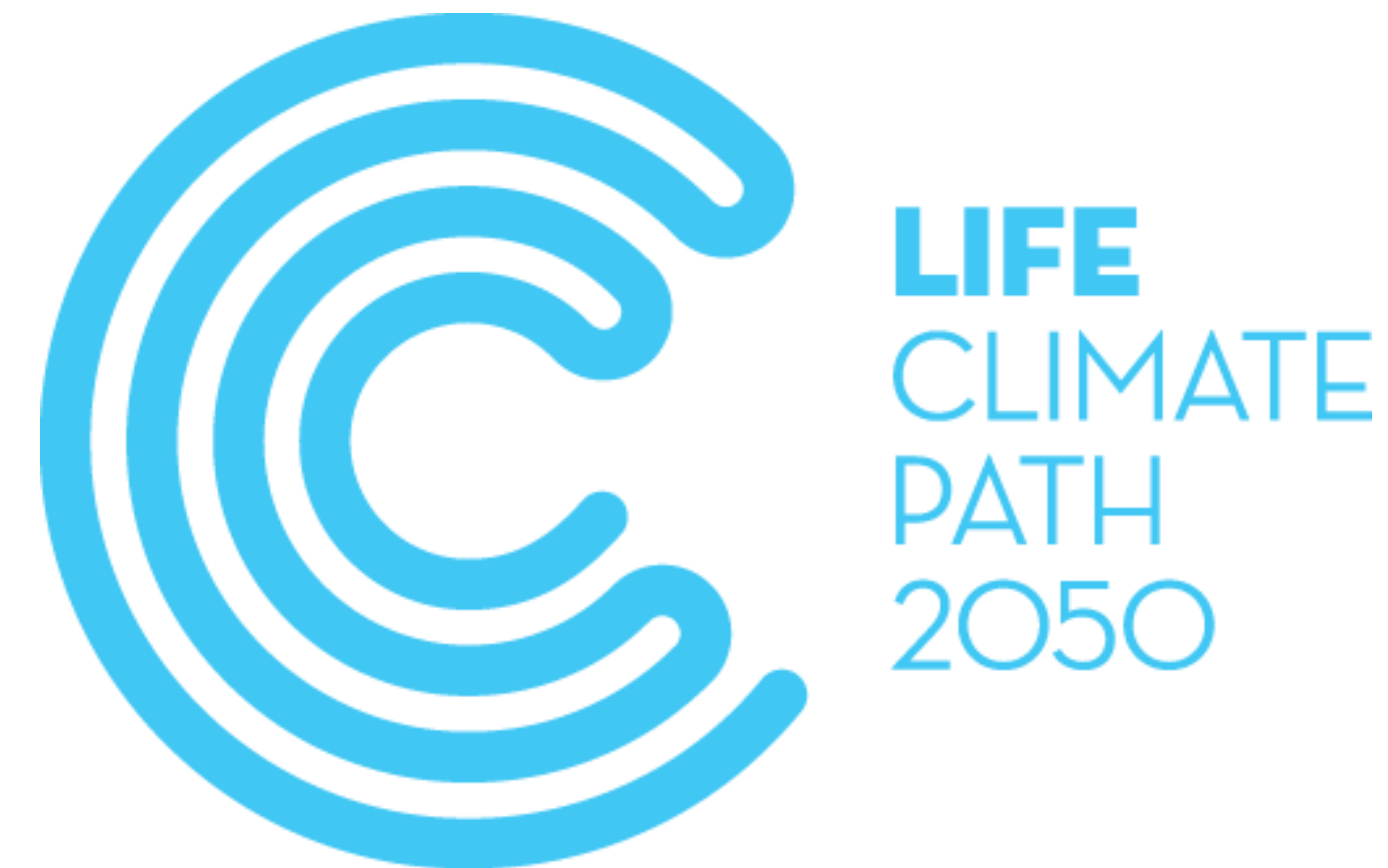


Predstavitev analize scenarijev zmanjševanja emisij TGP v sektorjih kmetijstvo in LULUCF

Scenariji zmanjševanja emisij TGP do leta 2050 za sektor kmetijstvo

Jože Verbič, Kmetijski inštitut Slovenije

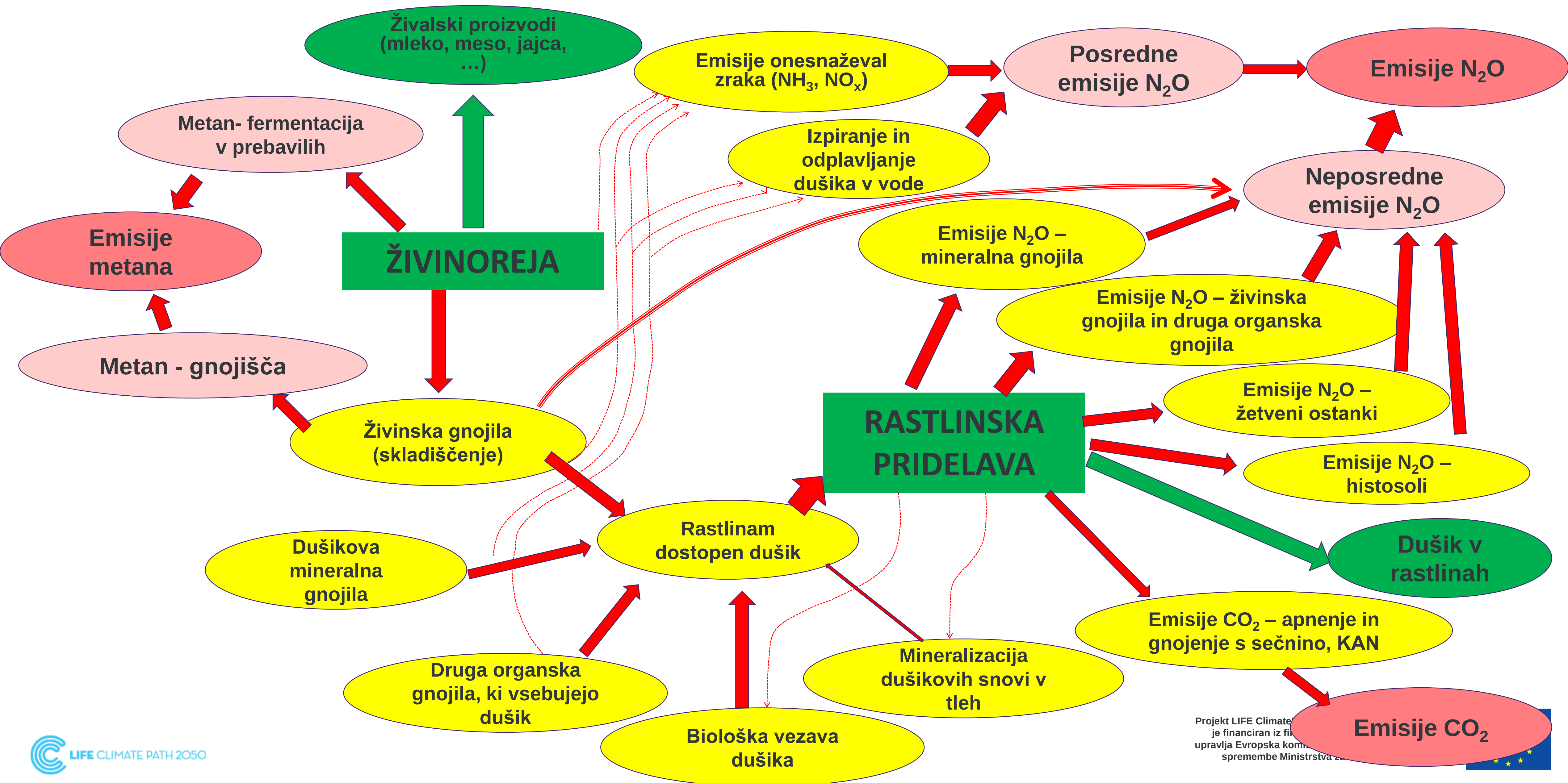
Ljubljana, Spletna predstavitev, 3.3.2021



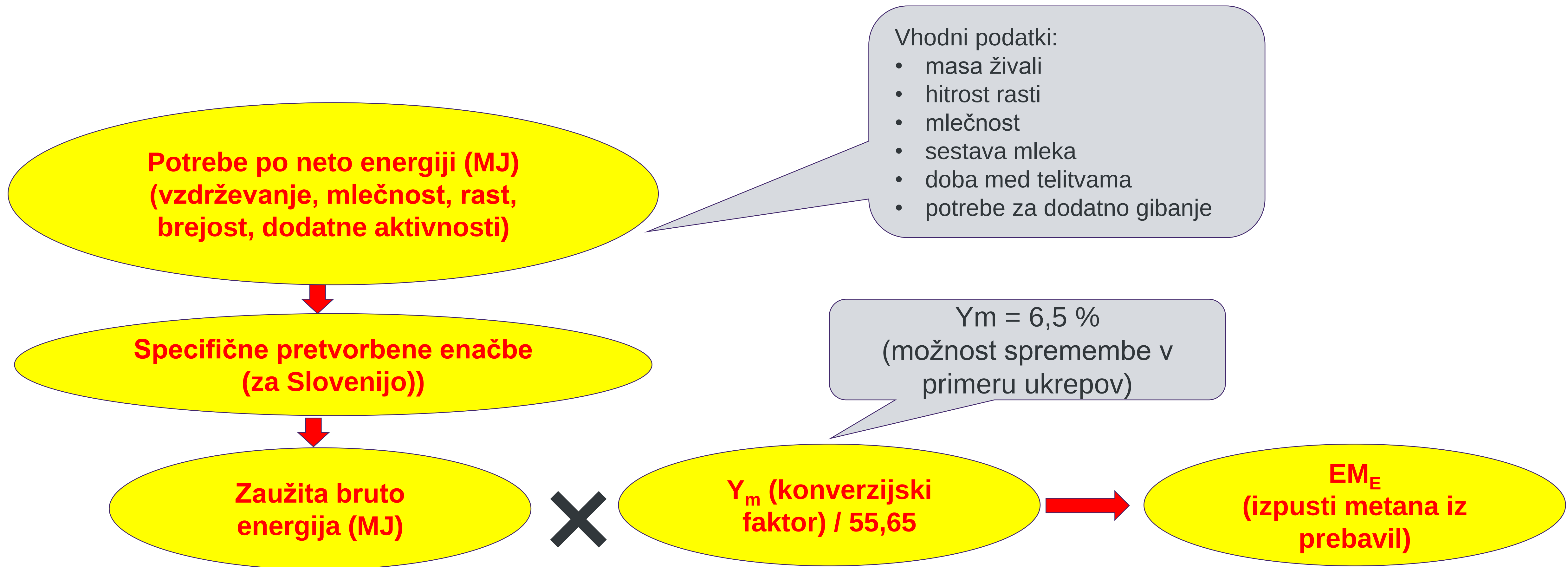
Vsebina predstavitev

- **Model za oceno emisij v kmetijstvu**
- **Predpostavke scenarijev zmanjševanja emisij TGP v kmetijstvu**
- **Novi pristopi k oceni toplogrednega učinka metana**

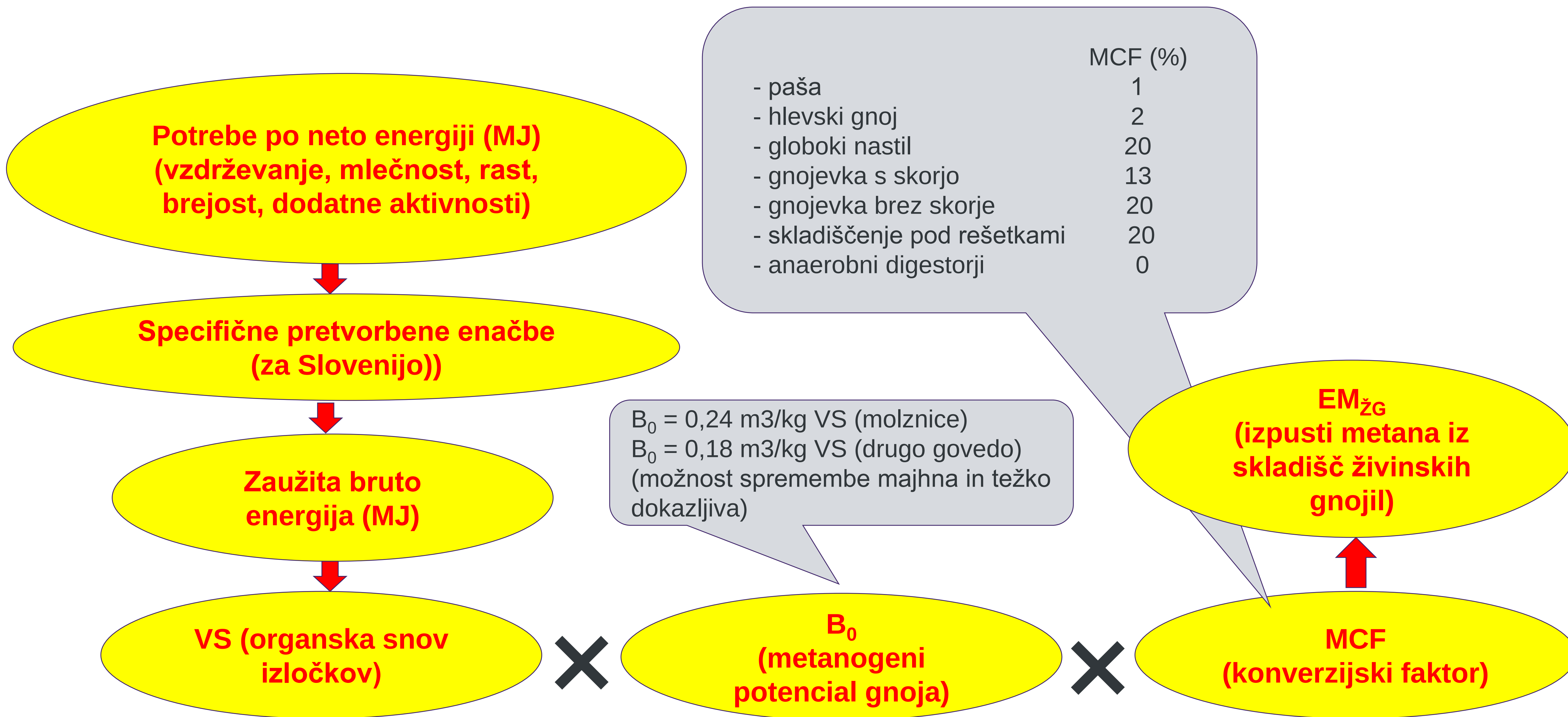
Poenostavljena shema modela za oceno emisij



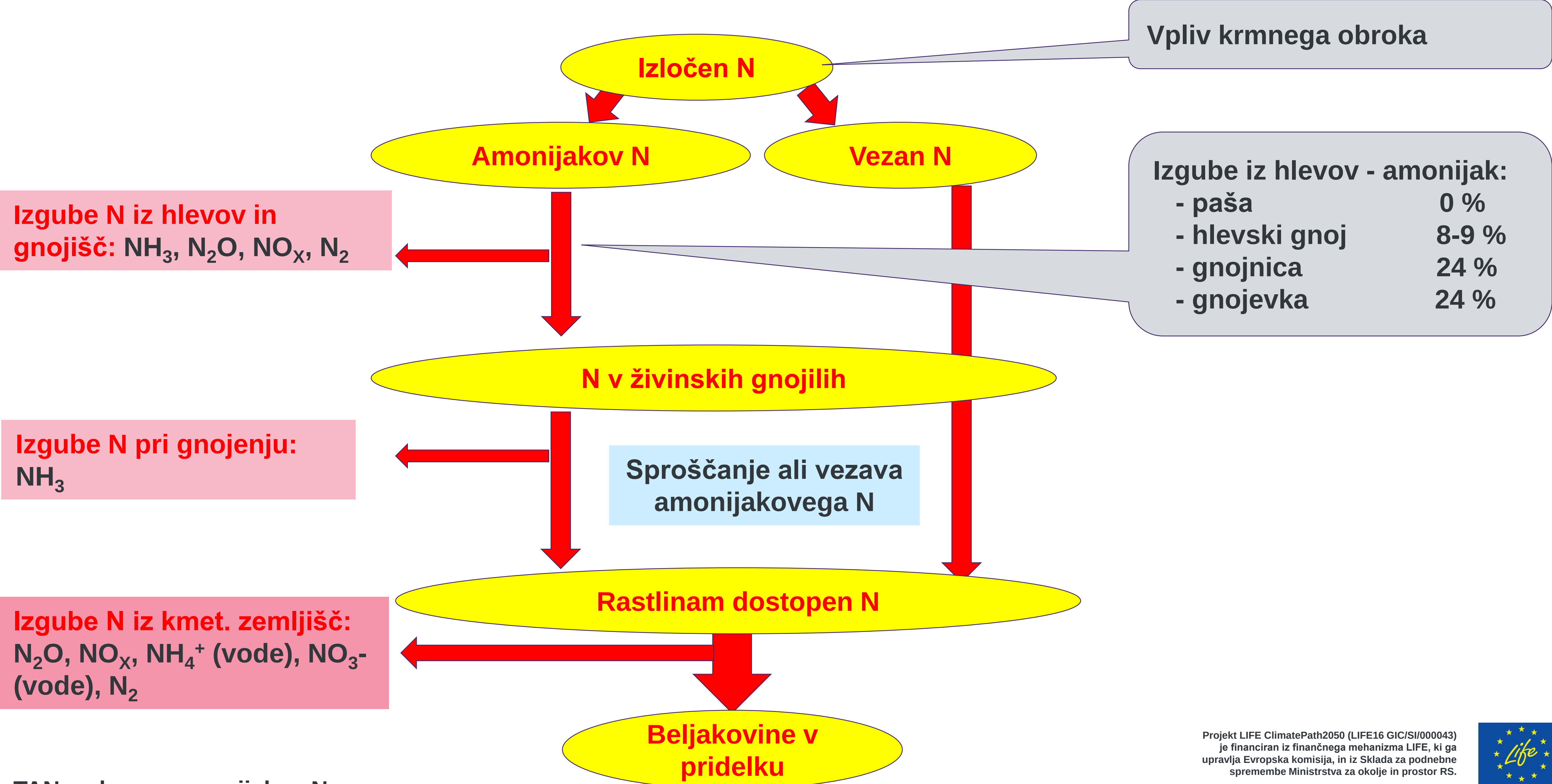
Kako ocenimo izpuste metana iz prebavil – primer goveda



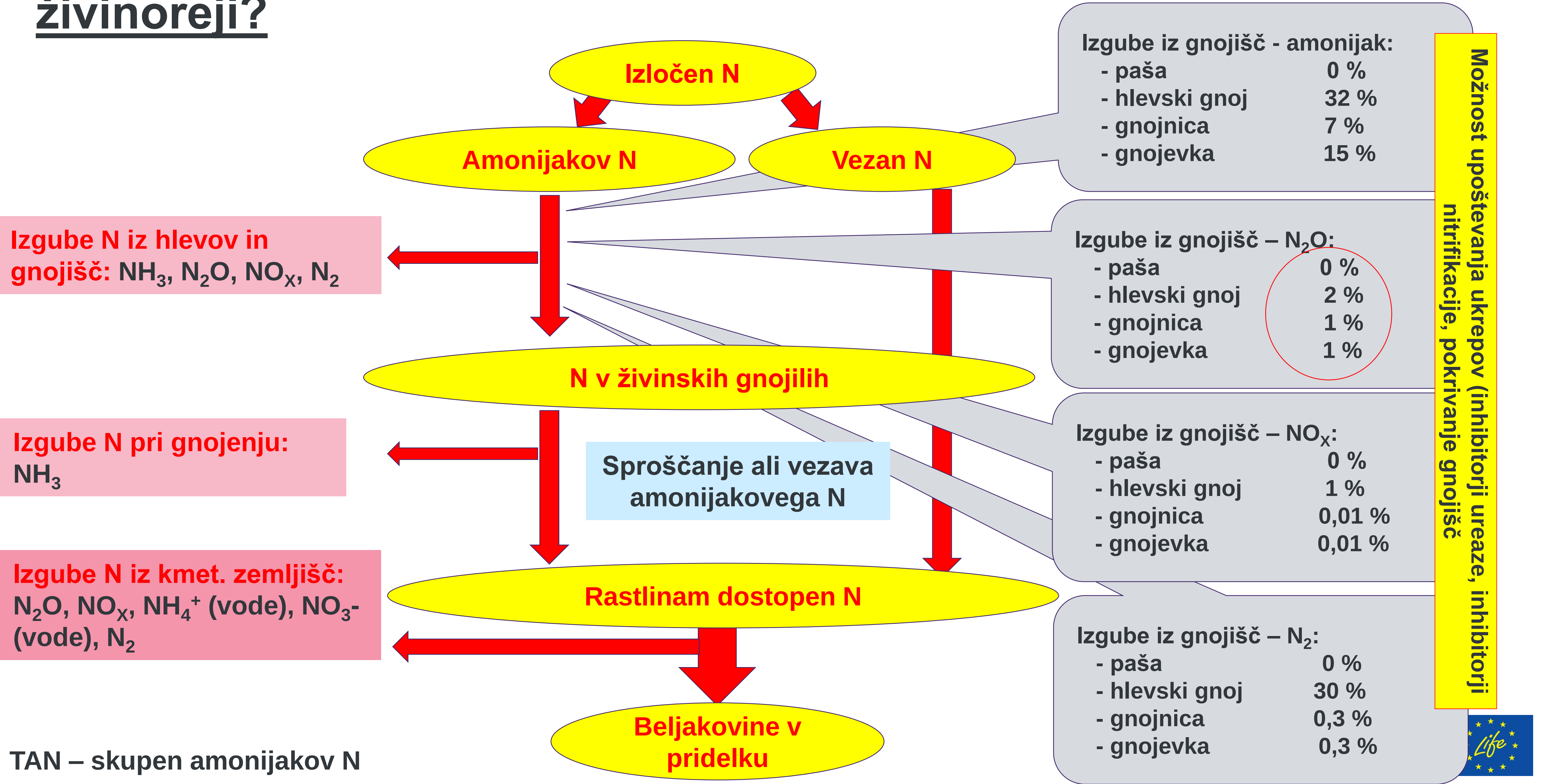
Kako ocenimo izpuste metana iz gnojišč - govedo



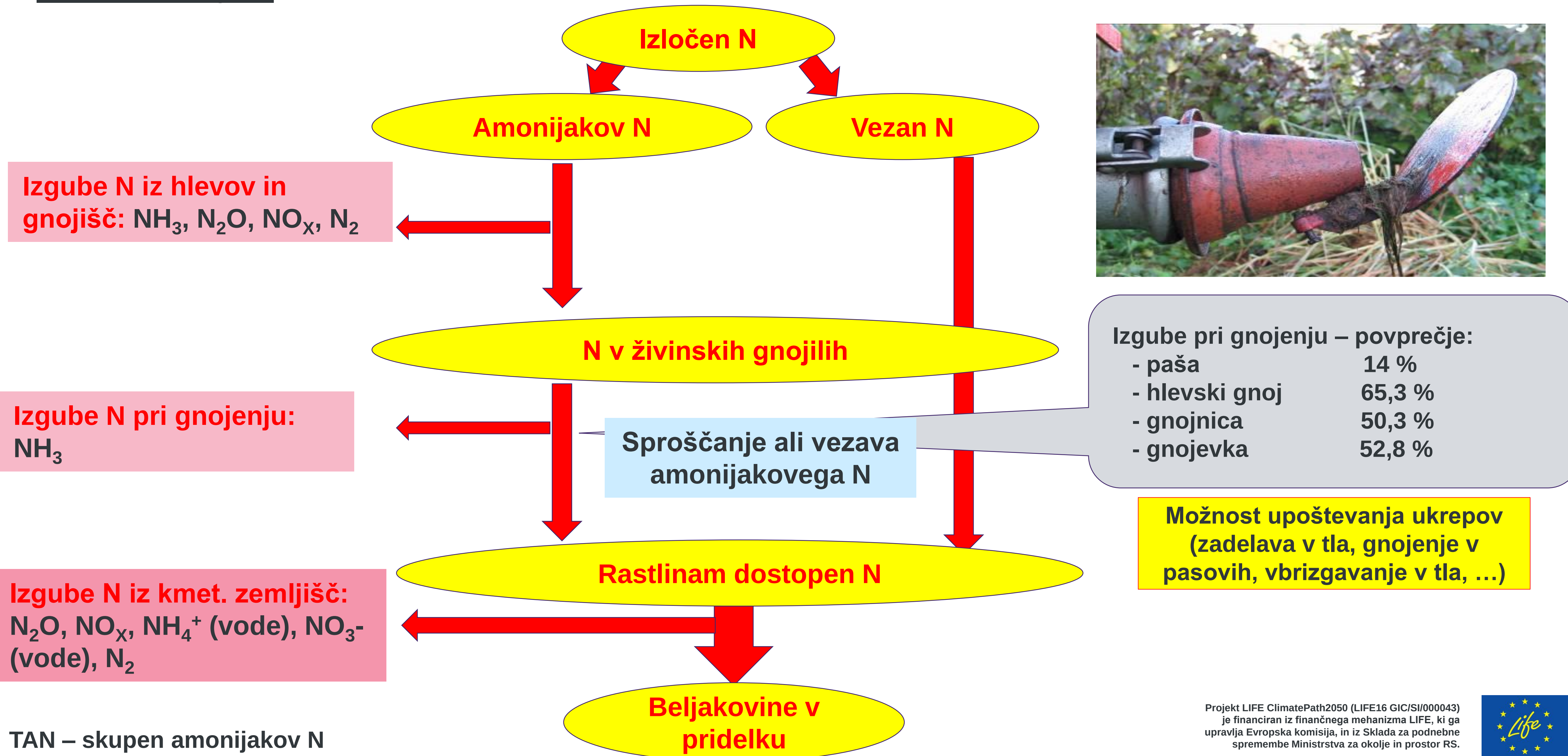
Kako ocenimo izpuste amonijaka in didušikovega oksida v živinoreji?



Kako ocenimo izpuste amonijaka in didušikovega oksida v živinoreji?



Kako ocenimo izpuste amonijaka in didušikovega oksida v živinoreji?



Dolgoročna podnebna strategija – vizija na področju kmetijstva

Zmanjšanje emisij TGP ob upoštevanju naravnih danosti za kmetovanje, izboljšanju prehranske varnosti ter povečanju samooskrbe s hrano in sledenju drugim ciljem multifunkcionalnega kmetovanja, kot so zmanjševanje negativnih vplivov na vode, tla in zrak, varovanje biotske raznovrstnosti, ohranjanje kulturne krajine, zagotavljanje dobrobiti živali in ohranjanje/povečevanje zalog ogljika v kmetijskih tleh.

Dolgoročna podnebna strategija

Glavne usmeritve na področju kmetijstva so:

- zmanjšanje emisij ob izboljšanju samooskrbe s hrano, kar pomeni zmanjšanje emisij na enoto pridelane hrane,
- ukrepanje na vseh področjih s poudarkom na najpomembnejših virih emisij,
- uvajanje rešitev, ki omogočajo tudi doseganje drugih okoljskih in družbeno ekonomskih ciljev ali celo prispevajo k njihovemu udejanjanju (konkurenčnost kmetijstva, varovanje voda, zraka, tal in biodiverzitete, ohranjanje kmetijske krajine, ohranjanje kmetovanja na hribovsko-gorskih območjih in na drugih območjih z omejenimi možnostmi za kmetovanje, počutje rejnih živali...),
- izogibanje rešitvam, ki povečujejo emisije v drugih sektorjih, tako lokalno kot globalno (emisije povezane z rabo energije v kmetijstvu, emisije povezane z rabo zemljišč in spremembo rabe zemljišč, emisije pri proizvodnji mineralnih gnojil in sredstev za varstvo rastlin, emisije povezane s transportom živil in krme, emisije povezane z gradnjo kmetijskih objektov in proizvodnjo kmetijskih strojev in opreme).

Dolgoročna podnebna strategija

Prioritetna področja ukrepanja:

- emisije metana iz prebavil rejnih živali, predvsem v govedoreji,
- emisije metana iz skladišč za živinska gnojila,
- učinkovito kroženje dušika v kmetijstvu, vključno z ekološkim kmetovanjem, in s tem posredno zmanjšanje neposrednih emisij didušikovega oksida iz skladišč za živinska gnojila in iz kmetijskih zemljišč ter posrednih emisij zaradi uhajanja dušikovih spojin v okolje (predvsem amonijaka v zrak in nitratov v vode).

Scenariji

Scenariji za kmetijstvo:

- Pripravljeni so bili trije scenariji: a) z obstoječimi ukrepi, b) z dodatnimi ukrepi – ambiciozno ter c) z dodatnimi ukrepi – zelo ambiciozno
- NEPN (do 2030)
Predvideva scenarij b) z dodatnimi ukrepi – ambiciozno (- 1 % do 2030 glede na 2005)
- Dolgoročna podnebna strategija (do 2050)
Do 2030 enak scenarij kot za NEPN (- 1 % do 2030 glede na 2005), od leta 2035 naprej scenarij c) z dodatnimi ukrepi – zelo ambiciozno, med leti 2030 in 2035 izravnava glede na oba scenarija (- 22 % do 20530 glede na 2005)

Izhodišča za projekcije – rastlinska pridelava

- Slovenija po pridelkih kmetijskih rastlin zaostaja za državami s primerljivimi razmerami.
- Predvidevamo, da se bodo hektarski pridelki do leta 2050 pri krompirju povečali za 50 %, pri drugih poljščinah za 30 % in na travinju za 20 %.
- Glede na povečane pridelke, pretekle trende in potrebe predvidevamo spremembe setvene strukture – manj koruze za zrnje, koruze za silažo in pšenice, več oljnic, metuljnic in krompirja.
- Ob upoštevanju zgoraj navedenega se bodo potrebe rastlin po dušiku povečale. Količina dušika v pridelku kmetijskih rastlin se bo povečala od 11.750 t v letu 2018 na 12.700 t v letu 2030 (+ 8 %) in 15.200 t v letu 2050 (+ 29%).
- Povečane potrebe po dušiku bomo zagotavljali predvsem z izboljšanjem učinkovitosti rabe živinskih in mineralnih gnojil.

Izhodišča za projekcije – živinoreja

- Obseg prireje mleka, mesa in jajc bomo ohranili na dosedANJI ravni. Izjema je prašičje meso, pri katerem smo izrazito slabo samooskrbni. Letni prirast telesne mase prašičev bomo povečali od sedanjih 35.000 ton na 60.000 ton. To je še vedno precej pod vrednostjo, ki smo jo dosegali po letu 2000 (približno 90.000 t).
- Emisije TGP v živinoreji bomo zmanjšali z izboljšanjem učinkovitosti reje. Zgoraj navedene cilje bomo dosegli z manjšim številom živali kot jih redimo sedaj. Z izboljšano učinkovitostjo reje bomo zmanjšali tudi količino dušika, ki ga izločijo rejne živali.

Ukrepi - učinkovitost reje, govedoreja

	Obstoječi ukrepi	Dodatni ukrepi - ambiciozno	Dodatni ukrepi- zelo ambiciozno
Število molznic	2030: 109.200 2050: 109.200	2030: 96.600 2050: 81.100	2030: 96.600 2050: 81.100
Mlečnost (kg/leto)	2030: 5.950 2050: 5.950	2030: 6.540 2050: 7.440	2030: 6.540 2050: 7.440
Doba med telitvama - molznice (dni)	2030: 420 2050: 420	2030: 408 2050: 390	2030: 408 2050: 390
Število mlade živine	2030: 309.000 2050: 309.000	2030: 293.000 2050: 267.000	2030: 293.000 2050: 267.000
Prirast telesne mase (pitanci) (g/dan)	2030: 900 2050: 900	2030: 960 2050: 1050	2030: 960 2050: 1050
Število krav dojlj	2030: 66.000 2050: 70.000	2030: 66.000 2050: 70.000	2030: 66.000 2050: 70.000
Doba med telitvama - dojlje (dni)	2030: 420 2050: 420	2030: 409 2050: 380	2030: 409 2050: 380

Ukrepi – anaerobni fermentorji (bioplin)

	Obstoječi ukrepi	Dodatni ukrepi - ambiciozno	Dodatni ukrepi- zelo ambiciozno
Govedoreja (% živinskih gnojil na bioplinskih napravah)	2030: 0,4 % 2050: 0,4 %	2030: 8 % 2050: 20 %	2030: 17 % 2050: 45 %
Prašičereja (% živinskih gnojil na bioplinskih napravah)	2030: 12 % 2050: 12 %	2030: 20 % 2050: 33 %	2030: 26 % 2050: 48 %

Bioplin – kaj pomenijo scenariji

Scenarij z dodatnimi ukrepi - ambiciozno

590 govedorejskih, 100 prašičerejskih, 0 perutninskih kmetij

Scenarij z dodatnimi ukrepi – zelo ambiciozno

2360 govedorejskih, 320 prašičerejskih, 170 perutninskih kmetij

Ukrepi – gnojenje z majhnimi izpusti, primer gnojevke

	Obstoječi ukrepi	Dodatni ukrepi - ambiciozno	Dodatni ukrepi- zelo ambiciozno
Njive- gnojenje ob ugodnem vremenu	2030: 20 % 2050: 20 %	2030: 0 % 2050: 0 %	2030: 0 % 2050: 0 %
Njive- zadelava z obdelavo tal	2030: / 2050: /	2030: 60 % 2050: 50 %	2030: 60 % 2050: 50 %
Njive – gnojenje v pasovih in vbrizgavanjem v tla	2030: 12 % 2050: 12 %	2030: 40 % 2050: 50 %	2030: 40 % 2050: 50 %
Travinje- gnojenje ob ugodnem vremenu	2030: 20 % 2050: 20 %	2030: 20 % 2050: 20 %	2030: 20 % 2050: 20 %
Travinje – gnojenje v pasovih in vbrizgavanjem v tla	2030: 0,2 % 2050: 0,2 %	2030: 20 % 2050: 70 %	2030: 20 % 2050: 70 %

Ukrepi – pašna reja

Kategorija	Obstoječi ukrepi	Dodatni ukrepi - ambiciozno	Dodatni ukrepi- zelo ambiciozno
Krave molznice (delež paše, korigirano na dolžino pašne sezone, %)	2018: 6 % 2030: 8 % 2050: 10 %	2018: 6 % 2030: 8 % 2050: 10 %	2018: 6 % 2030: 8 % 2050: 10 %
Krave dojlje (delež paše, korigirano na dolžino pašne sezone, %)	2018: 26 % 2030: 31 % 2050: 41 %	2018: 26 % 2030: 31 % 2050: 41 %	2018: 26 % 2030: 31 % 2050: 41 %
Drugo govedo (delež paše, korigirano na dolžino pašne sezone, %)	2018: 12 % 2030: 15 % 2050: 19 %	2018: 12 % 2030: 15 % 2050: 19 %	2018: 12 % 2030: 15 % 2050: 19 %

Ukrepi – usmerjanje fermentacije v prebavilih in genomska selekcija na manjše izpuste

Ukrep	Obstoječi ukrepi	Dodatni ukrepi - ambiciozno	Dodatni ukrepi- zelo ambiciozno
Nenasičene maščobne kisline v obrokih (laneno seme)	/	/	po l. 2030 (v 2050 molznice 100 %, drugo govedo 50 %)
Dodajanje nitrato v obroke	/	/	po l. 2040 (v 2050 molznice 100 %, drugo govedo 50 %)
Vakcinacija proti metanogenim arhejam	/	/	po l. 2040 (v 2050 molznice 100 %, drugo govedo 50 %)
Genomska selekcija na majhne emisije metana	/	/	učinek po l. 2040

Ukrepi – pokrivanje skladišč za gnojevko

Ukrep	Obstoječi ukrepi	Dodatni ukrepi - ambiciozno	Dodatni ukrepi- zelo ambiciozno
Pokrivanje skladišč za gnojevko (delež pokritih skladišč, %)	2018: 65 % 2030: 70 % 2050: 70 %	2018: 65 % 2030: 80 % 2050: 90 %	2018: 65 % 2030: 80 % 2050: 90 %

Ukrepi – zadelava sečnine na njivah

Ukrep	Obstoječi ukrepi	Dodatni ukrepi - ambiciozno	Dodatni ukrepi- zelo ambiciozno
Zadelava sečnine v tla (delež od sečnine, uporabljene na njivah, %)	2018: 15 % 2030: 50 % 2050: 100 %	2018: 15 % 2030: 50 %* 2050: 100 %	2018: 15 % 2030: 50 %* 2050: 100 %

* V primeru težav pri doseganju ciljev na področju emisij amonijaka prepoved gnojenja brez zadelave po letu 2030

Ukrepi – inhibitorji nitrifikacije

Uporaba inhibitorjev	Obstoječi ukrepi	Dodatni ukrepi - ambiciozno	Dodatni ukrepi- zelo ambiciozno
Mineralna gnojila	/	/	po 2040: sečnina 100 % KAN in NPK 50 %
Živinska gnojila	/	/	/

Ukrepi – naprednejše metode preciznega gnojenja kmetijskih rastlin

Ukrep	Obstoječi ukrepi	Dodatni ukrepi - ambiciozno	Dodatni ukrepi- zelo ambiciozno
Precizno gnojenje kmetijskih rastlin	/	/	po 2030

Ocenjeni učinki izbranih ukrepov

(zelo ambiciozen scenarij)

	TGP (kt ekv. CO ₂)		NH ₃ (t)	
Leto/Ukrep	2030	2050	2030	2050
Povečanje učinkovitosti reje	55	131	450	1045
Anaerobni digestorji (bioplin)	59	149	39	108
Pokrivanje jam za gnojevko	0	0	113	210
Gnojenje z majhnimi izpusti - živinska gnojila	19	22	2164	2446
Inhibitorji nitrifikacije - mineralna gnojila	0	32	0	3
Usmerjanje fermentacije v prebavilih, vakcinacija, neposredna selekcija	0	168	0	0
Naprednejše metode gnojenja (GPS, mehatronske rešitve)	0	16	0	108

**Ali bo na oblikovanje
ukrepov v kmetijstvu vplivalo
morebitno re-definiranje
toplogrednega učinka
metana?**

Toplogredni učinek plinov

(Global warming potential, GWP_{100})

	GWP_{100}
1 t CO_2 =	1 t ekv. CO_2
1 t CH_4 =	25 t ekv. CO_2
1 t N_2O =	298 t ekv. CO_2

Kritike GWP

- Slab kazalec povečanja temperature
- Ne daje jasnega sporočila, da je treba zmanjšati kumulativne emisije CO_2

Toplogredni učinek plinov

(Global warming potential, GWP_{100})

	GWP_{100}	Obstojnost
1 t CO_2 =	1 t ekv. CO_2	1000 let
1 t CH_4 =	25 t ekv. CO_2	12 let
1 t N_2O =	298 t ekv. CO_2	114 let

Equivalence of greenhouse-gas emissions for peak temperature limits

Stephen M. Smith^{1,2*}, Jason A. Lowe², Niel H. A. Bowerman³, Laila K. Gohar², Chris Huntingford⁴ and Myles R. Allen³

Climate policies address emissions of many greenhouse gases including carbon dioxide, methane, nitrous oxide and various halogen-containing compounds. These are aggregated and traded on a CO₂-equivalent basis using the 100-year global warming potential (GWP₁₀₀); however, the GWP₁₀₀ has received scientific and economic criticism as a tool for policy^{1–4}. In particular, given international agreement to limit global average warming to 2 °C, the GWP₁₀₀ does not measure temperature and does not clearly signal the need to limit cumulative CO₂ emissions^{5–7}. Here, we show that future peak temperature is constrained by cumulative emissions of several long-lived gases (including CO₂ and N₂O) and emission rates of a separate basket of shorter-lived species (including CH₄). For each basket we develop an emissions-equivalence metric allowing peak temperature to be estimated directly for any emissions scenario. Today's emissions of shorter-lived species

and cumulative CO₂ emissions. GTPs measure the change in global temperature at a single point in time after emission, taken relative to that for the same mass of emitted CO₂ (ref. 11). The chosen point can either be at a constant time horizon after emission, or can be fixed at the time of overall peak temperature ($\Delta T_{\max}$), in which case the time horizon progressively decreases and GTP values become dependent on timing of emission. Like the GWP, the GTP is critically dependent on the choice of a timescale (either the fixed time horizon or the timing of $\Delta T_{\max}$) and does not account for warming beyond this horizon. It therefore leaves scope for perverse trade-offs between long-lived CO₂ and more potent but shorter-lived emissions such as CH₄ (ref. 20).

Indeed, CO₂ perturbations are so long lived that temperature will stabilize within centuries only if CO₂ emissions are brought near to zero²¹. Furthermore, recent CO₂-only studies have shown that cumulative emissions are an effective constraint on $\Delta T_{\max}$.

2012
Kritika uporabnosti
GWP₁₀₀ za namene
oblikovanja
podnebne politike

ARTICLE OPEN

Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants

Michelle Cain^{1,2}, John Lynch³, Myles R. Allen^{1,3}, Jan S. Fuglestedt⁴, David J. Frame⁵ and Adrian H Macey^{6,7}

Anthropogenic global warming at a given time is largely determined by the cumulative total emissions (or stock) of long-lived climate pollutants (LLCPs), predominantly carbon dioxide (CO₂), and the emission rates (or flow) of short-lived climate pollutants (SLCPs) immediately prior to that time. Under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), reporting of greenhouse gas emissions has been standardised in terms of CO₂-equivalent (CO₂-e) emissions using Global Warming Potentials (GWP) over 100-years, but the conventional usage of GWP does not adequately capture the different behaviours of LLCPs and SLCPs, or their impact on global mean surface temperature. An alternative usage of GWP, denoted GWP*, overcomes this problem by equating an increase in the emission rate of an SLCP with a one-off “pulse” emission of CO₂. We show that this approach, while an improvement on the conventional usage, slightly underestimates the impact of recent increases in SLCP emissions on current rates of warming because the climate does not respond instantaneously to radiative forcing. We resolve this with a modification of the GWP* definition, which incorporates a term for each of the short-timescale and long-timescale climate responses to changes in radiative forcing. The amended version allows “CO₂-warming-equivalent” (CO₂-we) emissions to be calculated directly from reported emissions. Thus SLCPs can be incorporated directly into carbon budgets consistent with long-term temperature goals, because every unit of CO₂-we emitted generates approximately the same amount of warming, whether it is emitted as a SLCP or a LLCP. This is not the case for conventionally derived CO₂-e.

npj Climate and Atmospheric Science (2019)2:29; <https://doi.org/10.1038/s41612-019-0086-4>

2019
GWP* - alternativna
rešitev za GWP₁₀₀

GWP* upošteva
značilnosti kratko-
obstoje TGP

Environmental Research Letters



LETTER

Demonstrating GWP*: a means of reporting warming-equivalent emissions that captures the contrasting impacts of short- and long-lived climate pollutants

OPEN ACCESS

RECEIVED
30 September 2019

REVISED
16 January 2020

ACCEPTED FOR PUBLICATION
20 January 2020

PUBLISHED
2 April 2020

John Lynch^{1,3} , Michelle Cain¹ , Raymond Pierrehumbert¹ and Myles Allen^{1,2}

¹ Department of Physics, University of Oxford, United Kingdom

² Environmental Change Institute, University of Oxford, United Kingdom

³ Author to whom any correspondence should be addressed.

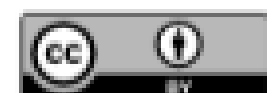
E-mail: john.lynch@physics.ox.ac.uk

Keywords: climate change, carbon dioxide equivalent, carbon dioxide warming equivalent, global warming potential, GWP*, methane

Supplementary material for this article is available [online](#)

Original content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 licence](#).

Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI.

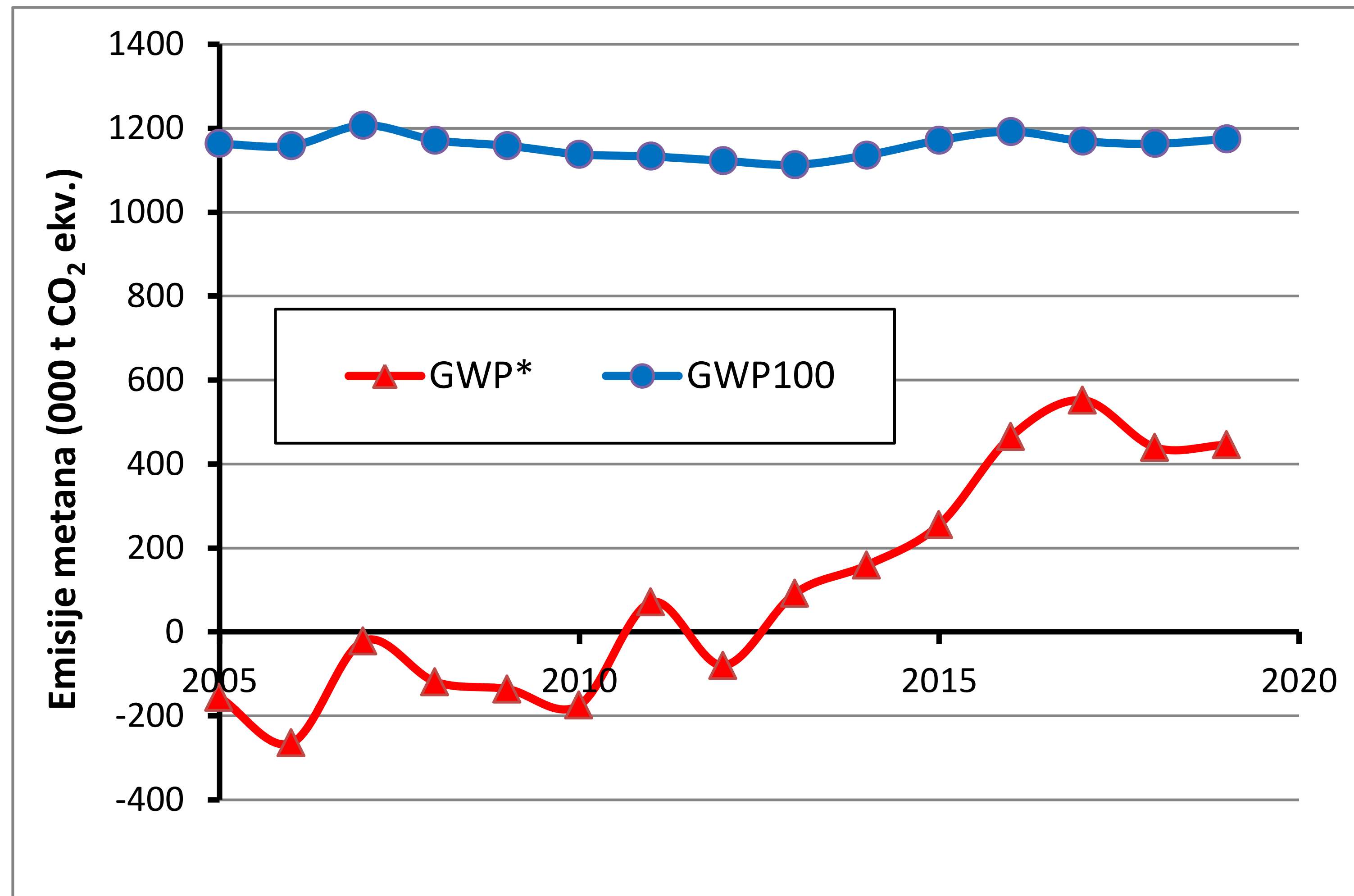


Abstract

The atmospheric lifetime and radiative impacts of different climate pollutants can both differ markedly, so metrics that equate emissions using a single scaling factor, such as the 100-year Global Warming Potential (GWP₁₀₀), can be misleading. An alternative approach is to report emissions as ‘warming-equivalents’ that result in similar warming impacts without requiring a like-for-like weighting per emission. GWP*, an alternative application of GWPs where the CO₂-equivalence of short-lived climate pollutant emissions is predominantly determined by changes in their emission rate, provides a straightforward means of generating warming-equivalent emissions. In this letter we illustrate the contrasting climate impacts resulting from emissions of methane, a short-lived greenhouse gas, and CO₂, and compare GWP₁₀₀ and GWP* CO₂-equivalents for a number of simple emissions scenarios. We demonstrate that GWP* provides a useful indication of warming, while conventional application of GWP₁₀₀ falls short in many scenarios and particularly when methane emissions are stable or declining, with important implications for how we consider ‘zero emission’ or

2020
Enačbe za pretvorbo
GWP₁₀₀ v GWP*

Razlike v oceni toplogrednega učinka metana na podlagi GWP_{100} in GWP^* za Slovenijo

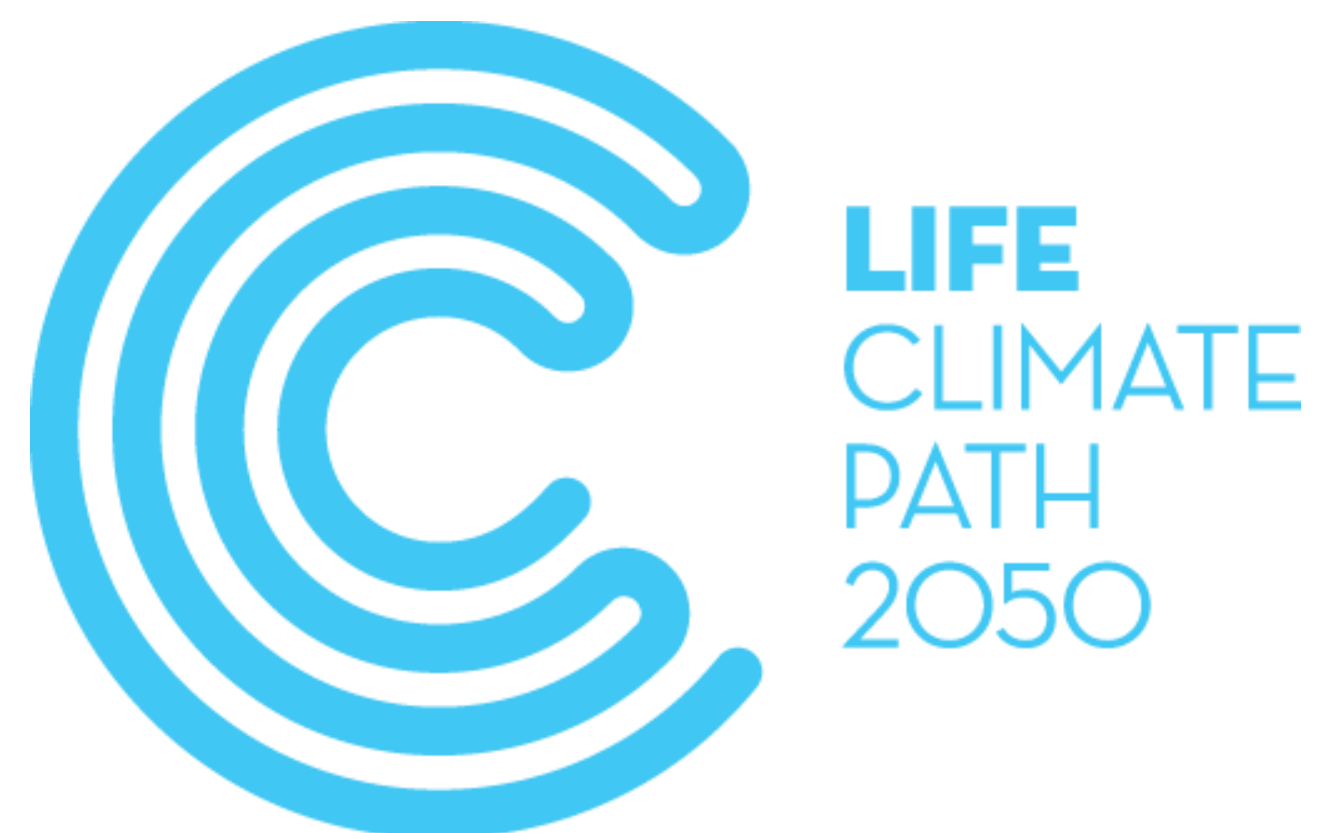


Spremembe ob morebitnem prehodu na poročanje na podlagi GWP*

Prispevek kmetijstva k skupnim izpustom TGP v Sloveniji:	9,8% → 5,6 %
Delež toplogrednega učinka metana v kmetijstvu:	70 % → 52 %
Delež toplogrednega učinka didušikovega oksida v kmetijstvu:	30 % → 48 %

Potrebe po ukrepih za zmanjšanje emisij TGP v luči novih spoznanj o toplogrednem učinku metana

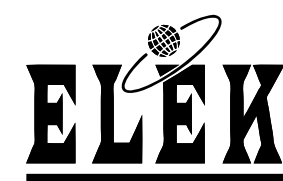
- Emisije v kmetijstvu bodo v stroki in javnosti manj izpostavljene – to pa ne pomeni, da bo ukrepanje na področju kmetijstva izgubilo na pomenu
- V primeru povečevanja emisij je ocena toplogrednega učinka prek GWP_{100} ali GWP^* podobna, v primeru hitrega povečevanja izkazuje GWP^* celo večji učinek kot GWP_{100}
- V primeru uspešnega zmanjševanja emisij metana lahko postane živinoreja „ponor“ metana – prispeva lahko k zmanjšanju koncentracij v atmosferi
- Pri didušikovem oksidu so pomembne kumulativne emisije, zato je treba ukrepati hitro. Pri metanu je hitrost ukrepanja manj pomembna.



Vodilni partner projekta LIFE Climate Path 2050:



Partnerji projekta LIFE Climate Path 2050:



ELEK,
načrtovanje,
projektiranje in
inženiring, d.o.o.



**Gradbeni
Inštitut ZRMK,**
d.o.o.



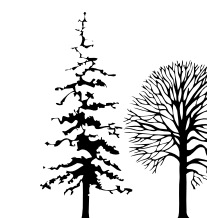
**Inštitut za
ekonomska
raziskovanja**



**Kmetijski
inštitut Slovenije**



**PNZ svetovanje
projektiranje,
d.o.o.**



**Gozdarski
inštitut Slovenije**

www.PodnebnaPot2050.si

Hvala!