] Soja, G., Zehetner, F., Rampazzo-Todorovic, G., Schildberger, B., Hackl, K., Hofmann, R., Burger, E., Grünberger, S. und Omann, I. (2010) Weinbau im Klimawandel: Anpassungs- und Mitigationmöglichkeiten am Beispiel der Modellregion Traisental, Abschlussbericht Austrian Institute of Technology - AIT, Gfld. Umweltressourcen, 2444 Seibersdorf, 185 st

-
- [103] Sonesson Ulf Life Cycle Based Research In Food and Agriculture SIK –The Swedish Institute for Food and Biotechnology Göteborg, Sweden
- [104] Sonesson Ulf, Cederberg Christel and Berglund Maria. (2009) Greenhouse gas emissions in chicken production decision support for climate certification. Klimatmaerkning foer mat. Report 2009:6, 22 st
- [105] Sonesson Ulf, Cederberg Christel and Berglund Maria. (2009) Greenhouse gas emissions in beef production decision support for climate certification, Klimatmaerkning foer mat. Report 2009:4, 31 st
- [106] Sonesson Ulf, Cederberg Christel and Berglund Maria. (2009) Greenhouse gas emissions in milk production decision support for climate certification, Klimatmaerkning foer mat. Report 2009:3, 39 st
- [107] Sonesson Ulf, Cederberg Christel and Berglund Maria. (2009) Greenhouse gas emissions in pig meat production decision support for climate certification, Klimatmaerkning foer mat. Report 2009:5, 32 st
- [108] Strgulec Mateja. Ekološka pridelava žit. KGZS; KGZ Novo Mesto, 3 st
- [109] Subak Susan (1999) Global environmental costs of beef production. Ecological Economics 30 (1999) 79–91
- [110] Swine production and greenhouse gases. Fédération des producteurs de porcs du Québec, 24 st
- [111] Tehnološka navodila za integrirano pridelavo poljščin leto 2013, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, 2013, 74 st
- [112] Tehnološka navodila za integrirano pridelavo sadja 2013 Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, 62 st.
- [113] Tehnološka navodila za integrirano pridelavo zelenjave leto 2012. Republika Slovenija Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, 118 st
- [114] Terry Leon A., Mena Carlos, Williams Adrian, Jenney Nigel, Whitehead Peter (2011) Fruit and vegetable resource maps. WRAP, 94 st
- [115] Thompson J. F., Mejia D. C., Singh R. P. (2010) Energy use of commercial forced-air coolers for fruit. Applied Engineering in Agriculture Vol. 26(5): 919-924
- [116] Tyers Mike. How Poultry Farmers can Reduce their Eco-footprint A report on a study tour
- [117] Upton John, Murphy Michael. (2010) Dairy Farm Energy Consumption, Teagasc National Dairy Conference 2010, 11 st
- [118] Vázquez-Rowe Ian, Rugani Benedetto, Benetto Enrico (2013) Tapping carbon footprint variations in the European wine sector Journal of Cleaner Production 43 (2013) 146e155
- [119] Veermäe I., Frorip J., Kokin E., Praks J., Poikalainen V., Ruus A., Lepasalu L. Energy consumption in animal production Estonian University of Life Sciences, 14 st
- [120] Wheat Flour agribusiness. Handbook Investment Centre Division FAO, FAO 2009, 35 st
- [121] Williams Adrian, Audsley Eric, and Sandars Daniel (2010) LCA Case Studies Assessing ideas for reducing environmental Burdens of Producing Bread Wheat, Oilseed Rape and Potatoes in England and Wales using simulation and system modelling, International Journal of Life Cycle Assessment, Volume 15, Number 8, 2010, Pages 855-868
- [122] Wojdalski Janusz, Drózdź Bogdan, Lubach Michał (2007) Factors Influencing Electrical Energy Consumption in Fruit and Vegetables Processing Plants polish journal of food and nutrition sciences. 2007, Vol. 57, No. 2(A), pp. 195-199


-
- [123] Wojdalski Janusz, Drózdź Bogdan, Lubach Michał (2007) Factors influencing energy consumption in fruit and vegetable processing plants TEKA Kom. Mot. Energ. Roln., 7, 277–285
- [124] Woods Jeremy, Williams Adrian, Hughes John K., Black Mairi and Murphy Richard (2010) Energy and the food system Phil. Trans. R. Soc. B (2010) 365, 2991–3006
- [125] Ziesemer Jodi (2007) Energy use in organic food systems Natural Resources Management and Environment Department Food and Agriculture Organization of the United Nations, 28 st
- [126] Zygouras G., Kornaros M., Angelopoulos K. (2005) Life cycle assessment (LCA) as a tool for assessing the environmental performance of flour production in Greece. Proceedings of the 9th International Conference on Environmental Science and technology, Rhodes Island, Greece, 1- 3 September 2005, 6 st.
- [127] Žitnik Mojca et al (2011) Okolje, energetika in transport v številkah : Statistični urad Republike Slovenije, 61 st.

Priloge:

Primeri excel datotek za izračun porabljenih inputov za določanje ogljičnega odtisa

Koruzna zrnje		Ekološka pridelava	 Institut "Jožef Stefan" Center za energetsko učinkovitost Kmetijski inštitut Slovenije Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko																								
Razred velikosti kmetije		Tipična obdelovalna površina [ha]	PRIDELAVA																								
Mala: do 10ha (do 30 kWh)		velikost površin	Osnovna obdelava tal																								
Srednja: od 10 do 50 ha (od 30 do 60 kWh)			Podziranje		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
Velika: nad 50 ha (nad 60 kWh)			Oranje		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
Podatki o povprečnem pridelku:			Mala		25,2						24,790	1	3														
Pridelek suhega zrnja [kg/ha]		8000	Srednja		23,1						22,724	1	3														
			Velika		21						20,658	1	3														
			Prilava tal																								
Gnojila: (počasni topna)			Gnojenje z min. gnojili (počasni)		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
dušik [kg/ha]			Mala		1,8						5,312	1	1														
fosfor [kg/ha]			Srednja		1,65						4,869	1	1														
kalij [kg/ha]			Velika		1,5						4,427	1	1														
kalij [kg/ha]			Dopolnilna obdelava tal																								
Preostala gnojila (kg/ha):		7000	Brananje		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
Podatki o gnojilih:			Mala		8,4						24,790	1	1														
dušik [kg CO2/kg gnojila]		2,9	Srednja		7,7						22,724	1	1														
fosfor [kg CO2/kg gnojila]		0,71	Velika		7						20,658	1	1														
kalij [kg CO2/kg gnojila]		0,46	Setev																								
kalij [kg CO2/kg gnojila]		0	Klasična setev		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
Preostala gnojila (kg CO2/kg gnojila):		0,019485714	Mala		6						17,707	1	1														
Opomba: koruznico zmlatimo in zavržemo po žetvi			Srednja		5,5						16,231	1	1														
			Velika		5						14,756	1	1														
			Varstvo rastlin																								
			Herbicidi		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
			Mala		2,4						0,000	0	1														
			Srednja		2,2						0,000	0	1														
			Velika		2						0,000	0	1														
			Spravo pridelka																								
			Žetev - kombajn (poraba enaka za vse kmetije)		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
			Mala		25						73,779	1	1														
			Srednja		25						73,779	1	1														
			Velika		25						73,779	1	1														
			Mulčenje		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
			Mala		21,6						63,745	1	1														
			Srednja		19,8						58,433	1	1														
			Velika		18						53,121	1	1														
99			TRANSPORT																								
Preklopstake: (notranji prevoz, prevoz do skladišča...)			Transport po kmetiji																								
			Prevoz zrnja		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
			Mala		5,4						15,936	1	1														
			Srednja		4,9						14,461	1	1														
			Velika		4,5						13,280	1	1														
			SKLADIŠČENJE																								
			Sušenje		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
			Prevozna sušilnica - traktorska		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja	kur olje [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2 [kg]	št. operacij/obdobje [let]															
			Mala		0						0,000	1	1														
			Srednja		0						0,000	1	1														
			Velika		0						0,000	1	1														

Koruza za zrnje		Integrirana pridelava		Institut "Jožef Stefan" Center za energetske učinkovitost Kmetijski inštitut Slovenije Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko																																			
Razred velikosti kmetije		Tipična obdelovalna površina [ha]	velikost [ha]	PRIDELAVA																Oranje																			
Mala: do 10ha		(do 30 kWh)		Osnovna obdelava tal																dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]															
Srednja: od 10 do 50 ha		(od 30 do 60 kW)		Podiranje																Mala 25,2 3 3				Srednja 23,1 3 3				Velika 21 3 3											
Velika: nad 50 ha		(nad 60 kW)		Mala 25,2 3 3 Srednja 23,1 3 3 Velika 21 3 3																24,790 1 3 81,453 1 1				22,724 1 3 74,665 1 1				20,658 1 3 67,877 1 1											
Podatki o povprečnem pridelku:		10000		Mala 24,790 1 3 Srednja 22,724 1 3 Velika 20,658 1 3																35,414 1 1				32,463 1 1				29,512 1 1											
Pridelek suhega zrnja [kg/ha]		10000		Mala 3 3 Srednja 3 3 Velika 3 3																2,951 1 3				2,705 1 3				2,459 1 3											
Mineralna gnojila:				Gnojjenje z min. gnojili																Apnenje				Gnojjenje z organskim gnojilom															
dušik [kg/ha]				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]																dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				Mala 1,8 1 1 2,951 1 3				Srednja 1,65 1 1 2,705 1 3				Velika 1,5 1 1 2,459 1 3							
fosfor [kg/ha]				Mala 1,8 1 1 Srednja 1,65 1 1 Velika 1,5 1 1																3 3				3 3				3 3											
kalij [kg/ha]				Mala 4,869 1 1 Srednja 4,869 1 1 Velika 4,427 1 1																1 1				1 1				1 1											
kalij [kg/ha]				Mala 4,427 1 1 Srednja 4,427 1 1 Velika 4,427 1 1																1 1				1 1				1 1											
Ileviski gnoj (kg/ha)				3500		Dopolnilna obdelava tal																Prekopavanje				Kultiviranje													
Podatki o gnojilih:				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]																dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				Mala 8,4 1 1 35,414 1 1				Srednja 7,7 1 1 32,463 1 1				Velika 7 1 1 29,512 1 1			
dušik [kg CO2/kg gnojila]				Mala 8,4 1 1 Srednja 7,7 1 1 Velika 7 1 1																12 1 1				11 1 1				10 1 1											
fosfor [kg CO2/kg gnojila]				Mala 7,7 1 1 Srednja 7 1 1 Velika 7 1 1																12 1 1				11 1 1				10 1 1											
kalij [kg CO2/kg gnojila]				Mala 7 1 1 Srednja 7 1 1 Velika 7 1 1																12 1 1				11 1 1				10 1 1											
bleviski gnoj (kg CO2/kg gnojila)				0,019485714		Klasična setev																Direktna setev				Insekticidi													
Opomba: koruznico zmlučimo in zaorjemo po žetvi				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]																dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				Mala 6 1 1 49,580 1 1				Srednja 5,5 1 1 45,448 1 1				Velika 5 1 1 41,316 1 1			
Varstvo rasti				Mala 6 1 1 Srednja 5,5 1 1 Velika 5 1 1																16,8 1 1				15,4 1 1				14 1 1											
Herbicidi				Varstvo rasti																Česanje																			
Mala				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]																dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				Mala 2,4 0 1 0,000 0 1				Srednja 2,2 0 1 0,000 0 1				Velika 2 0 1 0,000 0 1			
Srednja				Mala 2,4 0 1 Srednja 2,2 0 1 Velika 2 0 1																0 1				0 1				0 1											
Velika				Mala 0,000 0 1 Srednja 0,000 0 1 Velika 0,000 0 1																0 1				0 1				0 1											
Spravilo pridelka				Spravilo pridelka																Mulčenje																			
Žetev - kombajni (poraba enaka za vse kmetije)				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]																dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				Mala 21,6 1 1 0,000 0 1				Srednja 19,8 1 1 0,000 0 1				Velika 18 1 1 0,000 0 1			
Mala				Mala 21,6 1 1 Srednja 19,8 1 1 Velika 18 1 1																73,779 1 1				73,779 1 1				73,779 1 1											
Srednja				Mala 73,779 1 1 Srednja 73,779 1 1 Velika 73,779 1 1																1 1				1 1				1 1											
Velika				Mala 73,779 1 1 Srednja 73,779 1 1 Velika 73,779 1 1																1 1				1 1				1 1											
Mulčenje				Mulčenje																Predpostavke: (notranji prevoz, prevoz do skladišča...)																			
Mala				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]																dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				Mala 21,6 1 1 0,000 0 1				Srednja 19,8 1 1 0,000 0 1				Velika 18 1 1 0,000 0 1			
Srednja				Mala 21,6 1 1 Srednja 19,8 1 1 Velika 18 1 1																0 1				0 1				0 1											
Velika				Mala 0,000 0 1 Srednja 0,000 0 1 Velika 0,000 0 1																1 1				1 1				1 1											
TRANSPORT				TRANSPORT																Skladiščenje																			
Transport po kmetiji				Transport po kmetiji																Mulčenje																			
Privoz zrnja				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]																dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				Mala 5,4 1 1 0,000 0 1				Srednja 4,9 1 1 0,000 0 1				Velika 4,5 1 1 0,000 0 1			
Mala				Mala 5,4 1 1 Srednja 4,9 1 1 Velika 4,5 1 1																15,936 1 1				14,461 1 1				13,280 1 1											
Srednja				Mala 15,936 1 1 Srednja 14,461 1 1 Velika 13,280 1 1																1 1				1 1				1 1											
Velika				Mala 15,936 1 1 Srednja 14,461 1 1 Velika 13,280 1 1																1 1				1 1				1 1											
SKLADIŠČENJE				SKLADIŠČENJE																Sušenje																			
Sušenje				Sušenje																Prevozna sušilnica - traktorska																			
Mala				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]																dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				dizel [l/ha] biodizel [l/ha] rastl [l/ha] olje [l/ha] kur olje [l/kg] elektrika [kWh/kg] emisije CO2 [kg] operacij/obdo [bje] obdobje [let]				Mala 0 1 1 0,000 0 1				Srednja 0 1 1 0,000 0 1				Velika 0 1 1 0,000 0 1			
Srednja				Mala 0 1 1 Srednja 0 1 1 Velika 0 1 1																1 1				1 1				1 1											
Velika				Mala 0,000 0 1 Srednja 0,000 0 1 Velika 0,000 0 1																1 1				1 1				1 1											

Koruzna zrnje		Klasična pridelava																						
Razred velikosti kmetije		Tipična obdelovalna površina (ha)	PRIDELAVA																					
Male, do 10ha (do 30 kW)			Osnovna obdelava tal																					
Srednja, od 10 do 50 ha (od 30 do 60 kW)			Podhranjevanje		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
Velika, nad 50 ha (nad 60 kW)			Oranje		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
Podatki o povprečnem pridelavi:			Gnojila:		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
Pridelek subega zrnja [kg/ha]		10.000	Priprava tal		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
			Gnojilje z min. gn.		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
dušik [kg/ha]		156	Mala		1,8					10,624	2	1	3											
fosfor [kg/ha]		77	Srednja		1,65					9,739	2	1	3											
kalij [kg/ha]		52	Velika		1,5					8,854	2	1	3											
kalci [kg/ha]		300	Dopolnilna obdelava tal																					
			Brananje		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
hladni amoni (kg/ha)		0	Mala		5,4					24,790	1	1	3											
Podatki o gnojilih:			Srednja		7,7					22,724	1	1	3											
dušik [kg CO2/kg gnojila]		2,9	Velika		7					20,658	1	1	3											
fosfor [kg CO2/kg gnojila]		0,71	Setev																					
kalij [kg CO2/kg gnojila]		0,46	Mala		6					17,707	1	1	3											
			Srednja		5,5					16,231	1	1	3											
			Velika		5					14,756	1	1	3											
			Klasična setev		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
hladni amoni (kg CO2/kg gnojila)		0,10488714	Mala		16,8					49,580	1	1	3											
Opomba: zmulčino in zaortemo			Srednja		15,4					45,448	1	1	3											
			Velika		14					41,316	1	1	3											
			Varstvo rastlin																					
			Herbicid		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
			Mala		2,4					7,083	1	1	3											
			Srednja		2,2					6,493	1	1	3											
			Velika		2					5,902	1	1	3											
			Spravilo pridelka																					
			Žetev - kombajn (poraba onake za vsa kmetije)		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
			Mala		25					73,779	1	1	3											
			Srednja		25					73,779	1	1	3											
			Velika		25					73,779	1	1	3											
			Mulčenje																					
			Mulčenje		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
			Mala		21,6					63,745	1	1	3											
			Srednja		19,8					58,433	1	1	3											
			Velika		18					53,121	1	1	3											
Predpostavke: (notranji prevoz, prevoz do skladišča...)			TRANSPORT																					
			Transport po kmetiji																					
			Prevoz zrnja		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
			Mala		5,4					15,936	1	1	3											
			Srednja		4,9					14,461	1	1	3											
			Velika		4,5					13,280	1	1	3											
			SKLADIŠČENJE																					
			Sušenje																					
			Prevozna sušilnica - traktorska		dizel [l/ha]	biodizel [l/ha]	rastl [l/ha]	olja [l/ha]	elektrika [kWh/kg]	emisije CO2[ha]	kg	operacij/obdobje [let]												
			Mala		0					0,000	1	1	3											
			Srednja		0					0,000	1	1	3											
			Velika		0					0,000	1	1	3											

