



Izpusti toplogrednih plinov iz živinoreje

in njihov vpliv na podnebno krizo

IZVLEČEK

Članek obravnava značilnosti izpustov toplogrednih plinov (TGP) iz živinoreje. Na osnovi pregleda literature ugotavljamo, da je njihova količina 8,1 Gt CO₂-eq oziroma od 15,2 do 16,5 % vseh s človekovimi dejavnostmi povezanih izpustov TGP. Ocenjeni prispevki živinoreje k svetovnim izpustom TGP so odvisni od računske metode. Natanko polovico izpustov prispeva metan (enterična fermentacija prežvekovalcev), 26 % ogljikov dioksid (pridelava krme, poraba energije) in 24 % didušikov oksid (gnojenje in obdelava gnoja). Izpusti TGP iz živinoreje so se v obdobju 1961–2010 povečali za 51 %, še najbolj v državah v razvoju.

Ključne besede: geografija, živinoreja, toplogredni plin, enterična fermentacija, odlaganje gnoja, obremenjevanje okolja, podnebna kriza, koncept življenjskega cikla, koncept neposredne ocene izpustov

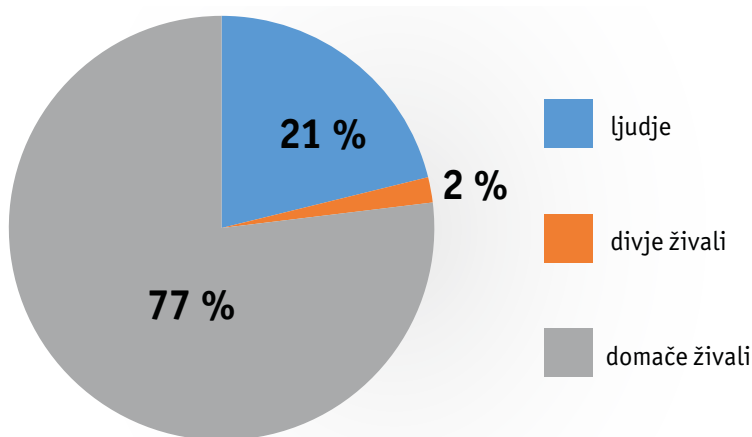
ABSTRACT

Greenhouse gasses emissions from livestock farming and their impact on climate crisis

The article deals with characteristics of greenhouse gas (GHG) emissions from livestock farming. Based on a literature review, we conclude that the total amount of GHG emissions from livestock farming is 8.1 Gt CO₂-eq or 15.2-16.5% of GHG emissions from human activities. The estimated contributions of livestock farming to global GHG emissions depend on the calculation method. Methane (enteric ruminant fermentation) contributes exactly half of the emissions, carbon dioxide (feed production, energy consumption) 26%, and nitrous oxide (fertilization and manure management) 24%. GHG emissions from livestock production increased by 51% over the period 1961-2010, especially in developing countries.

Key words: geography, livestock farming, greenhouse gas, enteric fermentation, manure deposition, environmental burden, climate crisis, life cycle analysis, the concept of direct emissions assessment

Živinoreja je zelo pomembna v svetovni proizvodnji hrane. Živinski proizvodi predstavljajo 17 % človekovega energetskega vnosa hranil in tretjino vnosa beljakovin, vendar med bogatimi in revnimi predeli sveta obstajajo velike razlike (Herrero s sodelavci 2011). Od udomačitve naprej – ovce, koze in govedo so udomačeni že več kot 10.000 let (Chessa s sodelavci 2009; McTavish s sodelavci 2013) – so ljudje tisočletja živeli v sožitju z izbranimi živalmi, ki so jim v zameno za hrano in zavetje zagotavljale delovno moč, hrano v obliki mleka in mesa ter neprehranske proizvode, kot so volna, usnje in perje (Janzen 2011; Schwarzer, Witt in Zommers 2012). Ljudje smo že z neolitsko kmetijsko revolucijo pridobili popoln nadzor nad življenjem in razmnoževanjem udomačenih živali, hkrati pa povsem zanemarili njihove subjektivne potrebe, ki so jih skozi evolucijo razvile v boju za preživetje (Harari 2017). S pospešenim razvojem živinoreje smo v ospredje postavili pridelavo hrane in s tem zelo spremenili sestavo biomase velikih živali na Zemlji. Danes naš planet poseljujejo pretežno ljudje in udomačene živali (slika 1), ki skupaj predstavljajo 90 % biomase sesalcev, od tega po različnih podatkih med 60 in 77 % odpade na udomačene živali (Smil 2011; Harari 2017; Zeller, Starik in Göttert 2017; Bar-On, Phillips in Milo 2018).



Slika 1: Razporeditev biomase sesalcev na Zemlji (vira podatkov: Smil 2011; Zeller, Starik in Göttert 2017).

Avtorja besedila in fotografij:

ŽANA RADIVO, dijakinja

Gimnazije Poljane

Ulica 7. maja 16, 6250 Ilirska Bistrica

E-pošta: zana.radivo@rusevci.si

GREGOR KOVAČIČ, dr. geog., izr. prof.

Oddelek za geografijo

Fakultete za humanistične

študije Univerze na Primorskem,

Titov trg 5, 6000 Koper

E-pošta: gregor.kovacic@fhs.upr.si

COBISS 1.02 pregledni znanstveni članek

Poleg hrane je živina sčasoma postala vir preskrbe človeških skupnosti s pridelkom, službami, gnojili, hranili, energijo (na primer posušeni iztrebki in metanom), oblačili. Služi tudi kot oblika življenjskega zavarovanja, predstavlja premoženje in krepi socialno-ekonomski položaj kmetov, zagotavlja ekonomsko varnost, ponekod predstavlja svojevrstno dediščino (tradicijo) in je še vedno pomembna tudi kot pogonska sila v kmetijstvu ter transportu ljudi in dobrin (Herrero s sodelavci 2009; Swanepoel, Stroebel in Moyo 2010; FAO 2011a; Johannesen in Skonhoft 2010; Ali in Khan 2013; Kahn in Cottle 2014; Robinson s sodelavci 2014; Golja 2015; Hegde 2019a in 2019b).

Sčasoma je gospodarski napredek, predvsem v razvitem svetu, privedel do nadomeščanja tradicionalnih ekstenzivnih oblik kmetovanja z intenzivnim industrijskim tipom visoko učinkovitega in donosnega kmetijstva, tudi pri pridelavi hrane živalskega izvora, zlasti mesa (Schwarzer, Witt in Zommers 2012). Čeprav je napredek živinoreje in s tem kmetijstva zmanjšal stopnjo tveganja za lakoto na svetu, so se na drugi strani močno povečali negativni učinki kmetijstva na okolje. Okoljski odtis človeka se izrazito povečuje od sredine 20. stoletja naprej, z začetkom tako imenovanega obdobja »velikega pospeška« (angleško *great acceleration*; Steffen s sodelavci 2015), ki ga zaznamujeta hitra rast svetovnega prebivalstva in gospodarstva z okoljskimi posledicami ter spremembe naravnih procesov planetarnih razsežnosti (Steffen, Crutzen in McNeill 2007), h katerim pomembno prispeva tudi živinoreja (Asner s sodelavci 2004; Steinfeld s sodelavci 2006; Golja 2011; Leip s sodelavci 2015; Gorjanc 2017). Človek je porušil naravna ravnovesja in postal največji samostojni dejavnik spreminjanja svetovnega ekosistema (Harari 2017), zato lahko to obdobje štejemo za začetek nove geološke epohe, imenovane antropocen (Steffen, Crutzen in McNeill 2007; Lewis in Maslin 2015; Steffen s sodelavci 2015).

Sodobno kmetijstvo z rabo naravnih virov vpliva na različne dejavnike geografskega okolja, zelo pomemben je njegov vpliv na izpuste toplogrednih plinov, povezanih s človekovimi dejavnostmi (Garnet 2009; Goodland in Anhang 2009; Schwarzer, Witt in

Zommers 2012; Bellarby s sodelavci 2013; Opio s sodelavci 2013; Russell 2014; Herrero s sodelavci 2011; Leip s sodelavci 2015; Dhoubhadel, Taheripour in Stockton 2016; Singh s sodelavci 2017; Institute for Agriculture and Trade Policy 2018; Grossi s sodelavci 2019; Topole 2019), ki povzročajo planetarno segrevanje ozračja in podnebne spremembe. Negativne posledice na okolje in živa bitja, tudi človeka, niso več časovno oddaljene in jih dandanes krepko občutimo, zato lahko brez zadržkov uporabljamo sorodna pojma planetarno pregrevanje in podnebna kriza (O'Neill 2019). V sodobnosti je vse več pozornosti namenjene prilagajanju človeštva in njegovih dejavnosti na podnebno krizo.

Vplivi živinoreje na podnebne spremembe so zelo pomembna znanstvena tema, zato so viri, povezani s tematiko prispevka, številni. Če v spletni brskalnik Google Chrome vtipkamo relativno dolgo povezano geslo »livestock greenhouse gas emissions«, brskalnik vrne 6540 zadetkov, Googlov Učelnjak pa 281. Pri navajanju izsledkov znanstvenih in strokovnih objav je zaradi primerljivosti rezultatov treba preveriti uporabljene podatke in metodologijo. Zelo pomemben vir verodostojnih podatkov so mednarodne organizacije, ki uporabljajo s širokim znanstvenim konsenzom uveljavljene metode izračunavanja prispevkov toplogrednih plinov (v nadaljevanju TGP) iz živinoreje, kot so na primer IPCC (Medvladna skupina za podnebne spremembe), UNFCCC (Okvirna konvencija Združenih narodov o podnebnih spremembah), ki zbira podatke o izpustih TGP posameznih držav, FAO (Organizacija Združenih

narodov za prehrano in kmetijstvo), EUROSTAT (Portal odprtih podatkov Evropske unije) in OECD (Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj). V spletnih virih naletimo tudi na manj objektivne ocene izpustov TGP iz živinoreje, pri čemer na primer zagovorniki veganstva precenjujejo vpliv živinoreje na izpuste (npr. Goodland in Anhang 2009), medtem ko živinorejski gospodarski sektor (na primer National Cattlemen's Beef Association iz Združenih držav Amerike) s svojimi prispevki preusmerja pozornost s problematike vpliva živinorejskih izpustov TGP na pregrevanje ozračja.

Cilji tega prispevka so na osnovi sistematičnega pregleda literature in virov:

- 1.) predstaviti, kako svetovna živinoreja prispeva k izpustom TGP,
- 2.) opisati vire izpustov TGP iz živinoreje ter predstaviti količine ter deleže prispevkov posameznih virov,
- 3.) ugotoviti in predstaviti dolgoročno gibanje količine izpustov TGP iz živinoreje in
- 4.) oceniti prispevek izpustov TGP iz živinoreje v celokupnem seštevku vseh izpustov TGP iz človekovih dejavnosti ter njihov vpliv na planetarno pregrevanje in podnebno krizo.

V prispevku na kratko predstavljamo tudi značilnosti in razvoj svetovne živinoreje ter negativne vplive živinoreje na dejavnike geografskega okolja.

Značilnosti svetovne živinoreje

Živinoreja je gospodarska dejavnost, ki se ukvarja z vzrejo živine (Inštitut za slovenski jezik ... 2020) za gospodar-

ske koristi. Po različnih ocenah predstavlja neposredno sredstvo za preživetje in nudi prehransko varnost od 1 do 1,3 milijarde ljudem (Steinfeld s sodelavci 2006; Robinson s sodelavci 2014) ter prispeva 40 % k svetovnemu dohodku iz kmetijstva (Steinfeld s sodelavci 2006), ta pa 3 % k svetovnemu BDP (World Economic Forum 2019). Leta 2018 je bil v Sloveniji delež živinoreje v strukturi kmetijske proizvodnje 42,1 %, živinoreja pa je k celotnemu slovenskemu BDP prispevala približno 0,6 % (SURS 2020).

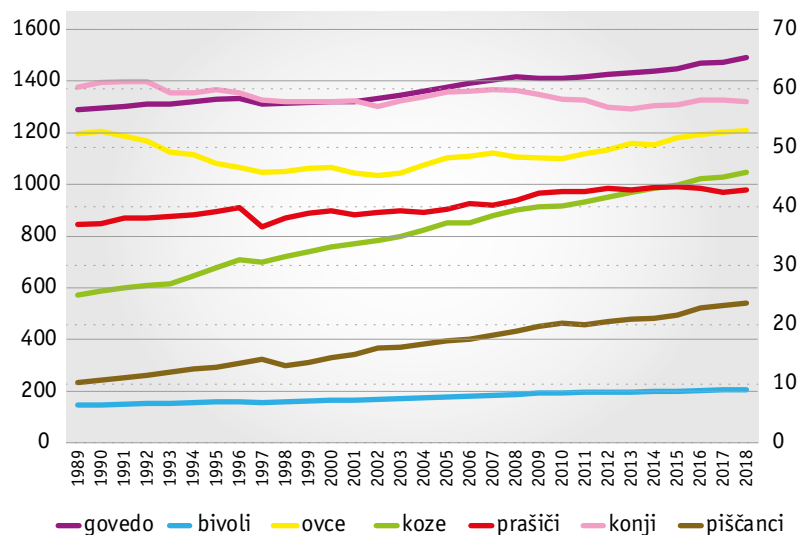
K živinoreji uvrščamo vzrejo goveda, drobnice (ovce in koze), perutnine (piščanci, purani, race, gosi ...), prašičev, konjev, kuncev in nekaterih drugih živalskih vrst, kot na primer kamel, oslov, lam (FAO 2020b); na Indijski podcelini so za pridelavo mleka zelo pomembni bivoli (Hegde 2019a in 2019b). Živinoreja je že tisočletja neločljivo povezana z različnimi življenjskimi prostori (Herrero s sodelavci 2011). Razlikujemo ekstenzivno in intenzivno živinorejo. K prvi uvrščamo živinorejo, namenjeno samooskrbi, in tržno usmerjeno živinorejo velikih čred živali na velikih pašnih površinah slabše kakovosti, predvsem v bolj sušnih predelih sveta. Intenzivna živinoreja je tržno usmerjena živinoreja, pri kateri se na sorazmerno majhnih kmetijah brez pašnikov ter z uporabo močnih krmil dosega hitra prireja in velik dohodek (Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič 2003). Vmesno kategorijo predstavlja živinoreja na družinskih kmetijah, kjer se živina večino leta prosto pase, v hladni polovici leta pa krmi s silažo in senom, gnojila in krmila pa so kupljena (Blount 2013).

Brez Antarktike naravna zemljišča, namenjena paši (v savanah, stepah, prerijah, različna grmišča in območja izkrčena za pašo v gozdnatih biomih) zavzemajo 45 % kopnega ali 61,2 milijonov km² (Reid, Galvin in Kruska 2008), urejeni pašniki pa približno 25 % ali 33 milijonov km², kar je daleč največ med različnimi oblikami kmetijske rabe tal na planetu (Asner s sodelavci 2004). Po drugih virih (Foley s sodelavci 2011; Janzen 2011; Pradhan s sodelavci 2013; Steinfeld s sodelavci 2006; Climatedex 2020). Živinoreja izkorišča približno 30 % Zemljinega kopnega za trajne pašnike, hkrati pa še 33 % ornih zemljišč za pridelavo krmil za živino. Največ pašnikov je v Avstraliji, na Kitajskem, v ZDA, Braziliji in Argentini, največji deleži pašnikov od celotne površine (od 76 do 80 %) pa so v Mongoliji, Bocvani in Urugvaju. Največjo gostoto prireje imajo Malezija, Indija, Severna Koreja in Vietnam. Države

z velikim deležem bolj sušnih pašnikov, kot Avstralija, Argentina in ZDA, imajo nizko gostoto prireje (Asner s sodelavci 2004). V Sloveniji je živinoreja (predvsem govedoreja) najpomembnejša kmetijska panoga, kar je povezano s slabšimi naravnimi razmerami za poljedelstvo. Zaradi razgibanega površja je brez posebnih omejitev možno kmetovati le na približno petini ozemlja Slovenije, zato med kmetijskimi zemljišči v uporabi izrazito prevladujejo trajni travniki in pašniki (58 %), ki skupaj prekrivajo 14 % celotne površine Slovenije (285.710 ha) (Bedrač s sodelavci 2019; Verbič s sodelavci 2019b).

Število goveda na svetu se v zadnjih letih giblje blizu 1,5 milijarde (Kahn in Cottle 2014; Robinson s sodelavci 2014; Cook 2015; Hegde 2019b; Shahbandeh 2019; Cook 2020). Ovc in koz je skupaj okrog 2,2 milijarde, prašičev okrogla milijarda, piščancev

Slika 2: Gibanje števila goveda, bivolov, ovc, koz, prašičev, konjev in piščancev v letih 1989–2018. Številke so v milijonih, pri piščancih v milijardah. Število konjev in piščancev sta prikazani na desni y osi (vir podatkov: FAO 2020a).



je približno 24 milijard, konjev zgolj 58 milijonov (FAO 2011a; Robinson s sodelavci 2014, Thornton 2019; FAO 2020a; slika 2). V 30-letnem obdobju 1989–2018 vse vrste živine, razen konjev (zelo majhna sprememba z negativnim trendom, $r^2 = -0,41$), kažejo visoko statistično značilen pozitiven trend ($r^2 = 0,85-0,99$), pri ovcah trenda ni zaznati. Živinoreja prežvekovalcev (govedo, bivoli, ovce in koze) je v primerjavi s prašičjerejo in perutninarstvom bolj odvisna od danosti okolja (FAO 2020b). Gostota goveda je največja v Indiji (mlečna govedoreja), Vzhodnoafriškem višavju, severni Evropi in Južni Ameriki, bivolov v Indiji in Pakistanu, prašičev na Kitajskem, v državah vzhodnega Pacifika in Evropi, piščancev v vzhodnem delu Kitajske, Pakistanu, Indoneziji in Indiji, koz v Podсахarski Afriki, Indiji ter vzhodni Kitajski, ovc v Podсахarski Afriki, Evropi, severni Afriki, Bližnjem in Srednjem vzhodu, na vzhodu Kitajske in v južni Avstraliji (Robinson s sodelavci 2014; Gilbert s sodelavci 2018; Hegde 2019b; FAO 2020b). Po podatkih Eurostata (2020a in 2020b) smo v Evropi leta 2019 vzgojili 86,6 milijonov goveje živine (Slovenija 483.000) in 148 milijonov prašičev (Slovenija 240.000); prašiči predstavljajo polovico pridelanega mesa v Evropski uniji.

Masovna reja živali je namenjena predvsem pridelavi hrane, saj letno ubijemo in pojemo 70 milijard živali (Climatenexus 2020), od tega 50 milijard piščancev, 1,5 milijard prašičev, 900 milijonov ovc, približno 300 milijonov goveda in 150 milijonov ton morskega življa (Thornton 2019;



Slika 3: Čezmerna gostota živali na pašnikih, predvsem v povezavi s celoletno prostorojo, lahko povzroči resno degradacijo pašnika (foto: Gregor Kovačič).

FAO 2018; 2020a). Pridelava mesa in drugih živalskih prehranskih proizvodov se povečuje (Steinfeld s sodelavci 2006; FAO 2011a in 2011b; Godfray s sodelavci 2018; Thornton 2019; World Economic Forum 2019; FAO 2020a), kar postaja poseben okoljski izziv za človeštvo.

Negativni vplivi živinoreje na okolje

Živinoreja poleg energetike in prometa najbolj prispeva k obremenjevanju okolja (Steinfeld s sodelavci 2006). Naraščajoči živinorejski sektor povečuje pritisk na naravne vire in pomembno prispeva k svetovnim okoljskim spremembam (Janzen 2011; Willett s sodelavci 2019). Negativni vplivi na različne prvine in dejavnike geografskega okolja so številni ter v mnogih primerih medsebojno vzročno-posledično povezani in prepleteni;

posledično vplivajo tudi na človeško družbo. Vsebinska tega poglavja je oblikovana kot povzetek vplivov živinoreje na okolje in ne kot podrobna analiza.

Živinorejski sektor je med večjimi porabniki vodnih virov, ob tem pa onesnažuje vodo z živalskimi iztrebki, patogenimi organizmi, antibiotiki, hormoni, različnimi kemijskimi spojinami in elementi, ostanki gnojil in pesticidov iz pridelave krme in še čim, kar ogroža tudi javno zdravje (Steinfeld s sodelavci 2006; Robinson s sodelavci 2014; Gorjanc 2017). Z vnašanjem hranil (dušika in fosforja) spreminja kakovost celinskih in morskih vodnih okolij, kar pospešuje eutrofikacijo stoječih voda in priobalnih morij. V Evropi živinoreja prispeva 73 % onesnaženja voda iz kmetijskega sektorja (Leip s sodelavci 2015). Živinoreja porabi slabo tretjino na svetu

načrpane pitne vode (Mekonnen in Hoekstra 2010 in 2012; Gerbens-Leenes, Mekonnen in Hoekstra 2013; Oppenlander 2014; Gorjanc 2017). Čeprav živina za pitje porabi razmeroma veliko vode, govedo od 75 do 150 l/dan (molznice več), prašiči od 17 do 47 in ovce od 8 do 20 l/dan, je to, skupaj z vodo za oskrbo živali (čiščenje hlevov, ravnanje z odpadki), vsega 0,6 % vse načrpane pitne vode (Chapagain in Hoekstra 2003; Steinfeld s sodelavci 2006; Rasby in Walz 2011; Almond 2016), oziroma skupno slaba 2 % vodnega odtisa živinoreje (Mekonnen in Hoekstra 2012; Godfray s sodelavci 2018). Manjše količine vode se porabijo za pridelavo končnih izdelkov; za kg govejega mesa do 15 l, za kg piščančjega do 1,6 l vode (Steinfeld s sodelavci 2006). 98 % vodnega odtisa živinoreje odpade na pridelavo krme (Steinfeld s sodelavci 2006; Mekonnen in Hoekstra 2010; Godfray s sodelavci 2018; Ran s sodelavci 2016). Za pridelavo kilograma govedine potrebujemo 43.000 l, kilograma svinjine 6000 l, kilograma ovčetine 51.000 l in kilograma piščančjega mesa 3500 l vode (Pimentel s sodelavci 2004). Mekonnen in Hoekstra (2010) za govedino navajata tretjino zgoraj navedene vrednosti, kar je povezano z uporabo različne metodologije (Doreau, Corson in Wiedemann 2012; Chenoweth, Hadjikakou in Zoumides 2014). Pri pašni govedoreji je poraba vode na kg pridelanega mesa v primerjavi z industrijsko rejo lahko tudi od dvakrat do petkrat večja (Pimentel s sodelavci 2004; Mekonnen in Hoekstra 2012). Poraba vode v živinoreji je problematična predvsem na območjih s pomanjkanjem vodnih virov.

Živinorejski sektor zelo vpliva na spreminjanje rabe tal in povzroča degradacijo kmetijskih zemljišč. Zaradi čezmerne paše (angleško *overgrazing*) je degradiranih 20 % pašnikov (Steinfeld s sodelavci 2006). Živina, še posebej govedo, je pomemben dejavnik preoblikovanja površja (Trimble in Mendel 1995). Intenzivna paša na preobremenjenih pašnikih povzroča zbitost prsti, zmanjšuje njeno infiltracijsko sposobnost, povečuje površinski odtok in sproščanje sedimentov (Warren s sodelavci 1986; Trimble in Mendel 1995). Teptanje živine povzroča pospešene erozijsko-denudacijske procese (slika 3), na primer erozijo rečnih brežin (Kauffman, Krueger in Varva 1983; Trimble in Mendel 1995). Omenjeni procesi so problematični v pašnih sistemih z robnimi biopodnebni in pedogeografskimi razmerami, kjer lahko prihaja tudi do pojava dezertifikacije, na nekaterih območjih pa zaradi izgube rodovitnosti prsti do opuščanja paše in pospešenega ogozdo vanja (Asner s sodelavci 2004; Steinfeld s sodelavci 2006). Zelo problematično je spreminjanje gozdnih zemljišč v pašnike ter njive za pridelavo krme. 58 % pridelane svetovne biomase vstopa v živinorejski sistem kot krma ali stelja (Krausmann s sodelavci 2008). Kar pri šestih od enajstih najhitreje izginjajočih območjih deževnih gozdov na svetu je živinoreja zaradi paše ter pridelave koruze in soje za krmo glavni razlog za krčenje gozda (Oppenlander 2013; World Wide Fund for Nature 2015). Živinoreja je glavni dejavnik krčenja gozdov tudi v Latinski Ameriki; na območju Amazonije je bilo 70 % nekdanjega gozda spremenjenega v pašnike ali njive za pridelavo krme (Steinfeld

s sodelavci 2006; Colitt 2009; Janzen 2011; Butler 2014).

Živinoreja zmanjšuje biotsko raznovrstnost s spreminjanjem podnebja, življenjskih okolij, omogočanjem širjenja invazivnih vrst čezmernim izkoriščanjem okolja in onesnaževanjem (Baillie, Hilton-Taylor in Stuart 2004; Reid s sodelavci 2005; Steinfeld s sodelavci 2006 in 2013; Leip s sodelavci 2015). To neposredno najbolj opazimo pri spreminjanju naravnih ekosistemov (na primer tropskih deževnih gozdov) v pašnike ali njive za pridelavo krme za živino, s konkurenco divjim živalim na istih pašnih zemljiščih ter z onesnaževanjem prsti, vode in zraka (Leip s sodelavci 2015). Intenzivno koriščeni travniki in njive za pridelavo krme imajo zelo majhno biotsko raznovrstnost, medtem ko je ta večja na območjih ekstenzivnih pašnikov. Sprememba življenjskih okolij, njihovo uničevanje, fragmentacija in degradacija povzročajo prekinjanje selitvenih poti, domače vrste zamenjujejo invazivne (Baillie, Hilton-Taylor in Stuart 2004; Reid s sodelavci 2010), kar zmanjšuje biotsko raznovrstnost. Živinoreja spreminja bio-geokemično kroženje fosforja, ogljika in dušika, slednji z evtrofikacijo in zakisanjem zelo zmanjšuje raznovrstnost živega sveta (Bobbink s sodelavci 2010). V Evropi je živinoreja odgovorna za 78 % izgub kopenske biotske raznovrstnosti, povezanih s kmetijstvom (Leip s sodelavci 2015).

Živinoreja je tudi pomemben onesnaževalec prsti in zraka. Izpusti amoniaka in dušikovih oksidov vplivajo na nastanek trdnih prašnih delcev in

Preglednica 1: Rezultati laboratorijskih analiz.

Proces	Učinki v okolju
živalsko teptanje tal na preobremenjenih pašnikih	- Zbita prst ima manjšo infiltracijsko sposobnost, kar povečuje površinski odtok in pospešuje erozijsko-denudacijske procese s premeščanjem gradiva (pojav manjših zemeljskih plazov, usadov in žlebične erozije na nagnjenih pobočjih, erozija rečnih brežin ...); - slabšanje fizikalnih lastnosti prsti – zbitost zmanjšuje poroznost in s tem rodovitnost prsti; - povečana erozija prsti;
čezmerna paša	- na sušnih območjih povzroča dezertifikacijo; - izguba kmetijskih zemljišč; - zmanjševanje biotske raznovrstnosti;
poraba vode v živinoreji za pitje živine, oskrbo živali, pridelavo končnih izdelkov in pridelavo krme	- na sušnih območjih povzroča pomanjkanje vode za druge namene in lahko vpliva na dezertifikacijo;
izpusti trdnih in tekočih odpadnih snovi iz živinoreje (živalski iztrebki, ostanki gnojil, ostanki fitofarmaceutskih sredstev, zdravil, hormonov ter drugih elementov in spojin)	- slabšanje kemijske kakovosti prsti → zmanjševanje biotske raznovrstnosti v prsti; - onesnaženje vodnega okolja, pojav evtrofikacije → zmanjševanje biotske raznovrstnosti vodnih ekosistemov; - vpliv na biogeokemična kroženja različnih elementov (dušik, ogljik, fosfor); - neposreden vpliv na zdravje ljudi;
izpusti TGP in drobnih delcev iz živinoreje v ozračje	- vpliv na energijsko bilanco Zemlje s povečevanjem učinka tople grede in pomemben prispevek k podnebni krizi; - povečevanje koncentracije trdih prašnih delcev v ozračju (na primer amonijak) → slabšanje kakovosti zraka; - povečevanje koncentracij troposferskega ozona → slabšanje kakovosti zraka; - zakisanje ekosistemov → zmanjševanje biotske raznovrstnosti;
spreminjanje rabe tal na račun krčenja gozdov za pašnike in njive za pridelavo krme	- povečani izpusti TGP v ozračje in vpliv na rastočo podnebno krizo; - izguba biotske raznovrstnosti.

troposferskega ozona (Leip s sodelavci 2015). Živinoreja prispeva skoraj dve tretjini izpustov amonijaka iz človekovih dejavnosti, kar vpliva na pojav kislilnih padavin in zakisanje ekosistemov (Steinfeld s sodelavci 2006). V Evropi štiri petine zakisanja prsti in onesnaževanja zraka iz kmetijstva izhaja iz živinoreje (Leip s sodelavci 2015).

Viri izpustov TGP iz živinoreje

Izpusti TGP iz živinoreje izvirajo iz štirih skupin procesov: enterične fermentacije, gnojenja in obdelave gnoja, pridelave krmil ter porabe energije (Gerber s sodelavci 2013). Bistvene dejavnosti, povezane z izpusti TGP iz živinoreje, so navedene v preglednici

2. Vire TGP iz živinoreje lahko razvrstimo v dve skupini:

- 1.) na izpuste, povezane s spremembami rabe tal, na primer spreminjanje gozdov v pašnike ali njive za pridelavo živalske krme;
- 2.) na izpuste, ki niso povezani s spremembami rabe tal, in izvirajo iz enterične fermentacije, pridelave in predelave krme, obdelave gnoja ter predelave in transporta živalskih proizvodov (Gill, Smith in Wilkinson 2010; Leip s sodelavci 2015; Dhoubhadel, Taheripour in Stockton 2016).

TGP iz živinoreje so ogljikov dioksid (CO₂), metan (CH₄), didušikov oksid

(N₂O) in v zanemarljivem obsegu fluorirani ogljikovodiki (HFC) (Gerber s sodelavci 2013; Caro, Davis in Bastianoni 2014). Viri CO₂ iz živinoreje so povezani s porabo fosilnih goriv v procesu izdelave gnojil, pridelave, predelave in transporta krme, predelave in transporta živalskih proizvodov ter porabo energije na kmetijah. Največ izpustov CO₂ iz živinoreje je povezano s spremembami rabe tal, ko človek obsežne površine gozdov spreminja v pašnike in njive za pridelavo krme, kar zmanjšuje količine dolgotrajno uskladičenega ogljika, ki tako preide v ozračje (Gerber s sodelavci 2013; Caro, Davis in Bastianoni 2014; Leip s sodelavci 2015).

Največji delež izpustov CH_4 iz živinoreje izvira iz enterične fermentacije prežvekovalcev. Enterična fermentacija je prebavni proces, ki se odvija v črevesju prežvekovalcev s pomočjo enteričnih bakterij. Pri razkroju kompleksnih ogljikovih hidratov na preproste molekule, ki jih živali uporabijo kot hranilo, se kot stranski proizvod tvori CH_4 (Buccioni, Cappucci in Mele 2015; Soren,

Sejian in Malik 2015). V intenzivni prirreji odraslo govedo letno sprosti 120 kg CH_4 , v ekstenzivni pa polovico manj; človek ga na primer sprosti približno 0,12 kg (Bell 2009). Prežvekovalci dnevno izpustijo med 250 in 500 l CH_4 (Johnson in Johnson 1995). CH_4 se sprošča tudi z anaerobnim razpadom organskega materiala pri obdelavi tekočega gnoja v shranjevalnih bazenih (Gerber s

sodelavci 2013). Manjši delež izpustov CH_4 izhaja tudi iz pridelave in predelave krme za živino (na primer gojenje riža) ter predelave in transporta živalskih proizvodov (Gerber s sodelavci 2013; Caro, Davis in Bastianoni 2014; Caro s sodelavci 2017).

Posredni izpusti N_2O so povezani s shranjevanjem in obdelavo gnoja, kjer se dušik v ozračje sprošča

Preglednica 2: Viri izpustov TGP iz živinoreje in opis dejavnosti, pri katerih nastajajo, vključeni v oceno izpustov TGP iz živinorejskega sektorja po metodologiji analize življenjskega cikla (LCA – Life Cycle Analysis) Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (prirejeno po Opio s sodelavci 2013; FAO 2017).

Vir izpustov	Opis	
CO_2 iz pridelave krme	delo na poljih	izpusti CO_2 iz fosilnih goriv pri delu na poljih
	proizvodnja gnojil	izpusti CO_2 iz proizvodnje in transporta umetnih dušikovih, fosfatnih in kalijevih gnojil
	proizvodnja pesticidov	izpusti CO_2 iz proizvodnje, transporta in uporabe pesticidov
	predelava in transport	izpusti CO_2 , ki nastajajo med predelavo pridelkov v krmo in njenim transportom po kopnem in/ali morju
	proizvodnja krmnih mešanic in pripravkov	izpusti CO_2 pri proizvodnji krmnih mešanic
CO_2 iz sprememb rabe tal zaradi pridelave krme	gojenje soje	izpusti CO_2 , povezani s spremembami rabe tal zaradi širjenja površin s sojo
	vlakna palminega semena	izpusti CO_2 , povezani s spremembami rabe tal zaradi širjenja nasadov oljne palme
	širjenje pašnikov	Izpusti CO_2 , povezani s spremembami rabe tal zaradi naraščanja površine pašnikov
N_2O iz pridelave krme	nanesen in odložen gnoj	neposredni in posredni izpusti N_2O iz gnoja, odloženega na poljih in uporabljenega kot organsko gnojilo
	ostanki gnojil in pridelkov	neposredni in posredni izpusti N_2O iz uporabljenih umetnih dušikovih gnojil in razpad ostankov pridelkov
CH_4 iz pridelave krme	pridelava riža	izpusti CH_4 iz pridelave riža za krmo
CH_4 iz enterične fermentacije		izpusti CH_4 zaradi enterične fermentacije
CH_4 iz obdelave gnoja		izpusti CH_4 iz skladiščenja in obdelave gnoja
N_2O iz obdelave gnoja		izpusti N_2O iz skladiščenja in obdelave gnoja
CO_2 iz neposredne rabe energije		izpusti CO_2 iz rabe energije na kmetijah za zračenje, gretje in podobno
CO_2 iz vdelane (posredne) rabe energije		izpusti CO_2 iz rabe energije za gradnjo kmetijskih gospodarskih poslopij in proizvodnjo kmetijske opreme
CO_2 iz dejavnosti, ki sledijo pridelavi		izpusti CO_2 iz predelave in transporta živalskih proizvodov

kot amonijak (NH_3), ki se pozneje spremeni v N_2O . Izpusti N_2O so povezani tudi z uporabo organskih in sintetičnih gnojil za pridelavo krme ter neposrednim odlaganjem gnoja na pašnikih ali gnojenjem zemljišč za pridelavo krme – izpusti so tesno povezani z vremenskimi razmerami v času nanosa (Gerber s sodelavci 2013; Caro s sodelavci 2017).

Potencial globalnega segrevanja različnih TGP iz živinoreje

Vrednosti izpustov TGP z različnimi potenciali globalnega segrevanja se zaradi primerljivosti standardizirajo na ekvivalent ogljikovega dioksida ($\text{CO}_2\text{-eq}$) (IPCC 2007 in 2013). Največji potencial globalnega segrevanja imajo fluorirani ogljikovodiki (HFC) (tudi nekaj 1000-krat večji od CO_2), vendar so prisotni v majhnih koncentracijah in imajo zato v primerjavi z ostalimi tremi TGP iz živinoreje zanemarljiv toplogredni učinek (Gerber s sodelavci 2013). Za N_2O se za leto 2005 navaja potencial globalnega segrevanja 298 (McAllister s sodelavci 2011; Gerber s sodelavci 2013; Sejian s sodelavci 2015), kar pomeni, da je njegov toplogredni učinek v 100-ih letih 298-krat večji od CO_2 oziroma, da učinki izpusta ene enote N_2O ustrezajo 298 enotam CO_2 . Toplogredni učinek CH_4 je 34-krat večji od CO_2 (IPCC 2013 in 2014; FAO 2017), uporabljajo se tudi drugačne vrednosti, v razponu od 23 do 28 (Steinfeld s sodelavci 2006; McAllister s sodelavci 2011; Gerber s sodelavci 2013; Leip s sodelavci 2015; Grossi s sodelavci 2019).

Pregled količin in sestave izpustov TGP iz živinoreje

Najnovejši celoviti podatki o izpustih TGP iz živinoreje so iz leta 2010 (FAO 2020c), starejši pa iz leta 2005 (Gerber s sodelavci 2013). Leta 2005 je bil svetovni izpust TGP iz živinoreje 7,1 Gt $\text{CO}_2\text{-eq}$ (Gerber s sodelavci 2013), kar je pomenilo 14,5 % od vseh s človekovimi dejavnostmi povezanih izpustov (49 Gt $\text{CO}_2\text{-eq}$) (IPCC 2007), leta 2010 pa 8,1 Gt $\text{CO}_2\text{-eq}$ (FAO 2020c) oziroma 16 % od vseh izpustov TGP (50,9 Gt $\text{CO}_2\text{-eq}$) (The World Bank 2020). V letih 2003–2005 je živinoreja v Evropi (brez upoštevanja sprememb rabe tal) letno prispevala 493 Mt $\text{CO}_2\text{-eq}$ oziroma desetino skupnih izpustov TGP v Evropi (Lesschen s sodelavci 2011). Weis in Leip (2012) sta ob upoštevanju vseh virov izpustov TGP za leto 2004 za Evropo podala oceno o skupnem izpustu iz živinoreje v razponu od 623 do 852 Mt $\text{CO}_2\text{-eq}$, kar je med 12 in 17 % skupnih izpustov TGP. Podobne vrednosti (od 630 do 863 Mt $\text{CO}_2\text{-eq}$), z upoštevanjem vseh virov izpustov, in enake deleže od skupnih izpustov za leto 2007 navajajo Bellarby in sodelavci (2012). V Sloveniji živinoreja prispeva od 6 do 7 % izpustov TGP iz človekovih dejavnosti (Zelena Slovenija 2020). Je največji vir skupnih izpustov TGP iz kmetijstva, ki je v letu 2017 dosegel 1,7 Mt $\text{CO}_2\text{-eq}$ oziroma desetino od vseh emisij TGP v Sloveniji (Verbič s sodelavci 2019a).

Pregled po posameznih plinih

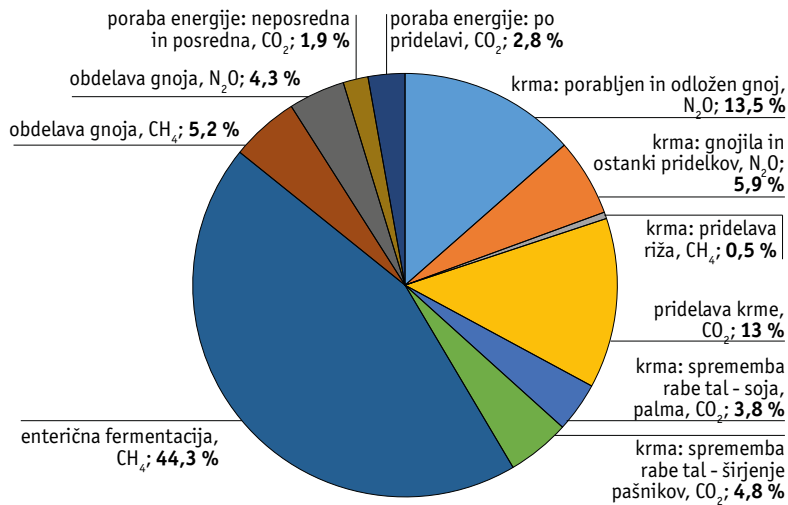
Leta 2005 je 3,1 Gt $\text{CO}_2\text{-eq}$ (44 %) prispeval CH_4 , po okrog 2 Gt $\text{CO}_2\text{-eq}$

pa CO_2 (27 %) in N_2O (29 %) (Gerber s sodelavci 2013). Leta 2010 so se v primerjavi z letom 2005 izpusti CH_4 povečali na 4 Gt $\text{CO}_2\text{-eq}$, kar je pomenilo polovico od vseh izpustov iz živinoreje, deleža izpustov CO_2 (26 %) in N_2O (24 %) pa sta se v primerjavi z letom 2005 nekoliko zmanjšala (FAO 2020c). Bellarby in sodelavci (2012) za izpuste iz živinoreje v Evropi navajajo naslednje deleže: CH_4 (27 %), N_2O (23 %), CO_2 (22 %, poraba energije) in CO_2 (28 %, raba tal in spremembe rabe tal).

Neposredni izpusti CO_2 iz živinoreje predstavljajo 5 %, CH_4 44 % in N_2O kar 53 % od vseh s človekovimi dejavnostmi povezanih izpustov omenjenih plinov (IPCC 2007), kar živinorejo izpostavlja kot najpomembnejši vir izpustov CH_4 in N_2O v ozračje. Oba plina skupaj prispevata med 70 in 80 % vseh svetovnih izpustov TGP iz kmetijstva (O'Mara 2011; Tubiello s sodelavci 2013).

Pregled po posameznih virih izpustov

Sestavo izpustov TGP iz živinoreje v letu 2010 po virih prikazuje slika 4 (FAO 2020c). Delež izpusta TGP iz živinoreje iz pridelave in predelave krme, skupaj s spremembami rabe tal, se je med letoma 2005 in 2010 zmanjšal (s 46 na 41 %), količina pa se ni spremenila (3,3 Gt $\text{CO}_2\text{-eq}$). Polovico od te količine so viri izpustov N_2O iz gnojenja njiv s krmnimi rastlinami in odlaganje gnoja na pašnikih, ki so skupaj zavzemali približno četrtno skupnih izpustov TGP iz živinoreje (Gerber s sodelavci 2013; FAO 2020c). Približno četrtnina izpustov iz pridelave



Slika 4: Izpusti TGP iz živinoreje po posameznih virih (prirejeno po: FAO 2020c).

krme je povezana s spremembami rabe tal, kar pomeni od 8 do 9 % izpustov TGP iz živinoreje (Gerber s sodelavci 2013; FAO 2020c). Ocene svetovnih deležev izpustov TGP iz živinoreje, povezanih s spremembami rabe tal, se gibljejo v razponu od 9 do 35 % (Weis in Leip 2012; Leip s sodelavci 2015).

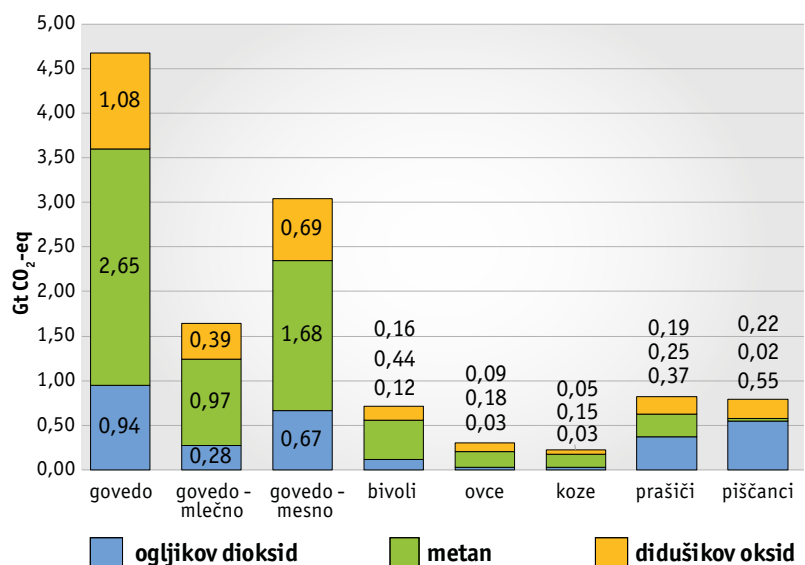
Delež izpustov TGP iz pridelave krme je pri pridelavi jajc, piščančjega in svinjskega mesa med 60 in 80 % od vseh izpustov, pri pridelavi mleka in govedine pa med 35 in 45 % (Sonesson, Cederberg in Berglund 2009).

Enterična fermentacija je v letu 2005 prispevala 39 % (2,7 Gt CO₂-eq), poraba energije približno 20 %, skladiščenje in obdelava gnoja pa 10 % od skupne količine izpustov TGP iz živinoreje (Gerber s sodelavci 2013). Podatki za leto 2010 kažejo povečanje deleža izpustov TGP iz enterične fermentacije na 44 % (3,5 Gt CO₂-eq),

obdelava gnoja je ohranila 10 % delež, medtem ko se je delež energije v skupnih izpustih zmanjšal na 5 % (FAO 2020c). 45 % prispevek CH₄ iz enterične fermentacije k skupnim svetovnim izpustom TGP iz živinoreje navajajo tudi Eugène in sodelavci (2019).

V Sloveniji je leta 2014 enterična fermentacija prispevala 53 %, skladiščenje in obdelava gnoja (CH₄ in N₂O) pa 29 % celotne količine izpustov TGP iz kmetijstva (ARSO 2020). V Evropi enterična fermentacija prispeva 36 %, N₂O iz prsti 28 %, izpusti iz skladiščenja gnoja 13 %, proizvodnja gnojil 11 %, gojenje organskih prsti in apnenje 7 %, raba fosilnih goriv in elektrike pa vsak po 3,2 % k skupnim izpustom iz živinoreje (Lesschen s sodelavci 2011). 77 % svetovnih izpustov iz enterične fermentacije prispeva govedo, bivoli 13 % in mali prežvekovalci 10 % (Gerber s sodelavci 2013; Grossi s sodelavci 2019). Pri prežvekovalcih enterična fermentacija predstavlja 85–94 %, pri prašičih pa zgolj 11 % od vseh neposrednih izpustov (brez pridelave krme in sprememb rabe tal) TGP iz panoge, preostanek do celote sestavljajo izpusti CH₄ in N₂O, vezani na skladiščenje in uporabo gnoja (Grossi s sodelavci 2019; FAO 2020c; preglednica 3).

Slika 5: Izpusti posameznih TGP v Gt CO₂-eq iz živinoreje po vrsti živine (vir podatkov: FAO 2020c).



Leta 2005 so 5,7 Gt CO₂-eq ali 80 % izpustov iz živinoreje prispevali prežvekovalci, od tega 81 % govedo, 11 % bivoli ter 8 % ovce in koze (Opio s sodelavci 2013), 1,3 Gt CO₂-eq (20 %) pa monogastrične živali (prašiči, perutnina) (Gerber s sodelavci 2013). Leta 2010 se je delež prežvekovalcev v skupnih izpustih iz živinoreje sicer zmanjšal za 1 %, a so se izpusti količinsko povečali na 6,4 Gt CO₂-eq, od tega 79 % govedo, 12 % bivoli ter 9 % ovce in koze. 10 % skupnih izpustov iz živinoreje so prispevali prašiči, 11 % pa perutnina (FAO 2020c).

Pregled izpustov po posameznih panogah

K skupnim izpustom TGP iz živinoreje največ prispeva govedo (med 62 in 65 %), od tega mesno 55 % in mlečno 45 % (Gerber s sodelavci 2013; Eugene s sodelavci 2019; FAO 2020). Tudi v Sloveniji je najpomembnejši vir izpustov TGP iz kmetijstva govedoreja, ki je v letu 2017 prispevala kar dve tretjini emisij TGP iz kmetijstva (Verbič s sodelavci 2019b). Ob upoštevanju zgolj neposrednih izpustov govedo (mesno in mlečno) ter bivoli v svetov-

nem merilu prispevajo 3,3 Gt CO₂-eq oziroma 83 % od vseh izpustov iz panoge (Grossi s sodelavci 2019).

Leta 2005 je k skupnim izpustom TGP iz živinoreje pridelava govedine prispevala 2,9 Gt CO₂-eq (41 %), mleka 1,4 Gt CO₂-eq (20 %), svinjine 0,7 Gt CO₂-eq (9 %), bivoljega mesa in mleka 0,6 Gt CO₂-eq (8 %), prav toliko piščančjega mesa in jajc, mleka in mesa manjših prežvekovalcev (ovce, koze) pa 0,4 Gt CO₂-eq (6 %); preostanek je bil povezan z drugo perutnino in neprehrambenimi proizvodi (Gerber s sodelavci 2013). V enakem obdobju sta v Evropi od 56 do 70 % izpustov TGP iz živinoreje skupaj prispevala pridelava mleka in govedine, prašičjereja je prispevala od 16 do 27 % in perutninarstvo od 6 do 11 % (Lesschen s sodelavci 2011; Bellarby s sodelavci 2012; Weis in Leip 2012). Pridelava govedine in mleka prispevata 74 %, svinjine 5 % in perutnine 1 % od vseh svetovnih izpustov TGP (upoštevana sta samo CH₄ in N₂O) iz živinoreje (Tubiello s sodelavci 2013; Caro, Davis in Bastianoni 2014). V primerjavi z letom 2005 je leta 2010

pridelava govedine ohranila približno enako zastopanost v skupnih izpustih TGP iz živinoreje, to je 3 Gt CO₂-eq (37 %), mleko je ohranilo enak delež (20 %, 1,6 Gt CO₂-eq) kot leta 2005, svinjina in perutnina sta z 0,8 Gt CO₂-eq prispevala vsak po 10 %, bivolje mleko in meso z 0,7 Gt CO₂-eq slabih 9 % ter mleko in meso ovc in koz 0,5 Gt CO₂-eq oziroma 6 % skupnih izpustov TGP iz živinoreje (FAO 2020c; preglednica 3).

Gibanje svetovnih izpustov CH₄ in N₂O iz živinoreje

Svetovni izpusti CH₄ in N₂O iz živinoreje so se v polstoletnem obdobju 1961–2010 povečali za 51 %, predvsem na račun povečanja izpustov v državah v razvoju (+117 %), kjer naraščajo izpusti iz pridelave govedine in mleka, medtem ko so se v razvitih državah izpusti zmanjšali za 23 % (Caro, Davis in Bastianoni 2014). V Sloveniji v obdobju 1986–2014 beležimo približno 18 % upad izpustov TGP iz kmetijstva (ARSO 2020). Svetovni izpusti CH₄ in N₂O so se v obdobju 1961–2010 pri govedini povečali za 59 %, svinjini za 89 % in perutnini

Preglednica 3: Deleži izpustov TGP iz enterične fermentacije (CH₄) in ravnanja z gnojem (CH₄ in N₂O) ter skupna količina in delež TGP po vrsti živine (vir podatkov: FAO 2020c).

	enterična fermentacija - CH ₄ (%)	ravnanje z gnojem - CH ₄ (%)	ravnanje z gnojem - N ₂ O (%)	skupni izpust TGP (Gt CO ₂ -eq)	delež od vseh izpustov TGP iz živinoreje (%)
govedo	89,18	4,96	5,86	4,68	57,72
govedo - mlečno	85,50	7,92	6,58	1,64	20,22
govedo - mesno	91,33	3,23	5,44	3,04	37,50
bivoli	90,92	1,89	7,19	0,72	8,83
ovce	93,54	2,89	3,57	0,30	3,73
koze	92,73	4,47	2,80	0,22	2,72
prašiči	10,82	68,93	20,25	0,82	10,11
piščanci	0,00	33,88	66,12	0,79	9,75

za 461 %, pri preračunu izpustov na prebivalca pa tako govedina (–29 %) kot svinjina (–15 %) kažeta zmanjšanje (Caro s sodelavci 2017). Svetovni izpusti CH_4 iz enterične fermentacije so se v 30-letnem obdobju 1989–2017 z 1,8 povečali na 2,1 Gt CO_2 -eq (FAO 2020a; slika 6). FAO (2020c) za enterično fermentacijo v letu 2010 navaja podatek 3,5 Gt CO_2 -eq, razlika je povezana z drugačno metodo pridobivanja podatkov. Po predvidevanjih se bodo v obdobju 2004–2022 letni izpusti CO_2 iz živinoreje zaradi sprememb rabe tal povečali na 1,1 Gt CO_2 -eq in bodo dosegli 15,5 % vseh izpustov TGP iz živinoreje oziroma 2,2 % vseh izpustov TPG iz človekovih dejavnosti (Dhoubhadel, Taheripour in Stockton 2016). Z izjemo izpustov N_2O iz obdelave gnoja so izpusti CH_4 in N_2O iz vseh virov v letih 1988–2017 naraščali s statistično značilnimi trendi ($r^2 = 0,50$ – $0,98$) (slika

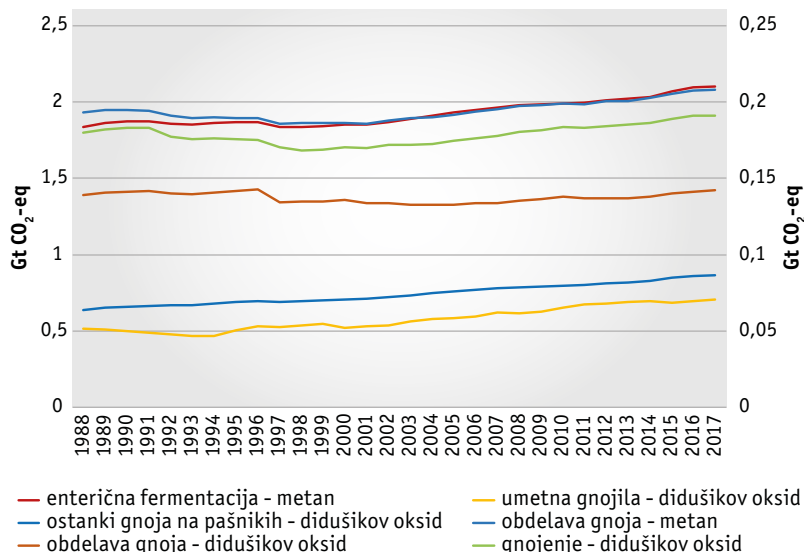
6). Večanje izpustov CH_4 iz enterične fermentacije izkazuje z večanjem števila goveda, bivolov in koz visoke statistične povezanosti ($r = 0,97$; $0,94$; $0,90$), izpusti N_2O iz ostankov gnoja na pašnikih z navedenimi vrstami živine pa kažejo skoraj funkcijsko povezanost ($r = 0,99$).

Prispevek živinoreje k skupnim izpustom TPG iz človekovih dejavnosti

Analiza znanstvenih in strokovnih objav je pokazala, da sta ocena količine in deleža skupnih s človekovimi dejavnostmi povezanih izpustov TGP iz živinoreje zelo odvisna od uporabljenega pristopa oziroma metode. Za izračun izpustov TGP iz kmetijstva in gozdarstva obstajajo različni računski pristopi (Colomb s sodelavci 2013). V osnovi ločimo dva pristopa. Prvi je koncept življenjskega cikla (LCA – *Life Cycle Analysis*) s številnimi ka-

zalniki, ki je široko sprejet in ponuja celovito oceno izpustov TGP pri vzreji živine vzdolž celotnega življenjskega ciklusa živali (Opio s sodelavci 2013). Poleg enterične fermentacije in ravnjanja z gnojem upošteva tudi spremembe v rabi tal (Herrero s sodelavci 2011). Njegovi pogloblitveni slabosti sta zahtevnost ocene prispevka izpustov TGP zaradi sprememb rabe tal in pomanjkanje podatkov na svetovni ravni. Utemeljila ga je raziskava FAO iz leta 2006, ki je živinoreji pripisala 18 % skupnih s človekovimi dejavnostmi povezanih svetovnih izpustov TGP (Steinfeld s sodelavci 2006). Poznejša raziskava je oceno znižala na 14,5 % (Gerber s sodelavci 2013). Uporabljata ga FAO in IPCC, uporabljen je bil tudi v številnih svetovnih in regionalnih raziskavah (na primer Bellarby s sodelavci 2012; Weiss in Leip 2012; Opio s sodelavci 2013; Tubiello s sodelavci 2013; Leip s sodelavci 2015; FAO 2020c).

Slika 6: Gibanje izpustov TGP v Gt CO_2 -eq iz enterične fermentacije (CH_4), gnojenja (N_2O), obdelave gnoja (CH_4 in N_2O) ter proizvodnje gnojil (N_2O) v 30-letnem obdobju 1988–2017. Gibanje TGP iz obdelave gnoja ter gnojenja so prikazani na desni, y osi (vir podatkov: FAO 2020a).



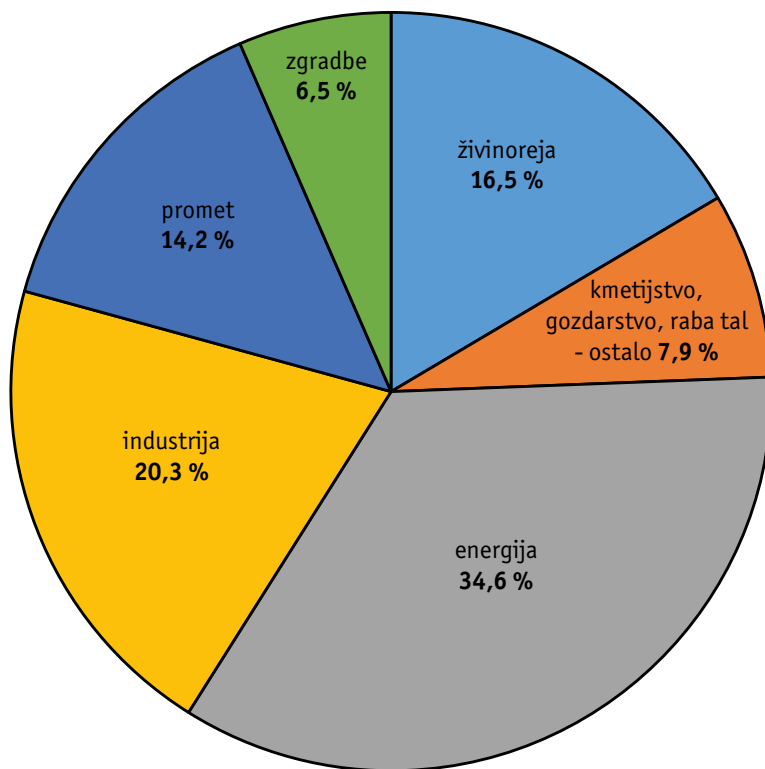
Drugi je koncept neposredne ocene izpustov TGP iz živinoreje, ki ne zajema izpustov CO_2 iz rabe tal in njenih sprememb ter največkrat upošteva zgolj neposredne izpuste CH_4 in N_2O . Njegovi prednosti sta enostavnost in boljša dostopnost podatkov na svetovni ravni (Gill, Smith in Wilkinson 2010; O'Mara 2011; Caro, Davis in Bastianoni 2014). Iz literature poznamo tudi pristope z naborom drugačnih kazalnikov (na primer Janzen 2011; Lesschen s sodelavci 2011).

Zato se ocenjeni prispevki živinoreje k svetovnim izpustom TGP razlikujejo in gibljejo v razponu od 8 do 51 % (Herrero s sodelavci 2011). Ocene

izpustov TGP iz živinoreje, ki jih podajajo organizacije, kot so IPCC, UNFCCC in FAO, so si med seboj zelo podobne, čeprav z določenimi odstopanji v ocenah izpustov TGP iz rabe tal in sprememb rabe tal (Herrero s sodelavci 2011). Po prvem konceptu izračunani deleži prispevka živinoreje k svetovnim izpustom TGP so višji od izračunov po drugem konceptu.

Najbolj pogosto se navaja vrednost 14,5 % (Gerber s sodelavci 2013). Steinfeld in sodelavci (2006) navajajo 18 %, O'Mara (2011) ter Bellarby in sodelavci (2012) 16 %. Goodland in Anhang (2006) navajata pogosto citirano vrednost 51 %, ki pa naj bi bila pretirana, saj vključuje tudi izpuste CO₂ iz dihanja živine, ki po določbah IPCC niso neto vir, ob tem sta avtorja CH₄ pripisala previsoko vrednost potenciala globalnega segrevanja (72), hkrati pa precenila vpliv sprememb rabe tal na izpuste TGP iz živinoreje (Herrero s sodelavci 2011). Deleži izpustov TGP iz živinoreje v skupnih izpustih vseh človekovih dejavnosti, izračunani po drugem konceptu, se gibljejo v razponu od 8 do 10,8 % (Gill, Smith in Wilkinson 2010; O'Mara 2011; Caro, Davis in Bastianoni 2014).

Poseben izziv predstavlja primerjava količin in deležev izpustov TGP iz živinoreje z drugimi sektorji dejavnosti, kot so industrija, promet, energetika in drugi, saj lahko zgolj tako ocenimo dejansko vlogo izpustov TGP iz živinoreje v planetarnem pregrevanju in podnebni krizi. Težavo povzroča neprimerljivost metodologij izračunavanja izpustov TGP iz posameznih



Slika 7: Deleži izpustov TGP po sektorjih dejavnosti leta 2010 (vira podatkov: IPCC 2014; FAO 2020c).

sektorjev, saj se pri živinoreji uporablja metoda LCA, pri drugih sektorjih pa se ocenjuje predvsem neposredne izpuste. Na neskladje je opozoril Mottet (2018), ki navaja, da ni umestno med seboj primerjati prispevkov živinoreje 14,5 % (Gerber s sodelavci 2013) in prometa 14 % (IPCC 2014) k skupnim svetovnim izpustom TGP iz človekovih dejavnosti, čemur sta pritrdila tudi Mottet in Steinfeld (2018).

Iz podatkov o izpustih TGP po posameznih sektorjih dejavnosti leta 2010 (IPCC 2014) in iz živinoreje (FAO 2020c) ter skupnih izpustih TGP, ki so leta 2010 dosegli vrednost 49,2 Gt CO₂-eq (IPCC 2014) in leta 2016 vrednost 53,4 Gt CO₂-eq (Olivier, Schure

in Peters 2017) smo na podlagi zgoraj opisanih predpostavk o omejitvah primerljivosti izračunali izpustov TGP po posameznih sektorjih izračunali, da je prispevek živinoreje k celotnim izpustom TGP iz človekovih dejavnosti med 15,2 in 16,5 % (slika 7).

Sklep


Živinoreja pomembno prispeva k dostopnosti hrane na območjih, kjer ni možno pridelovati drugih pridelkov, saj ustvarja hrano iz snovi, ki jih človek ne more neposredno uporabiti za prehrano. Na drugi strani pa v intenzivnih kmetijskih sistemih s porabo živil, ki bi jih ljudje lahko zaužili neposredno, zmanjšuje njihov energetski izkoristek (Steinfeld s sodelavci 2006).

Živinoreja zelo obremenjuje okolje. Njen prispevek k skupnim svetovnim izpustom TGP je približno 16 %, kar pomeni, da pridelovanje hrane živalskega izvora pomembno vpliva na pregrevanje Zemlje in podnebno krizo. K izpustom iz živinoreje največ prispevata enterična fermentacija (44 %) in pridelava krme (41 %), 10 % odpade na ravnanje z gnojem in 5 % na porabo energije. Izpusti TGP iz živinoreje najbolj naraščajo predvsem v državah v razvoju.

Zaradi naraščajočih potreb je pričakovati podvojitev živinorejskega sektorja do leta 2050 (Garnet 2009), kar lahko vodi v nadaljnje večanje izpustov TGP. Za primerjavo, pet največjih podjetij pridelave mesa in mleka v ZDA izpusti skupaj več TGP kot vse tamkajšnje največje naftne družbe (Institute for Agriculture and Trade Policy 2018).

Možnosti za zmanjševanje količine izpustov TGP iz živinoreje so števil-

ne, od sprememb prehranjevalnih navad, nadomeščanja prežvekovalcev z drugimi živalskimi vrstami, pa vse do izboljšanja tehnoloških procesov pridelave. Omenjena tematika presega vsebino prispevka in se ji bomo posvetili v prihodnje.

Zaključimo lahko, da je živinorejo treba obravnavati kot pomemben dejavnik spreminjanja okolja na planetarni ravni in kot pomembno gonilno silo planetarne podnebne krize. 

Viri in literatura

- Ali, A., Khan, M. A. 2013: Livestock ownership in ensuring rural household food security in Pakistan. *Journal of Animal & Plant Sciences* 23-
- Almond, G. W. 2016: How Much Water Do Pigs Need? Medmrežje: https://projects.ncsu.edu/project/swine_extension/healthyhogs/book1995/almond.htm (16. 4. 2020).
- ARSO 2020: Kazalci okolja: Izpusti metana in didusikovoga oksida iz kmetijstva. Medmrežje: <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/izpusti-metana-didusikovoga-okside-3> (8. 6. 2020).
- Asner, G. P., Elmore, A. J., Olander, L. P., Martin, R. E., Harris, A. T. 2004: Grazing systems, ecosystem responses, and global change. *Annual Review of Environment and Resources* 29. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.energy.29.062403.102142>
- Baillie, J. E. M., Hilton-Taylor C., Stuart, S. N. 2004: 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. Gland in Cambridge.
- Bar-On, Y., Phillips, R., Milo, R. 2018: The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.* 115-25. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1711842115>
- Bedrač, M., Bele, S., Kožar, M., Moljk, B., Brečko, J., Pintar, M., Travnikar, T., Zagorc, B. 2019: Poročilo o stanju kmetijstva, živilstva, gozdarstva in ribištva 2018. Ljubljana. Medmrežje: https://www.kis.si/ff/docs/Porocila_o_stanju_v_kmetijstvu_OEK/ZP_2018_splosno_priloge_koncna_02.12.pdf (8. 6. 2020).
- Bell, D. 2009: The methane makers. *BBC News Magazine*. Medmrežje: http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/magazine/8329612.stm (28. 4. 2020).
- Bellarby, J., Tirado, R., Leip, A., Weiss, F., Lesschen, J. P., Smith, P. 2012: Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe. *Global Change Biology* 19-1. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02786.x>
- Blount, W. P. 2013: Intensive Livestock Farming. Oxford. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2013-0-06724-2>
- Bobbink, R., Hicks, K., Galloway, J., Spranger, T., Alkemade, R., Ashmore, M., Bustamante, M., Cinnerby, S., Davidson, E., Dentener, F., Emmett, B., Erisman, J.-W., Fenn, M., Gilliam, F., Nordin, A., Pardo, L., De Vries, W. 2010: Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. *Ecological Applications* 20-1. DOI: <https://doi.org/10.1890/08-1140.1>
- Buccioni, A., Cappucci, A., Mele, M. 2015: Methane Emission from Enteric Fermentation: Methanogenesis and Fermentation. *Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation*. New Delhi.
- Butler, R. 2014: Brazil. *Mongabay*. Medmrežje: <https://rainforests.mongabay.com/20brazil.htm> (27. 4. 2020).
- Caro, D., Davis, S., Bastianoni, S. 2014: Global and Regional Trends in Greenhouse Gas Emissions from Livestock. *Climatic Change* 126. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-014-1197-x>
- Caro, D., Davis, S. J., Bastianoni, S., Calderia, K. 2017: Greenhouse Gas Emissions Due to Meat Production in the Last Fifty Years. *Quantification of Climate Variability, Adaptation and Mitigation for Agricultural Sustainability*. Dordrecht.
- Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y. 2003: Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Delft.
- Chenoweth, J. L., Hadjikakou, M., Zoumides, C. 2014: Review article: Quantifying the human impact on water resources: A critical review of the water footprint concept. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 18. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/hess-18-2325-201>
- Chessa, B., Pereira, F., Arnaud, F., Amorim, A., Goyache, F., Mainland, I., Kao, R. R., Pemberton, J. M., Beraldi, D., Stear, M. J., Alberti, A., Pittau, M., Iannuzzi, L., Banabazi, M. H., Kazwala, R. R., Zhang, Y.-P., Arranz, J. J., Ali, B. A., Wang, Z., Uzun, M., Dione, M. M., Olsaker, I., Holm, L.-E., Saarma, U., Ahmad, S., Marzanov, N., Eythorsdottir, E., Holland, M. J., Ajmone-Marsan, P., Bruford, M. W., Kantanen, J., Spencer, T. E., Palmirani, M. 2009: Revealing the History of Sheep Domestication Using Retrovirus Integrations. *Science* 324-5926. DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1170587>
- ClimateX 2020: Animal Agriculture's Impact on Climate Change. Medmrežje: <https://www.climateX.org/climate-issues/food/animal-agricultures-impact-on-climate-change/> (20. 4. 2020).
- Colitt, R. 2009: Cattle, not soy, drives Amazon deforestation: report. Medmrežje: <https://www.reuters.com/article/us-brazil-amazon/cattle-not-soy-drives-amazon-deforestation-report-idUSTRE53D65C20090414> (27. 4. 2020).
- Colomb, V., Touchemoulin, O., Bockel, L., Chott, J.-L., Martin, S., Tinlot, M., Bernoux, M. 2013: Selection of appropriate calculators for landscape-scale greenhouse gas assessment for agriculture and forestry. *Environmental Research Letters* 8-1. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/015029>
- Cook, R. 2015: World Cattle Inventory: Ranking of countries (FAO). Medmrežje: <https://www.drovers.com/article/world-cattle-inventory-ranking-countries-fao> (10. 4. 2020).
- Cook, R. 2020: World Cattle Inventory: Ranking of Countries. Medmrežje: <https://beef2live.com/story-world-cattle-inventory-ranking-countries-0-106905> (10. 4. 2020).
- Dhoubadel, S. P., Taheripour, F., Stockton, M. C. 2016: Livestock Demand, Global Land Use Changes, and Induced Greenhouse Gas Emissions. *Journal of Environmental Protection* 7. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2016.77087>
- Doreau, M., Corson, M. S., Wiedemann, S. G. 2012: Water use by livestock: A global perspective for a regional issue? *Animal Frontiers* 2-2. DOI: <http://dx.doi.org/10.2527/af.2012-0036>
- Eugène, M., Sauvart, D., Nozière, P., Viallard, D., Oueslati, K., Lherm, M., Mathias, E., Doreau, M. 2019: A new Tier 3 method to calculate methane emission

- inventory for ruminants. *Journal of Environmental Management* 231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.086>
27. Eurostat 2020a: Bovine population – annual data. Medmrežje: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=apro_mt_lscat&lang=en (10. 4. 2020).
28. Eurostat 2020b: Pig population – annual data. Medmrežje: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=apro_mt_lspig&lang=en (10. 4. 2020).
29. FAO 2011a: World Livestock 2011 - Livestock in food security. Rim.
30. FAO 2011b: Mapping supply and demand for animal-source foods to 2030. *Animal Production and Health Working Paper*. No. 2. Rim.
31. FAO 2017: Global livestock environmental assessment model. Medmrežje: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gleam/docs/GLEAM_2.0_Model_description.pdf (29. 4. 2020).
32. FAO 2018: The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rim.
33. FAO 2020a: Faostat. Medmrežje: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA> (10. 4. 2020).
34. FAO 2020b: Livestock systems. Medmrežje: <http://www.fao.org/livestock-systems/en/> (20. 4. 2020).
35. FAO 2020c: Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM). Medmrežje: <http://www.fao.org/gleam/results/en/> (1. 5. 2020).
36. Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., Zaks, D. P. M. 2011: Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature10452>
37. Garnett, T. 2009: Livestock-related greenhouse gas emissions: impacts and options for policy makers. *Environmental Science & Policy* 12-4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.01.006>
38. Gerbens-Leenes, P. W., Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. 2013: The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems. *Water Resources and Industry* 1/2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wri.2013.03.001>
39. Gerber, P., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. 2013: Tackling Climate Change through Livestock - A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. Rim.
40. Gilbert, M., Nicolas, G., Cinar, G., Van Boeckel, T. P., Vanwanambeke, S. O., Wint, W., Robinson, T. P. 2018: Global distribution data for cattle, buffaloes, horses, sheep, goats, pigs, chickens and ducks in 2010. *Scientific Data* 5. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.227>
41. Gill, M., Smith, P., Wilkinson, J. M. 2010: Mitigating climate change: the role of domestic livestock. *Animal* 4. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731109004662>.
42. Golja, T. 2015: Vplivi živinoreje na okolje: varnostni izziv 21. stoletja. Diplomsko delo, Fakulteta za družbene vede Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
43. Goodland, R., Anhang, J. 2009: Livestock and Climate Change: What If the Key Actors in Climate Change Are ... Cows, Pigs, and Chicken? *World Watch* November/December 2009.
44. Godfray, H. C. J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J. W., Key, T. J., Lorimer, J., Pierrehumbert, R. T., Scarborough, P., Springmann, M., Jebb, S. A. 2018: Meat consumption, health, and the environment. *Science* 361-6399. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aam5324>
45. Gorjanc, V. 2017: Trajnostna praksa sodobne agrikulturne in varovanja okolja – »miroljubno kmetijstvo«. Diplomsko delo, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru. Maribor.
46. Grossi, G., Goglio, P., Vitali, A., Williams, A. G. 2019: Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers* 9-1. DOI: <https://doi.org/10.1093/af/vfy034>
47. Harari, Y. N. 2017: *Homo deus: a brief history of tomorrow*. London.
48. Hegde, N. G. 2019a: Buffalo Husbandry for Sustainable Development of Small Farmers in India and other Developing Countries. *Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences* 3-1.
49. Hegde, N. G. 2019b: Livestock Development for Sustainable Livelihood of Small Farmers. *Asia Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences* 3-2.
50. Herrero, M., Gerber, P., Vellinga, T., Garnett, T., Leip, A., Opio, D., Westhoek, H., Thornton, P., Olsen, J., Hutchings, N., Montgomery, H., Soussana, J., Steinfeld, H., McAllister, T. 2011: Livestock and Greenhouse Gas Emissions: The Importance of Getting the Numbers Right. *Animal Feed Science and Technology* 166/167. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.04.083>
51. Herrero, M., Thornton, P. K., Gerber, P., Reid, R. S. 2009: Livestock, livelihoods and the environment: understanding the trade-offs. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2009.10.003>
52. Institute for Agriculture and Trade Policy 2018: Emissions impossible: How big meat and dairy are heating up the planet. Medmrežje: <https://www.iatp.org/emissions-impossible> (16. 4. 2020).
53. Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU 2020: Slovar slovenskega knjižnega jezika. Medmrežje: <http://bos.zrc-sazu.si/sskj.html> (23. 4. 2020).
54. IPCC 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Ženeva.
55. IPCC 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
56. IPCC 2014: Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York.
57. Janzen, H. H. 2011: What place for livestock on a re-greening earth? *Animal Feed Science and Technology* 166/167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.04.055>
58. Johannessen, A. B., Skonhoft, A. 2010: Livestock as Insurance and Social Status: Evidence from Reindeer Herding in Norway. *Environmental and Resource Economics* 48-4. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10640-010-9421-2>
59. Johnson, K. A., Johnson, D. E. 1995: Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science* 73-8. DOI: <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>
60. Kahn, L., Cottle, D. 2014: Beef Cattle Production and Trade. *Collingwood*. DOI: <https://doi.org/10.1071/9780643109896>
61. Kauffman, J. B., Krueger, W. C., Varva, M. 1983: Impacts of Cattle on Streambanks in North-eastern Oregon. *Journal of Range Management* 36-6.
62. Kladnik, D., Lovrenčak, F., Orožen Adamič, M. (ur.) 2003: Geografski terminološki slovar. Ljubljana.
63. Krausmann, F., Erb, K. H., Gingrich, S., Lauk, C., Haberl, H. 2008: Global patterns of socioeconomic biomass flows in the year 2000: a comprehensive assessment of supply, consumption and constraints. *Ecological Economics* 65-3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.07.012>
64. Leip, A., Billen, G., Garnier, J., Grizzetti, B., Lassaletta, L., Reis, S., Simpson, D., Sutton, M. A., de Vries, W., Weiss, F., Westhoek, H. 2015: Impacts of European livestock production: nitrogen, sulphur, phosphorus and greenhouse gas emissions, land-use, water eutrophication and biodiversity. *Environmental Research Letters* 10-11. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/11/115004>
65. Lesschen, J. P., van der Berg, M., Westhoek, H. J., Witzke, H. P., Oenema, O. 2011: Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. *Animal Feed Science and Technology* 166/167-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.04.058>
66. Lewis, S. L., Maslin, M. A. 2015: Defining the Anthropocene. *Nature* 519-7542. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature14258>
67. McAllister, T. A., Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., Hao, X. 2011: Greenhouse gases in animal agriculture—Finding a balance between food production and emissions. *Animal Feed Science and Technology* 166/167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.04.057>
68. McTavish, E. J., Decker, J. E., Schnabel, R. D., Taylor, J. F., Hillis, D. M. 2013: New World cattle show ancestry from multiple independent domestication events. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.* 110-15. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1303367110>
69. Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. 2010: The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. *Delft*.
70. Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. 2012: A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems* 15. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>
71. Mitloehner, F. M. 2018: Yes, eating meat affects the environment, but cows are not killing the climate. *The Conversation*. Medmrežje: <https://theconversation.com/yes-eating-meat-affects-the-environment-but-cows-are-not-killing-the-climate-94968> (27. 4. 2020).
72. Mottet, A., Steinfeld, H. 2018: Cars or livestock: which contribute more to climate change? Thomson Reuters Foundation. Medmrežje: <https://news.trust.org/item/20180918083629-d2wf0> (27. 4. 2020).

73. Olivier, J. G. J., Schure, K. M., Peters, J. A. H. W. 2017: Trends in global CO₂ and total greenhouse gas emissions: 2017 Report. Haag.
74. O'Mara, F. P. 2011: The significance of livestock as a contributor to global greenhouse gas emissions today and in the near future. *Animal Feed Science and Technology* 166/167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.04.074>
75. O'Neill, S. Z. 2019: 'It's a crisis, not a change': the six Guardian language changes on climate matters. *Guardian climate pledge* 2019. Medmrežje: <https://www.theguardian.com/environment/2019/oct/16/guardian-language-changes-climate-environment> (15. 4. 2020).
76. Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B., Steinfeld, H. 2013: Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment. Rim.
77. Oppenlander, R. 2013: Food Choice and Sustainability: Why Buying Local, Eating Less Meat, and Taking Baby Steps Won't Work. Minneapolis.
78. Oppenlander, R. 2014: Freshwater Depletion: Realities of Choice. Medmrežje: <https://comfortablyunaware.wordpress.com/2014/11/25/freshwater-depletion-realities-of-choice/> (25. 4. 2020).
79. Pimentel, D., Berger B., Filiberto, D., Newton, M., Wolfe, B., Karabinakis, E., Clark, S., Poon, E., Abbert, E., Nandagopal, S. 2004: Water Resources: Agricultural and Environmental Issues. *Bioscience* 54-10. DOI: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0909:WRAAEI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0909:WRAAEI]2.0.CO;2)
80. Pradhan, P., Lüdeke, M. K. B., Reusser, D., Kropp, J. P. 2013: Embodied crop calories in animal products. *Environmental research Letters* 8-4. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/4/044044>
81. Ran, Y., Lannerstad, M., Herrero, M., Van Middelaar, C. E., De Boer, I. J. M. 2016: Assessing water resource use in livestock production: A review of methods. *Livestock Science* 187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.02.012>
82. Rasby, R. J., Walz, T. M. 2011: Water requirements For Beef Cattle. NebGuide. University of Nebraska-Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. Medmrežje: <http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g2060.pdf> (25. 4. 2020).
83. Reid, R. S., Bedelian, C., Said, M. Y., Kruska, R. L., Mauricio, R. M., Castel, V., Olson, J., Thornton, P. K. 2010: Global livestock impacts on biodiversity. *Livestock in a Changing Landscape*. Washington.
84. Reid, R. S., Galvin, K. A., Kruska, R. S. 2008: Global significance of extensive grazing lands and pastoral societies: an introduction. *Fragmentation in Semi-Arid and Arid Landscapes*. Dordrecht. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4906-4_1
85. Reid, V. W., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Kumar Duraipappah, A., Hassan, R., Kasperson, R., Leemans, R., May, R. M., McMichael, T. A. J., Pingali, P., Samper, C., Scholes, R., Watson, R. T., Zakri, A. H., Shidong, Z., Ash, N. J., Bennett, E., Kumar, P., Lee, M. J., Raudsepp-Hearne, C., Simons, H., Thonell, J., Zurek, M. B. 2005: *Ecosystems and Human Well-being – Synthesis*. Washington.
86. Robinson, T. P., Wint G. R. W., Conchedda, G., Van Boeckel, T. P., Ercoli, V., Palamara, E., Cinardi, G., D'Aiotti, L., Hay, S. I., Gilbert, M. 2014: Mapping the Global Distribution of Livestock. *PLoS ONE* 9-5. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096084>
87. Russell, S. 2014: Everything You Need to Know About Agricultural Emissions. Medmrežje: <https://www.wri.org/blog/2014/05/everything-you-need-know-about-agricultural-emissions> (16. 4. 2020).
88. Schwarzer, S., Witt, R., Zommers, Z. 2012: Growing greenhouse gas emissions due to meat production. UNEP Global Environmental Alert Service. Medmrežje: https://na.unep.net/geas/archive/pdfs/GEAS_Oct2012_meatproduction.pdf (14. 4. 2020).
89. Sejian, V., Hyder, I., Ezeji, T., Lakritz, R. B., Ravindra, C. S. P., Lal, R. 2015: Global Warming: Role of Livestock. *Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation*. New Delhi.
90. Shahbandeh, M. 2019: Number of cattle worldwide from 2012 to 2019 (in million head). Medmrežje: <https://www.statista.com/statistics/263979/global-cattle-population-since-1990/> (10. 4. 2020).
91. Singh, V., Rastogi, A., Nautiyal, N., Negi, V. 2017: Livestock and climate change: the key actors and the sufferers of global warming. *Indian Journal of Animal Sciences* 87-1.
92. Smil, V. 2011: Harvesting the Biosphere: The Human Impact. *Population and Development* 37-4. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2011.00450.x>
93. Sonesson, U., Cederberg, C., Berglund, M. 2009: Greenhouse gas emissions in milk production. *Decision support for climate certification*. Medmrežje: <http://www.klimatmarkningen.se/wp-content/uploads/2009/12/2009-2-feed.pdf> (29. 4. 2020).
94. Soren, N. M., Sejian, V., Malik, P. K. 2015: Enteric Methane Emission Under Different Feeding Systems. *Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation*. New Delhi.
95. Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., Ludwig, C. 2015: The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review* 2-1. DOI: <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>
96. Steffen, W., Crutzen, P. J., McNeill, J. R. 2007: The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 36-8. DOI: [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[614:TAHNO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAHNO]2.0.CO;2)
97. Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C. 2006: *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Rim.
98. Steinfeld, H., Mooney, H. A., Schneider, F., Neville, L. E. 2013: *Livestock in a Changing Landscape*, 1. del: Drivers, Consequences, and Responses. Washington.
99. SURS 2020: Delež rastlinske pridelave v strukturi kmetijske proizvodnje, osnovne cene. Medmrežje: <https://www.stat.si/StatWeb/Field/Index/11/41> (8. 6. 2020).
100. Swanepoel, F., Stroebel, A., Moyo, S. 2010: The Role of Livestock in Developing Communities: Enhancing Multifunctionality. *Bloemfontein*.
101. The World Bank 2020: Total greenhouse gas emissions (kt of CO₂ equivalent). Medmrežje: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.GHGT.KT.CE> (1. 5. 2020).
102. Thornton, A. 2019: This is how many animals we eat each year. *World Economic Forum*. Medmrežje: <https://www.weforum.org/agenda/2019/02/chart-of-the-day-this-is-how-many-animals-we-eat-each-year/> (20. 4. 2020).
103. Topole, M. 2019: Priručna mesa kot pomemben vir toplogrednih plinov. Diplomsko delo, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
104. Trimble, S. W., Mendel, A. C. 1995: The cow as a geomorphic agent – A critical review. *Geomorphology* 13-1/4. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(95\)00028-4](https://doi.org/10.1016/0169-555X(95)00028-4)
105. Tubiello, F. N., Salvatore, M., Rossi, S., Ferrara, A., Fitton, N., Smith, P. 2013: The FAOSTAT database of greenhouse gas emissions from agriculture. *Environmental Research Letters* 8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/015009>
106. Verbič, J., Dorič, M., Urbančič, A., Petelin Visočnik, B. 2019a: Podnebno ogledalo 2019. *Kmetijstvo*. Medmrežje: https://www.podnebnaport2050.si/wp-content/uploads/2019/06/Podnebno_Ogledalo_2019_Zvezek4_Kmetijstvo_KONCNO-2.pdf (8. 6. 2020).
107. Verbič, J., Jeretina, J., Perpar, T., Petelin Visočnik, B. 2019b: Podnebno ogledalo 2019. Ukrepi v središču – Emisije v govedoreji. Medmrežje: https://www.podnebnaport2050.si/wp-content/uploads/2019/06/Podnebno_Ogledalo_2019_Zvezek8_US_Govedoreja_KONCNO-2.pdf (8. 6. 2020).
108. Warren, S. D., Thurow, T. L., Blackburn, W. H., Garza, N. E. 1986: The Influence of Livestock Trampling under Intensive Rotation Grazing on Soil Hydrologic Characteristics. *Journal of Range Management* 39-6.
109. Weiss, F., Leip, A. 2012: Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: a life cycle assessment carried out with the CAPRI model. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.12.015>
110. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J., De Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S., Srinath Reddy, K., Narain, S., Nishtar, S., Murray, C. J. L. 2019: Food in the Anthropocene: The EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet Commissions* 393. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
111. Zelena Slovenija. 2020: kako se kmetijstvo sooča s posledicami podnebnih sprememb. Medmrežje: <https://www.zelenaslovenija.si/n5979/kako-se-kmetijstvo-sooca-s-posledicami-podnebnih-sprememb> (8. 6. 2020).
112. World Economic Forum 2019: Meat: the Future series: Options for the Livestock Sector in Developing and Emerging Economies to 2030 and Beyond. Ženeva.
113. World Wide Fund for Nature 2015: *Saving Forests at Risk*. WWF Living Forests Report: 5. poglavje. Gland.
114. Zeller, U., Starik, N., Göttert, R. 2017: Biodiversity, land use and ecosystem services – An organismic and comparative approach to different geographical regions. *Global Ecology and Conservation* 10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.03.001>