Co-funded by the European Union

ECOThink

Primerjalna ocena življenjskega cikla alternativnih embalažnih materialov za pijače

Damjan Krajnc

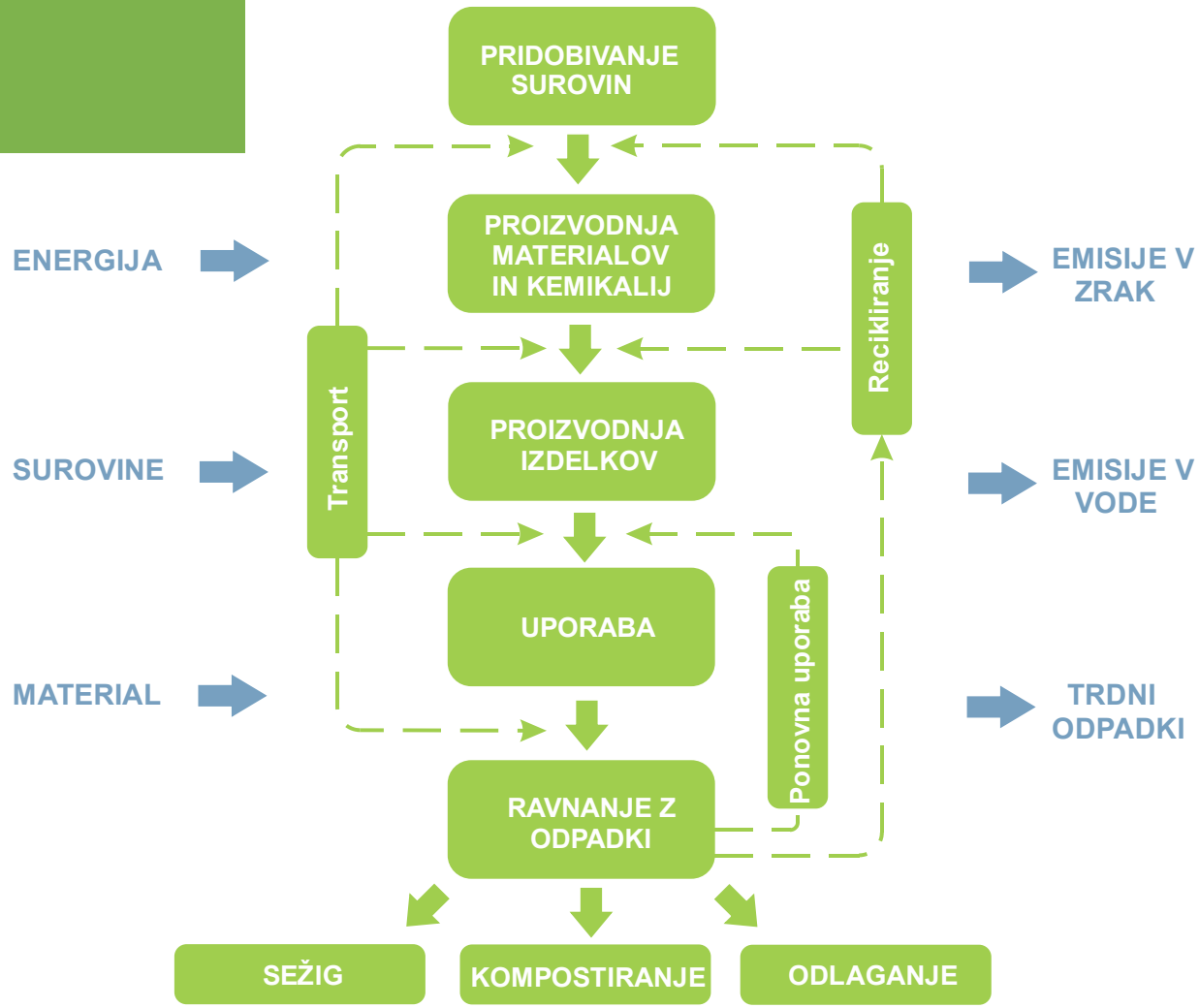
MIITR

OCENA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA

LCA, Life Cycle Assessment

Zbiranje in vrednotenje vtokov, iztokov in možnih okoljskih vplivov proizvodnega sistema skozi njegov življenjski cikel.

Ocena življenjskega cikla je pristop, s katerim lahko kvantificiramo vplive na okolje, povezane s celotnim življenjskim ciklom izdelka ali funkcije.

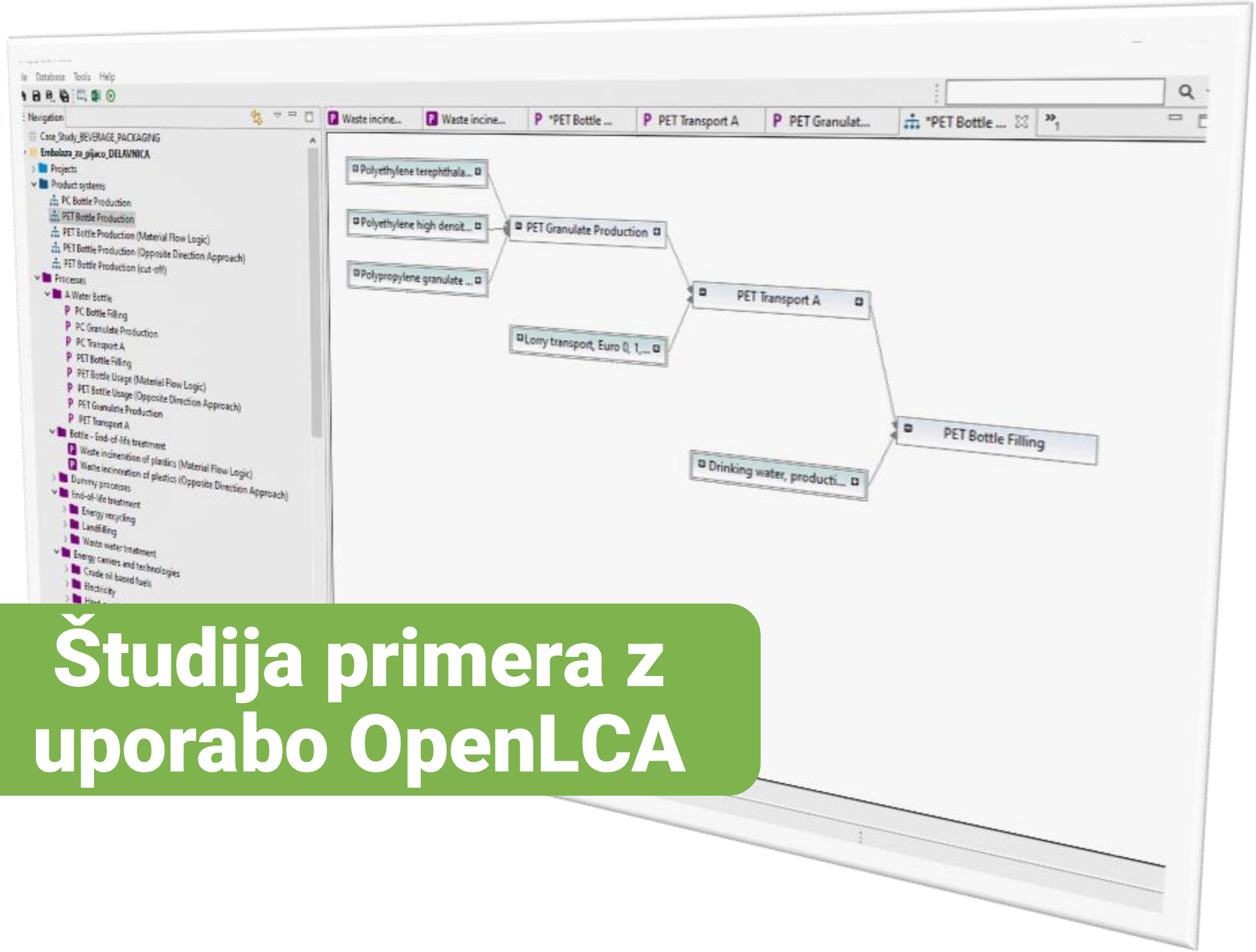


*ISO 14040:2006

Uporabnost analize LCA

- **razumevanje** proizvodnega sistema,
- **identifikacija žarišč**,
- izogib **preusmerile bremena** na drug del verige,
- **primerjava sistemov**,
- **primerjalno ocenjevanje** napredka,
- zagotavljanje **podatkov** za okoljski (ogljični odtis),
- podprtje rezultatov analize LCA za **okoljsko izjavo izdelka**

Študija primera z uporabo OpenLCA



- primer ocenitve okoljskih vplivov različnih embalažnih materialov za enkratno uporabo:
  - plastenke iz polietilen tereftalata (PET)
  - steklenice (GL)
  - pločevinke iz aluminija (ALU)
- Uporabljeni bazi podatkov

  ELCD 3.2 (https://nexus.openlca.org/databases) in

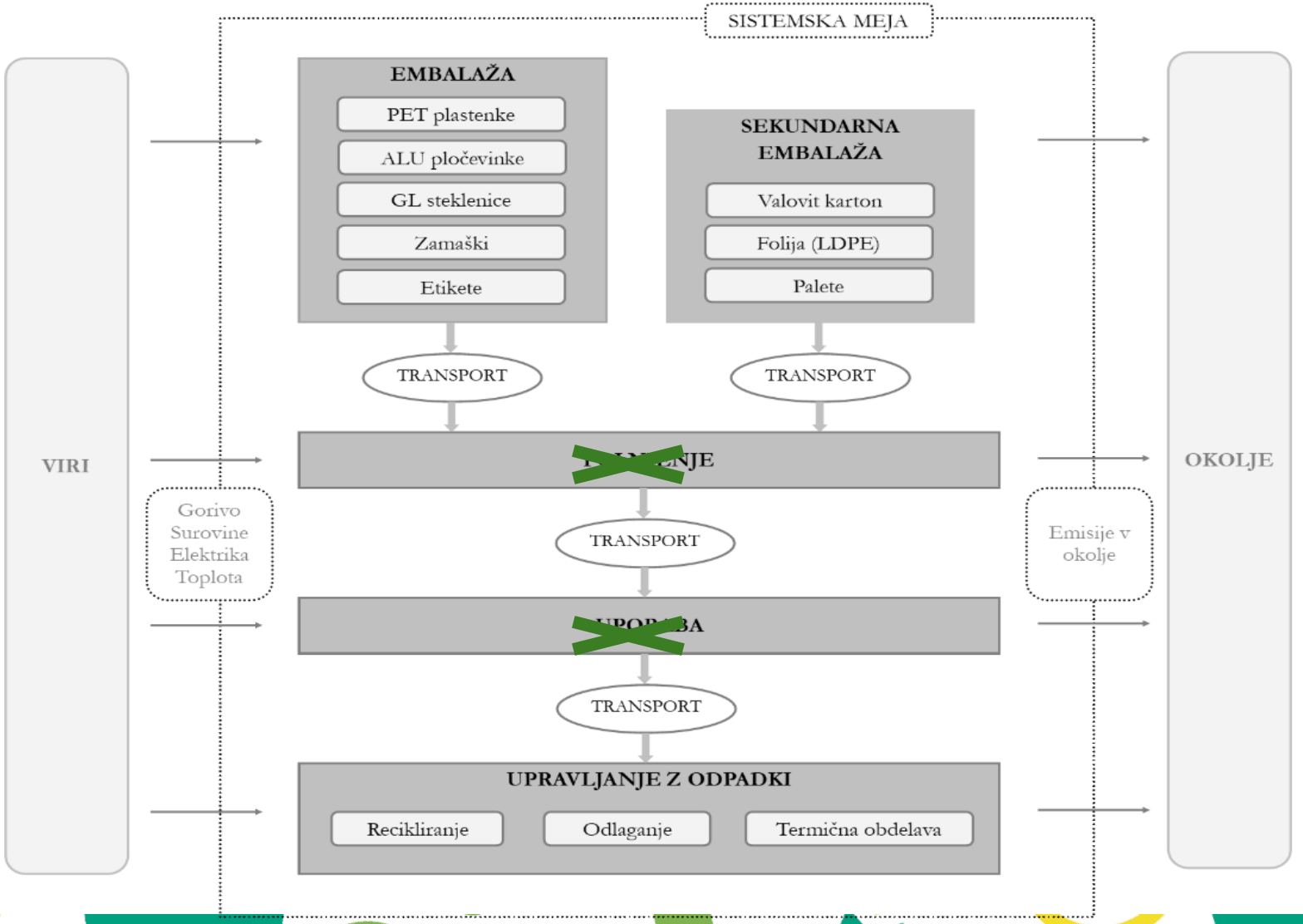
  Ecoinvent 3.2 (https://www.ecoinvent.org/).
- Metoda ocenjevanja: CML 2001 (Institute of the Faculty of Science of Leiden University)

  (Metode LCIA na voljo v razdelku http://www.openlca.org/download_page#LCIA_methods).

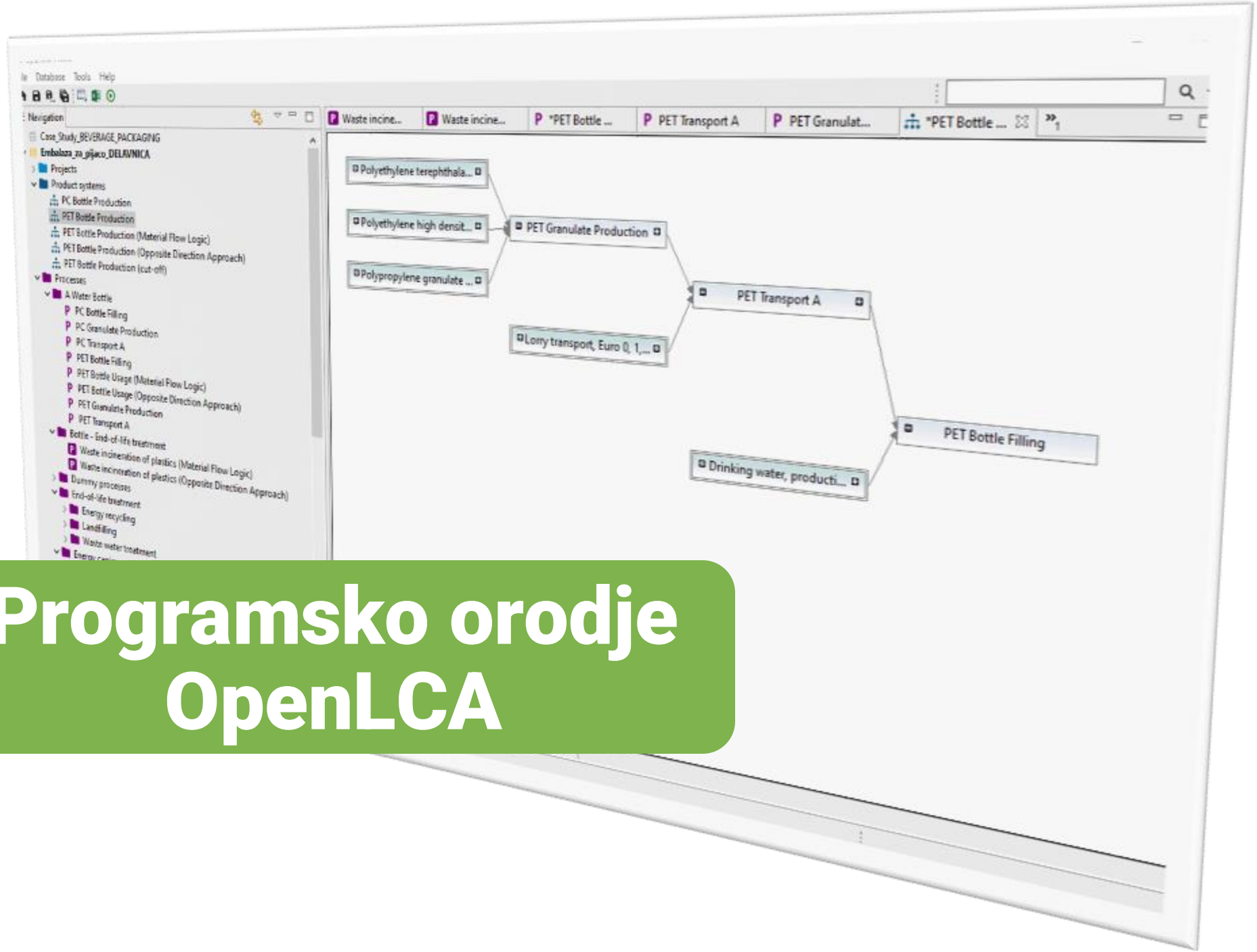
Funkcijska enota

Embalaža, potrebna za polnjenje in distribucijo 1000 L pijače (v enotah po 0,5 L).

- Proizvodni sistem vključuje:
  - proizvodnjo materialov za embalažo (aluminijasta pločevinka, steklenica in PET plastenka)
  - etikete
  - zamaške
- transportno embalažo:
  - valoviti karton
  - folija za enkratno uporabo
  - lesene EUR palete)



Programsko orodje OpenLCA



- brezplačno **profesionalno orodje** za oceno življenjskega cikla
- razvija ga podjetje GreenDelta od leta 2006 (zadnja verzija 1.9)
- funkcionalen in tehnično **posodabljan**
- rastoča skupnost uporabnikov (cca. 300 prenosov na teden)
- **najširši izbor ustreznih podatkovnih baz** za inventarizacijo procesov
- nudi **vse funkcije za profesionalno modeliranje** in analizo LCA

Namestitvene datoteke na voljo na https://www.openlca.org/download/

Downloads

openLCA

After 4 months of beta testing, here is finally version 1.9 (release date: June 30, 2019). We recommend to use this version. Our tests have not shown any issues, but should you run into any, please let us know. Thanks in advance! For the windows version, we are not providing the installer any more – just unzip the archive, and start openLCA.exe.

Windows	Mac	Linux	Sources	Latest build

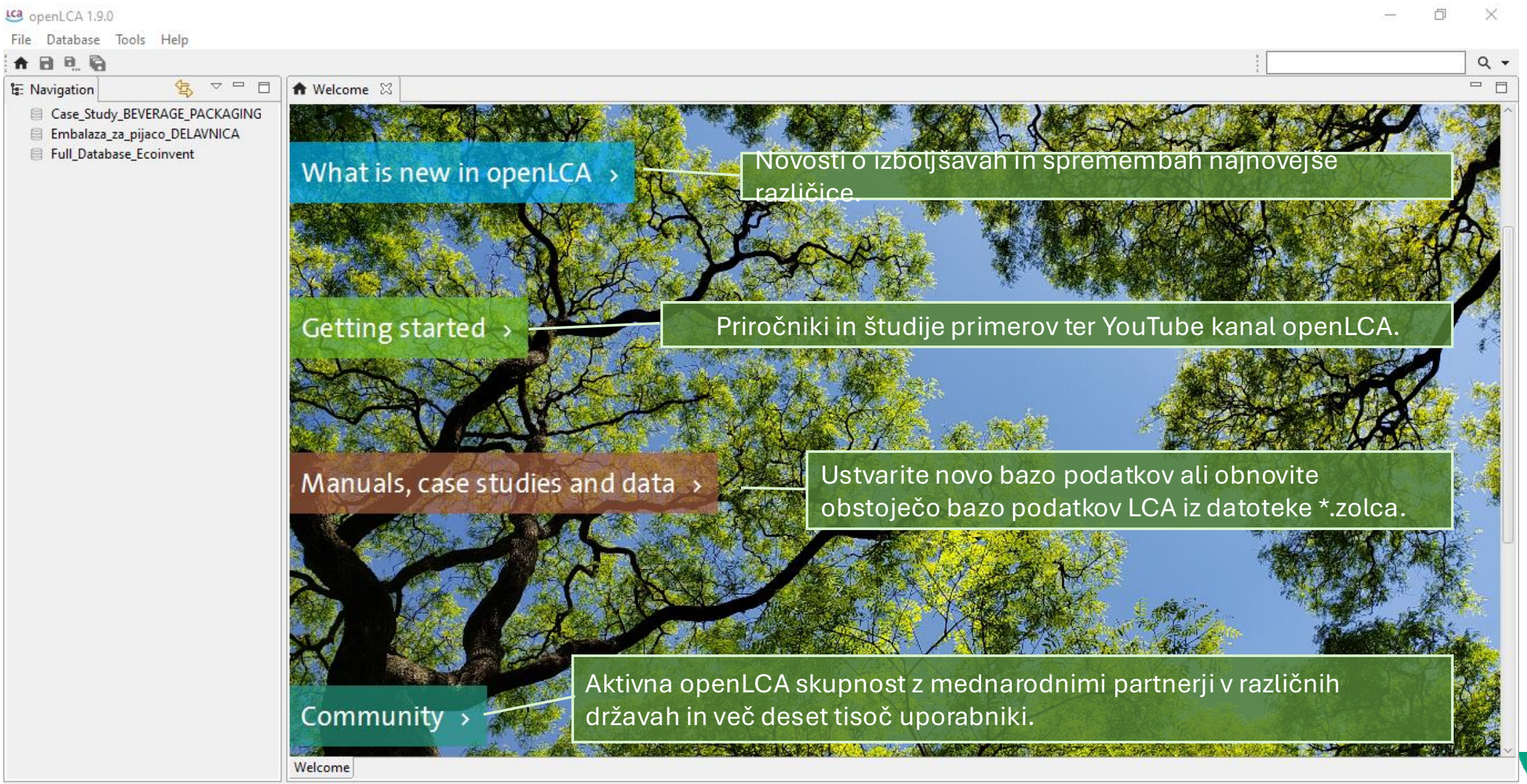
Just unzip the archive, and start openLCA.exe. To uninstall, just delete the created folder with subfolders. You can have several versions of openLCA in different folders on the same computer.

openLCA 1.9 Zip-Archive: 64 bit

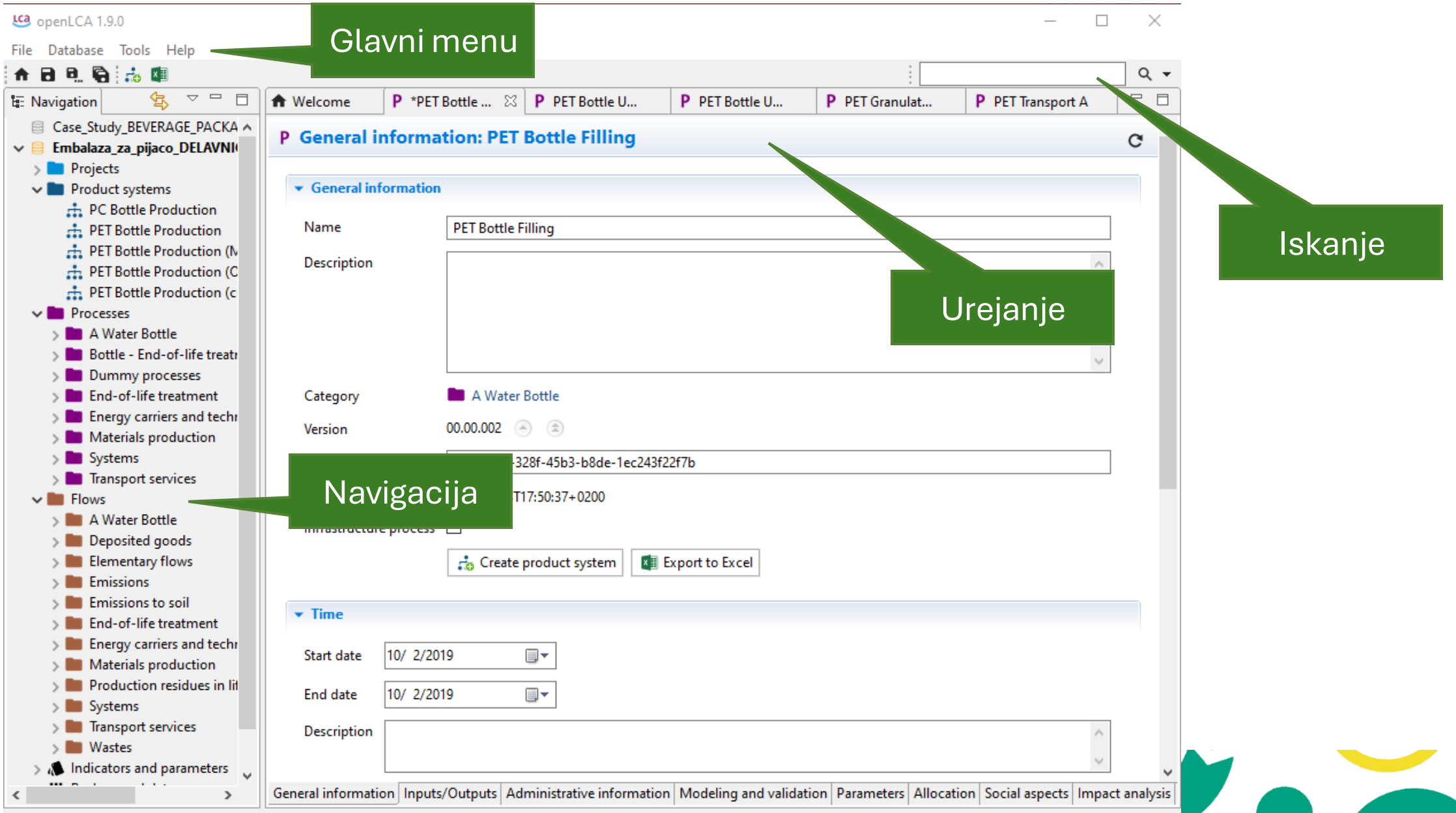
Downloads

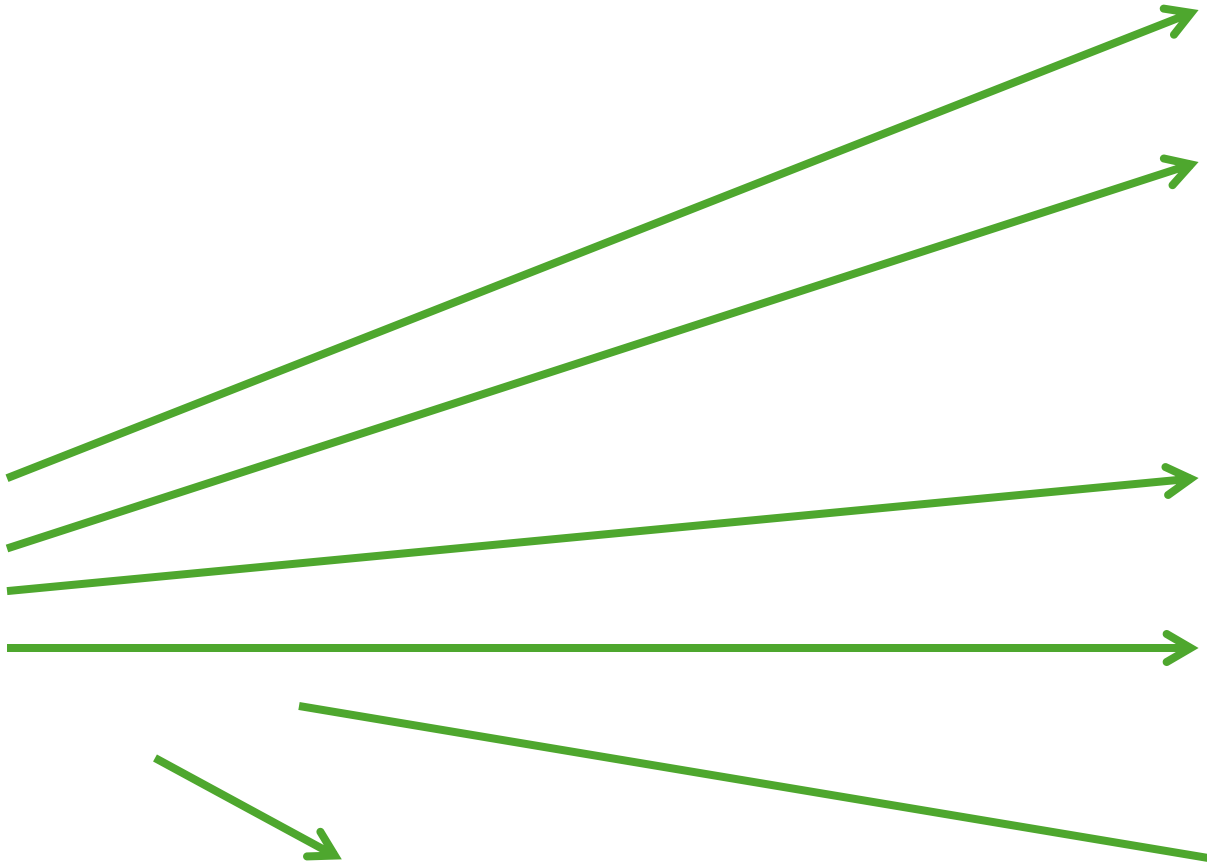
- openLCA
- LCA Collaboration Server
- Impact methods
- Data quality systems
- Format converter

Uvodno okno OpenLCA



Uvodno okno OpenLCA





Projekti:
Primerjava proizvodnih sistemov

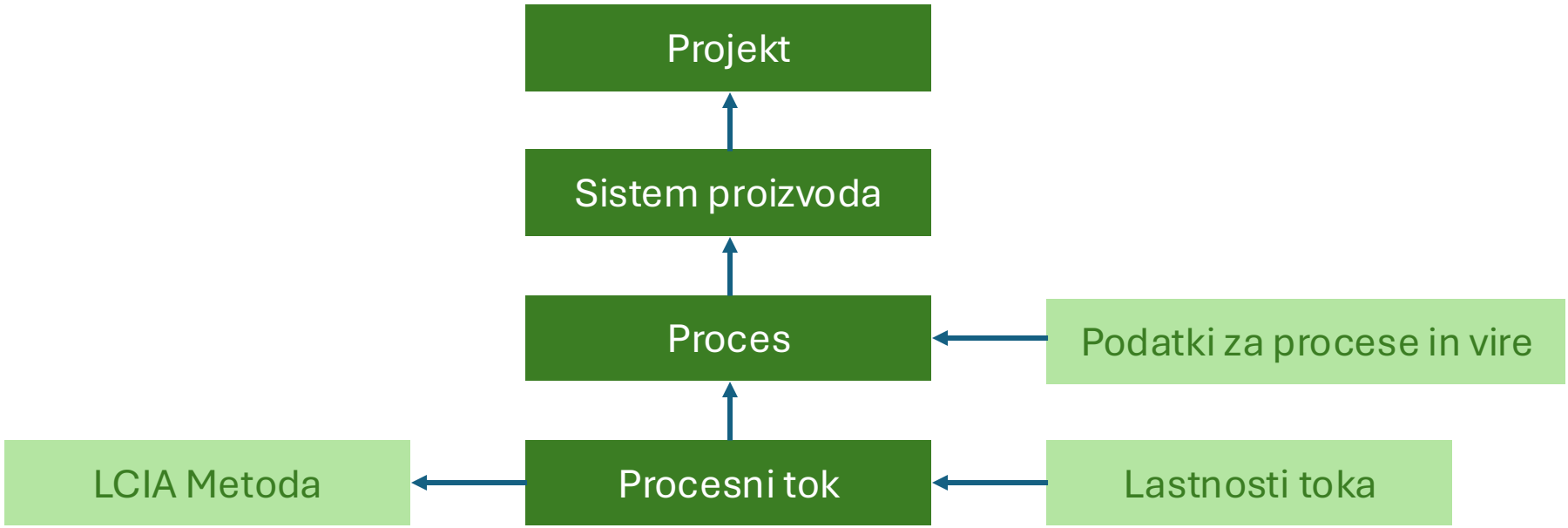
Proizvodni sistemi:
procesna omrežja (potrebna za izračun rezultatov inventarizacije in ocena vplivov)

Procesi:
Proizvodnja ali
modifikacija materialov / produktov

Tokovi:
Pretok produktov in materialov

Osnovni podatki
Lastnosti toka (dolžina, masa itd.)
Skupine enot
Valute
Akterji (osebe, ki so posredovali podatke ali spremenile modele)
Viri (uporabljena literatura)
Lokacije

Indikatorji in parametri:
Metode ocene vplivov
Socialni kazalci
Globalni parametri
Sistem kakovosti podatkov



Smer puščice ponazarja smer toka informacij

https://nexus.openlca.org/

Ključni vir za zbirke podatkov LCA

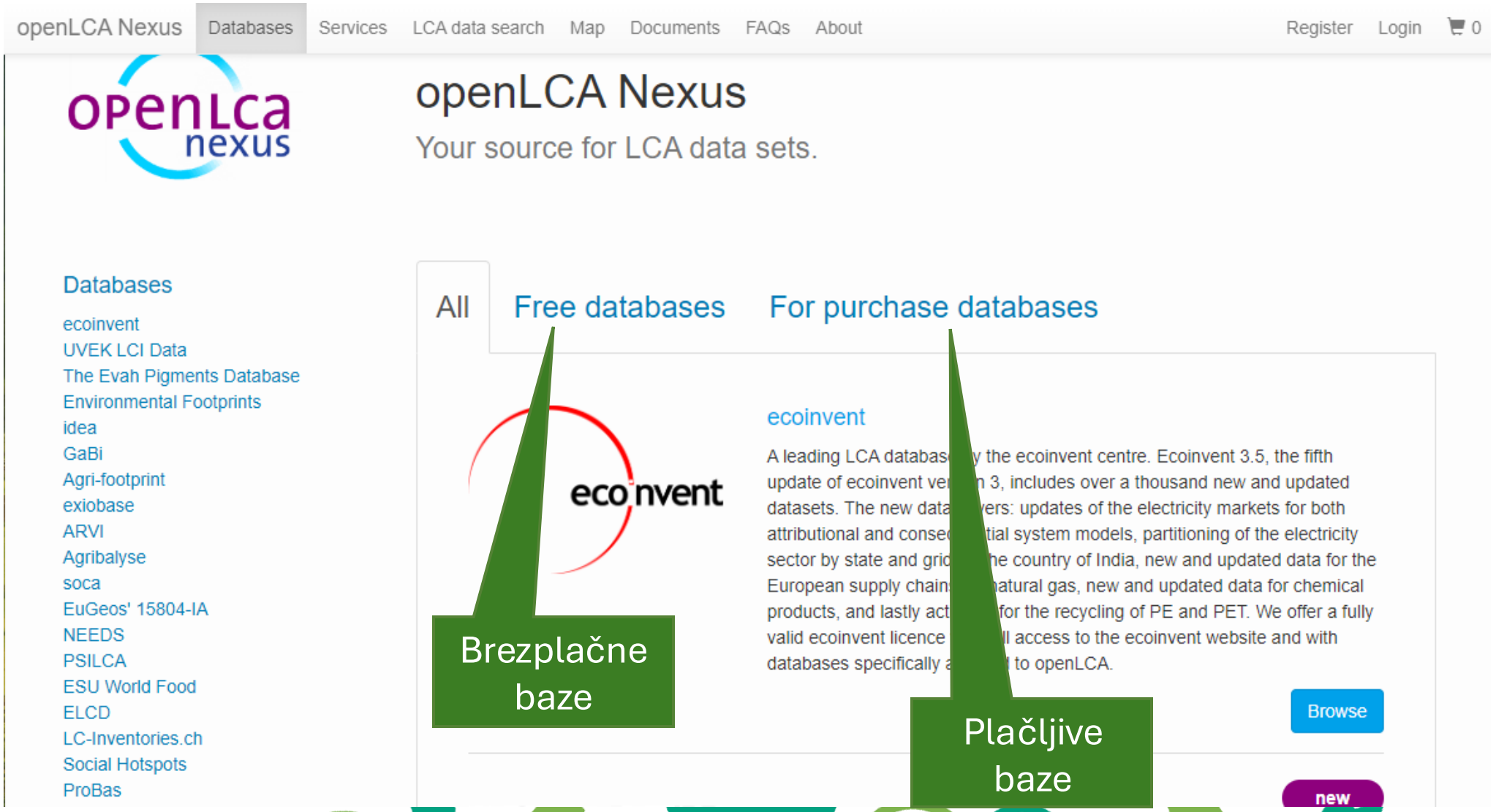
Iskanje in prenos podatkov:

Iskanje ponudnika, države, drugih lokacij, kategorij, cen ipd.

Možen neposreden nakup oz. prenos podatkov za uporabo v OpenLCA

OpenLCA Nexus

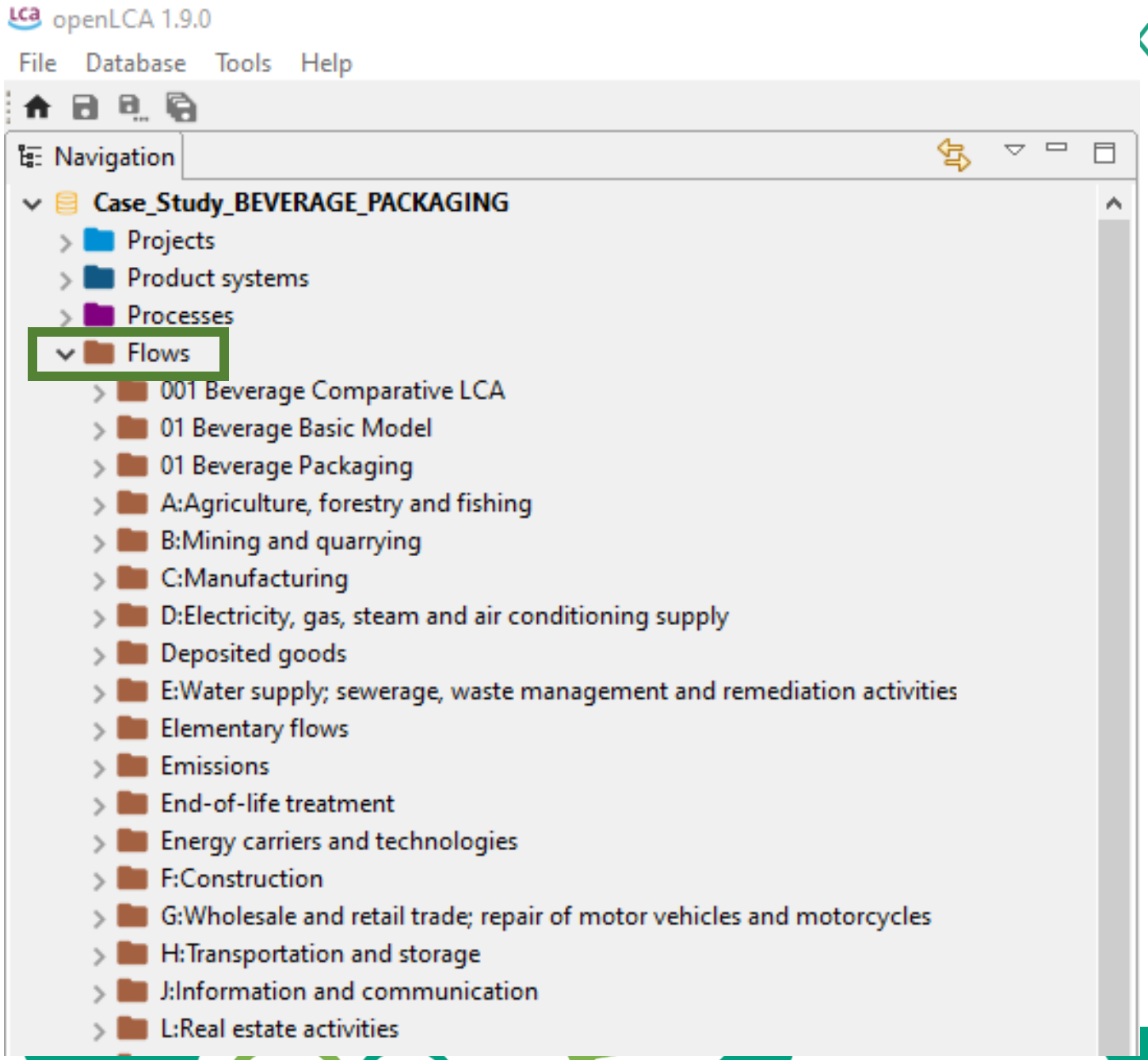
https://nexus.openlca.org/

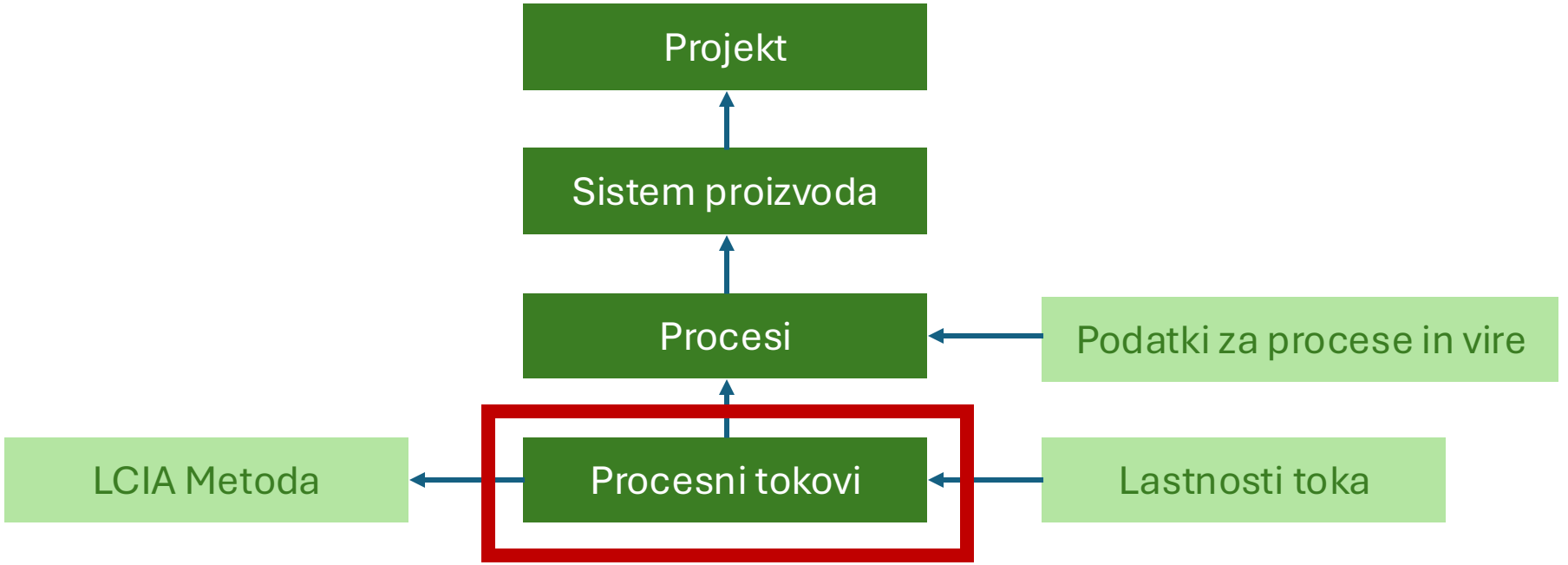


OpenLCA Nexus

Skupno > 130.000 naborov podatkov

Ustvarjanje tokov



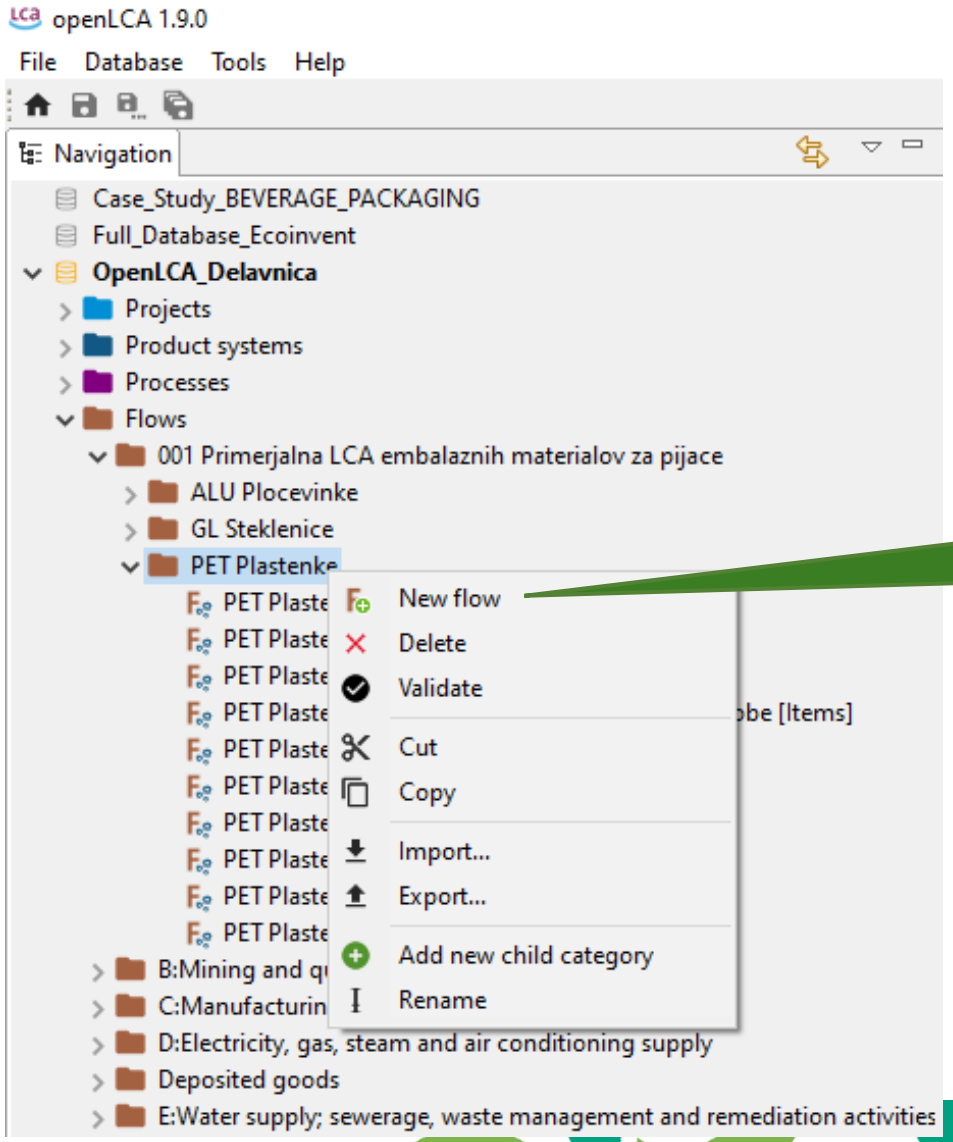


Smer puščice ponazarja smer toka informacij

Podatki za inventarizacijo

- LCI (popis ali inventarizacija življenjskega cikla) količinsko opredeljuje porabo virov (energije in materialov) in okoljskih emisij, povezani s specifičnim življenjskim ciklom proizvoda.
- pridobljeni iz podatkovnih baz Ecoinvent 3.2 (Ecoinvent, 2016) in evropske referenčne baze življenjskih ciklov Skupnega raziskovalnega središča (Joint Research Center), različica 3.2 (ELCD, 2015) ter proizvajalcev pijač.
- Zamaški steklenic narejeni iz 84 % aluminijeve zlitine in 16 % polietilena nizke gostote (LDPE) (Amienyo et al., 2013).
- PET plastenke so proizvedene iz 80 % deviškega (primarnega) materiala in preostali delež iz recikliranih PET vlaken (Pivovarna Laško Union, 2019).
- Zamaški so izdelani iz polietilena visoke gostote (HDPE) in etikete iz LDPE.
- sekundarna embalaža vključuje različne materiale in sisteme, kot je karton, folija iz LDPE in lesene EUR palete

Tokovi: ustvarjanje tokov



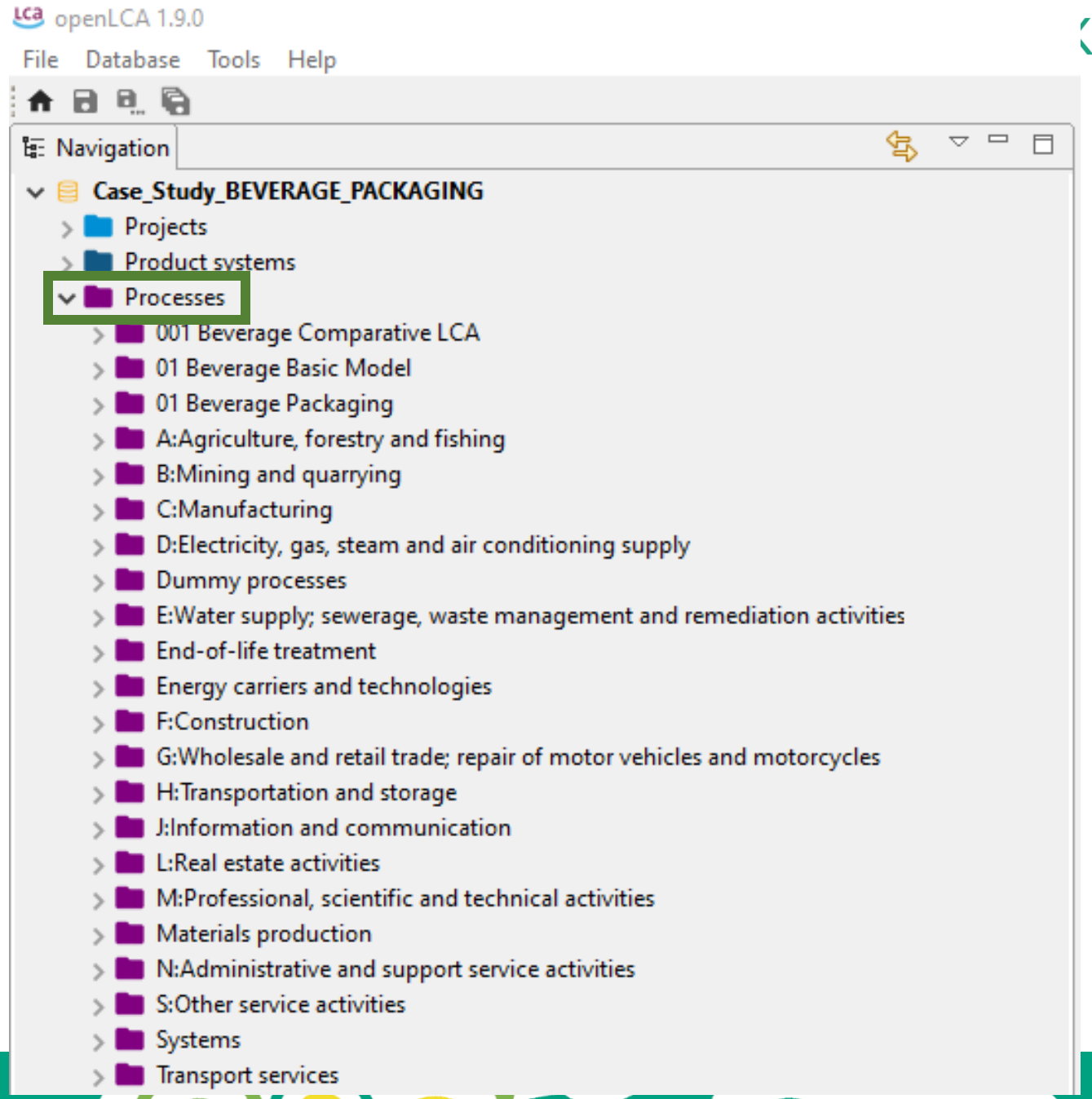
z desno miškino tipko kliknite mapo „Flow“, izberite „Create new flow“.

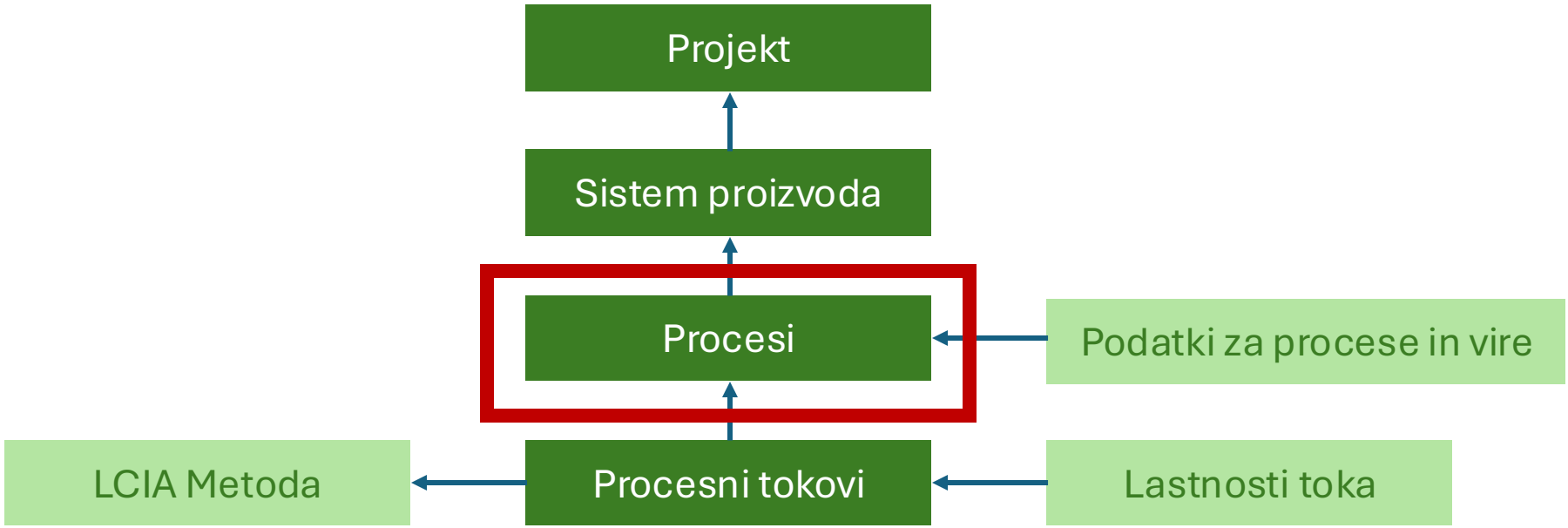
Tokovi: ustvarjanje tokov

Sedaj ustvarimo ostale tokove:

Ime toka	Vrsta toka	Lastnosti referenčnega toka
01 PET Plastenke - Življenjski cikel	Proizvod	Število proizvodov
PET Plastenke - Proizvodnja PET	Proizvod	Število proizvodov
PET Plastenke - Proizvodnja etiket	Proizvod	Število proizvodov
PET Plastenke - Proizvodnja zamaškov (HDPE)	Proizvod	Število proizvodov
PET Plastenke - Sekundarna embalaža	Proizvod	Število proizvodov
PET Plastenke - Ravnanje ob koncu življenjskega cikla	Proizvod	Število proizvodov
PET Plastenke - Odlaganje	Proizvod	Število proizvodov
PET Plastenke - Recikliranje	Proizvod	Število proizvodov
PET Plastenke - Termična obdelava	Proizvod	Število proizvodov
PET Plastenke – Transport	Proizvod	Število proizvodov

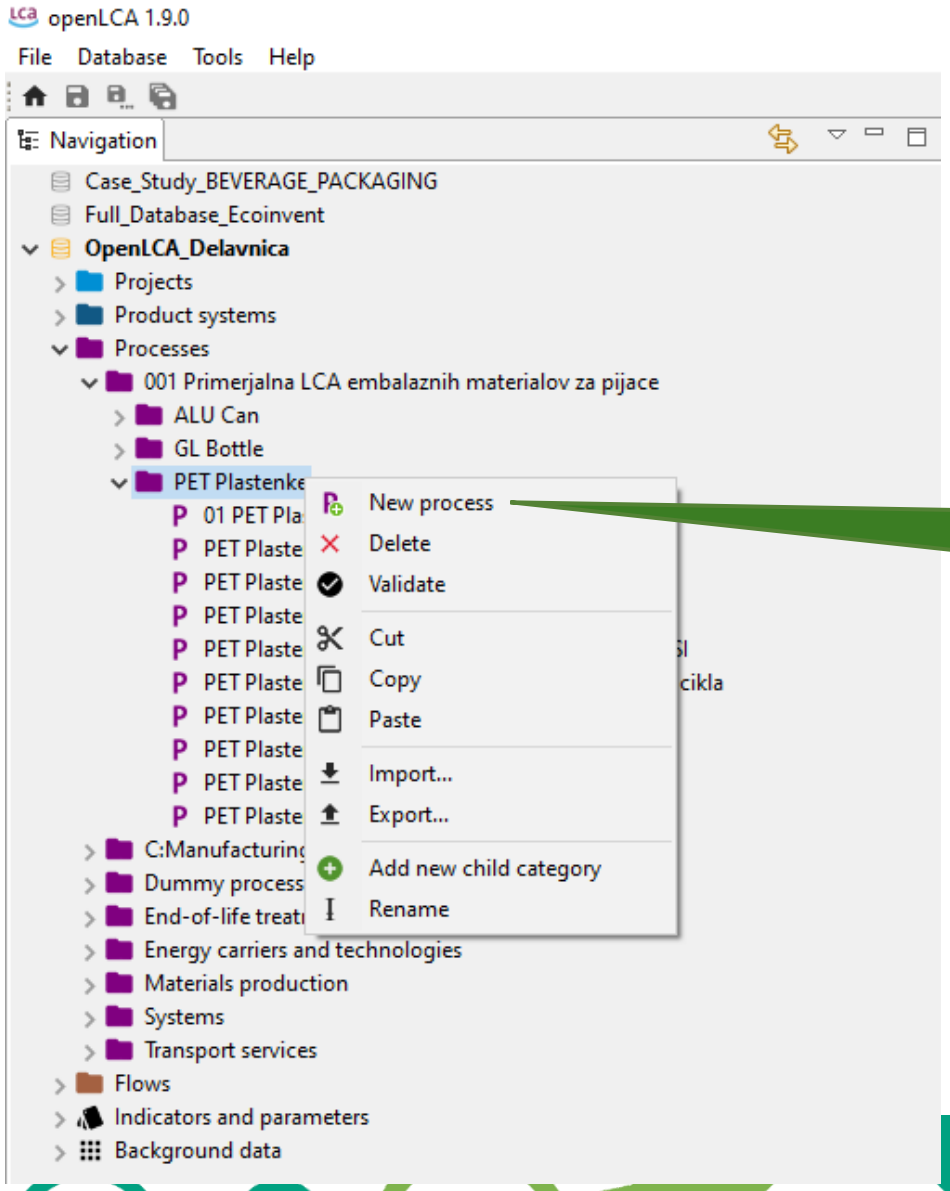
Ustvarjanje procesov





Smer puščice ponazarja smer toka informacij

Procesi: ustvarjanje novega procesa



z desno miškino tipko kliknite mapo „Processes“, izberite „New process“.

Procesi: ustvarjanje procesov

Ustvarjanje procesov glede na vtoke v skladu s tabelo:

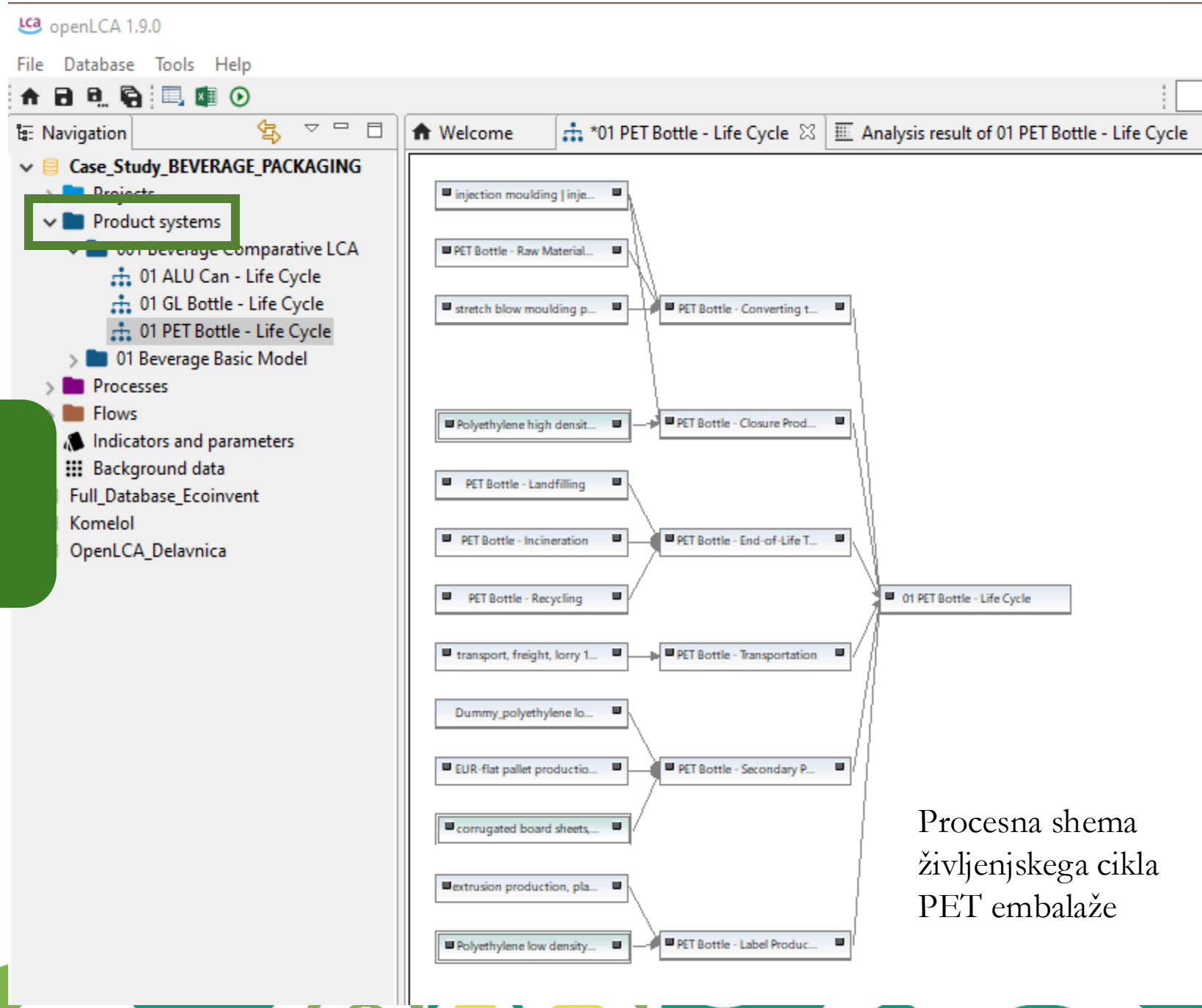
Proces	Kvantitativna referenca	Vhodni tokovi	Količina
Plastenka (PET)	PET Plastenke - Proizvodnja PET	polyethylene terephthalate (PET) granulate	49.30
Zamašek (HDPE)	PET Plastenke - Proizvodnja zamaškov (HDPE)	Polyethylene low density granulate (PE-LD), production mix, at plant	6.03
Etiketa (LDPE)	PET Plastenke - Proizvodnja etiket	Polyethylene high density granulate (PE-HD), production mix, at plant	1.62
Valovit karton	PET Plastenke - Sekundarna embalaža	corrugated board sheets; production mix	8.90
Folija (LDPE)	PET Plastenke - Sekundarna embalaža	polyethylene low density foil (PE-LD)	0.71
Paleta	PET Plastenke - Sekundarna embalaža	dummy_Wooden pallet (EURO)	25.0
Transport *	PET Plastenke - Transport	lorry transport, Euro 0, 1, 2, 3, 4 mix, 22 t total weight, 17,3t max payload	20 361
Termična obdelava	PET Plastenke - Termična obdelava	Waste incineration of plastics (PET, PMMA, PC), at plant, average European waste-to-energy plant, without collection, transport and pre-treatment - EU-27	7.97
Odlaganje	PET Plastenke - Odlaganje	Landfill of plastic waste, at landfill site, landfill including landfill gas utilisation and leachate treatment and without collection, transport and pre-treatment - EU-27	2.85
Recikliranje	PET Plastenke - Recikliranje	Dummy_Plastic (unspecified)	

Procesi: ustvarjanje procesov: Transport

- Upoštevane razdalje po predvidevanju
- V analizi smo upoštevali transport s tovornjakom 16-32 ton, EURO 5.

Transportne poti	Segment	Razdalja [km]
1. stopnja transporta	od proizvodnje surovin do proizvodnega mesta	230
2. stopnja transporta	od proizvodnega mesta do polnjenja pijače	30.0
3. stopnja transporta	od centralnega skladišča do mesta prodaje	133
4. stopnja transporta	od mesta odlaganja do centra za ravnanja z odpadki	20.0
	SKUPAJ:	413

Sistem proizvoda
analiza in rezultati



Procesna shema življenjskega cikla PET embalaže

Ocena okoljskih vplivov življenjskega cikla

pretvoriti rezultate inventarizacije (popisa) v različne vrste okoljskih vplivov.

Obravnavane kategorije vplivov:

podnebne spremembe

tanjšanje ozonske plasti,

evtrofikacija,

zakisljevanje,

Vplivi na okolje so bili ocenjeni po metodi CML 2001.

Kazalci, ki se običajno uporabljajo v analizi LCA

Skupne zahteve po energiji

Ocena toksičnosti za ekosistem in ljudi

Sprememba rabe zemljišča

Vodni odtis

Potencial tanjšanja ozonske plasti

Potencial evtrofikacije oz. nutrifikacije

Potencial nastajanja fotokemičnega ozona

Potencial globalnega segrevanja (ogljični odtis)

Potencial acidifikacije

Analysis result of 01 PET Bottle - Life Cycle

01 PET Bottle - Life Cycle

Impact analysis: CML 2001 (all impact categories)

Subgroup by processes ☑ Don't show < 5 %

Name	Category	Inventory result	Impact factor	Impact result	Unit
Equal benefit incremental reactivity - CML 2001 (all impac				0.01715	kg for...
Marine aquatic ecotox. 100a - CML 2001 (all impact categ				-499.53091	kg 1,4...
Freshwater sediment ecotox. 20a - CML 2001 (all impact c				-341.56881	kg 1,4...
Abiotic depletion - CML 2001 (all impact categories)				1.00858	kg Sb ...
Global warming 100a - CML 2001 (all impact categories)				113.12251	kg C...
P Polyethylene high density granulate (PE-HD), producti	Materials p...			11.53418	kg C...
P electricity production, lignite | electricity, high voltage	351:Electric...			11.39501	kg C...
P electricity production, hard coal | electricity, high volta	351:Electric...			6.97493	kg C...
P corrugated board sheets, production mix, at plant, tecl	Systems / P...			6.26197	kg C...
P electricity production, hard coal | electricity, high volta	351:Electric...			5.69083	kg C...
P treatment of waste polyethylene terephtalate, municip	382:Waste t...			-8.15911	kg C...
P Waste incineration of plastics (PET, PMMA, PC), at plar	End-of-life ...			-19.32815	kg C...
Marine sediment ecotox. 100a - CML 2001 (all impact cate				-588.71254	kg 1,4...
Freshwater sediment ecotox. infinite - CML 2001 (all impa				-357.92008	kg 1,4...
Acidification - CML 2001 (all impact categories)				0.66240	kg SO...
Average European (kg NOx eq) - CML 2001 (all impact cat				0.29342	kg N...
Human toxicity infinite - CML 2001 (all impact categories				-2.34789	kg 1,4...
Lower limit of net global warming - CML 2001 (all impact				114.07858	kg C...
Photochemical oxidation (low NOx) - CML 2001 (all impa				0.01680	kg C2...
Freshwater sediment ecotox. 500a - CML 2001 (all impact				-356.10488	kg 1,4...
Freshwater aquatic ecotox. 100a - CML 2001 (all impact ca				-143.30637	kg 1,4...
Terrestrial ecotoxicity infinite - CML 2001 (all impact categ				0.36038	kg 1,4...

General information | Inventory results | Impact analysis | Process results | Contribution tree | Grouping | Locations | Sankey diagram | LCIA Checks

Analysis result of 01 PET Bottle - Life Cycle

01 PET Bottle - Life Cycle

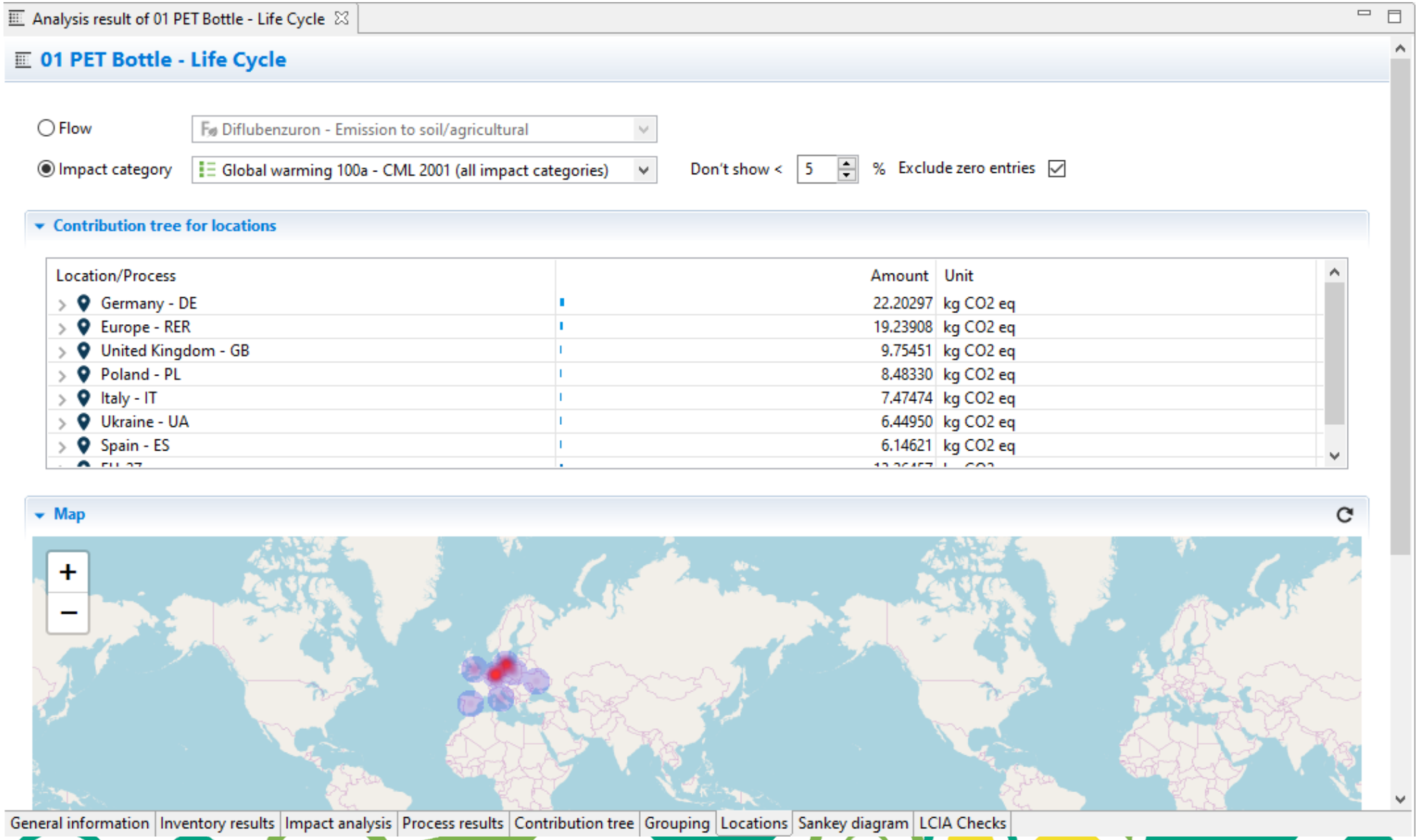
Flow: Diflubenzuron - Emission to soil/agricultural

Impact category: Global warming (GWP100a) - CML-IA baseline

Prispevki posameznih procesnih faz k potencialu globalnega segrevanja (GWP)

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	01 PET Bottle - Life Cycle	114.86561	kg CO2 eq
92.85%	PET Bottle - Converting to bottle	106.65542	kg CO2 eq
15.43%	PET Bottle - Closure Production (HDPE) - SI	17.72912	kg CO2 eq
13.42%	PET Bottle - Secondary Packaging	15.41155	kg CO2 eq
03.60%	PET Bottle - Label Production	4.13159	kg CO2 eq
02.99%	PET Bottle - Transportation	3.43411	kg CO2 eq
-28.29%	PET Bottle - End-of-Life Treatment	-32.49618	kg CO2 eq

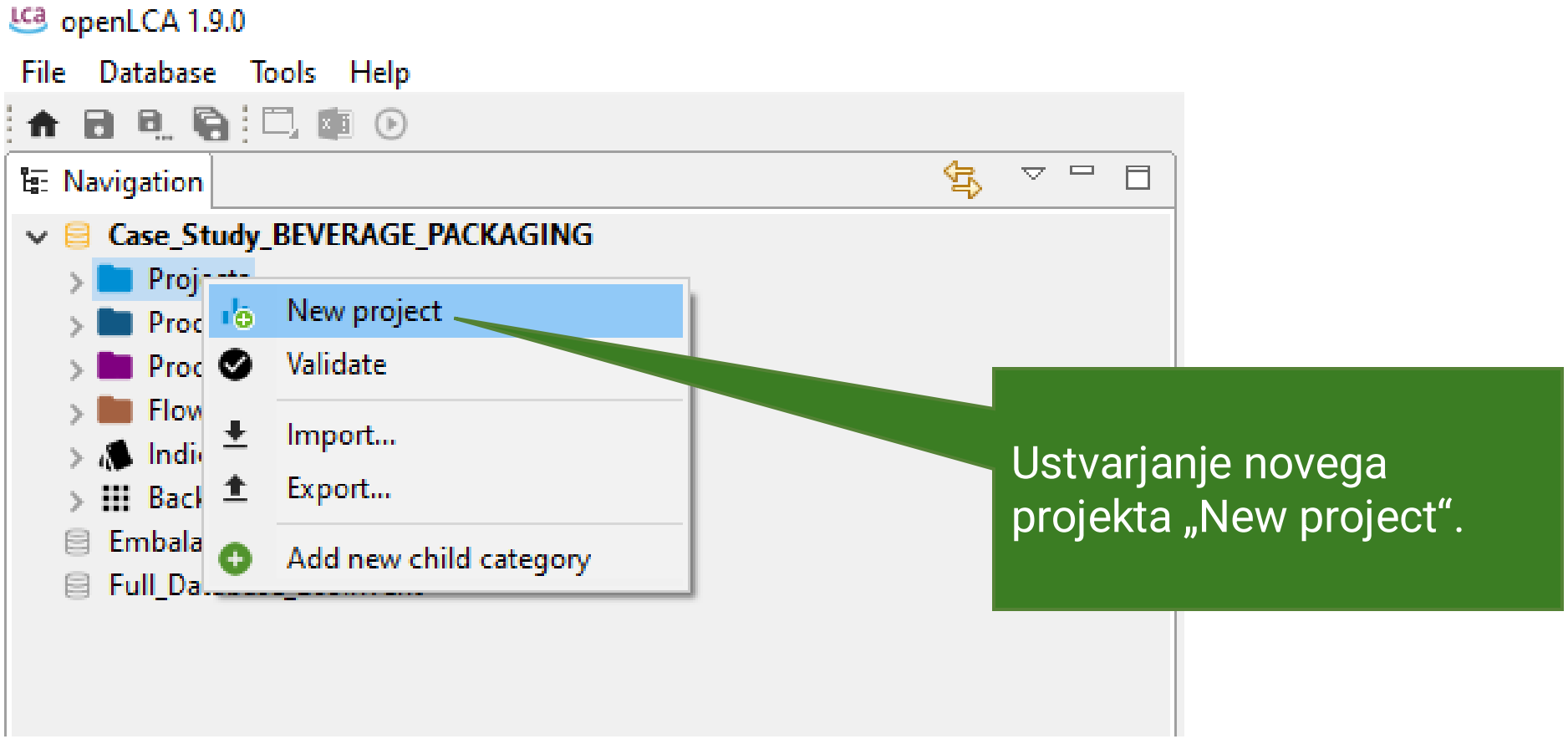
General information | Inventory results | Impact analysis | Process results | Contribution tree | Grouping | Locations

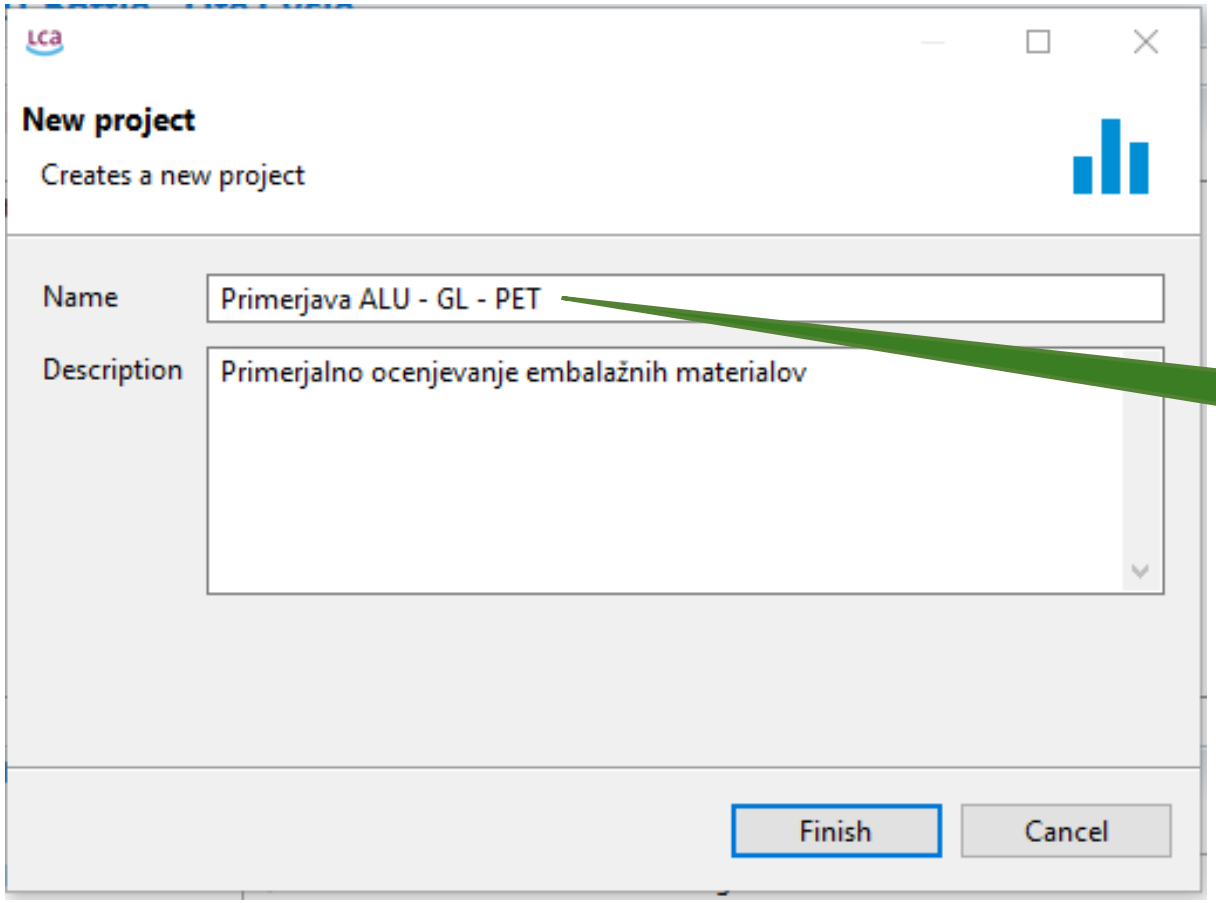

Analysis result of 01 PET Bottle - Life Cycle
01 PET Bottle - Life Cycle
Flow
Diflubenzuron - Emission to soil/agricultural
Impact category
Global warming 100a - CML 2001 (all impact categories)
Don't show <
5
%
Exclude zero entries
Contribution tree for locations
Location/Process
Amount
Unit
Germany - DE
22.20297
kg CO2 eq
Europe - RER
19.23908
kg CO2 eq
United Kingdom - GB
9.75451
kg CO2 eq
Poland - PL
8.48330
kg CO2 eq
Italy - IT
7.47474
kg CO2 eq
Ukraine - UA
6.44950
kg CO2 eq
Spain - ES
6.14621
kg CO2 eq
Map
General information
Inventory results
Impact analysis
Process results
Contribution tree
Grouping
Locations
Sankey diagram
LCIA Checks

Ustvarjanje projekta

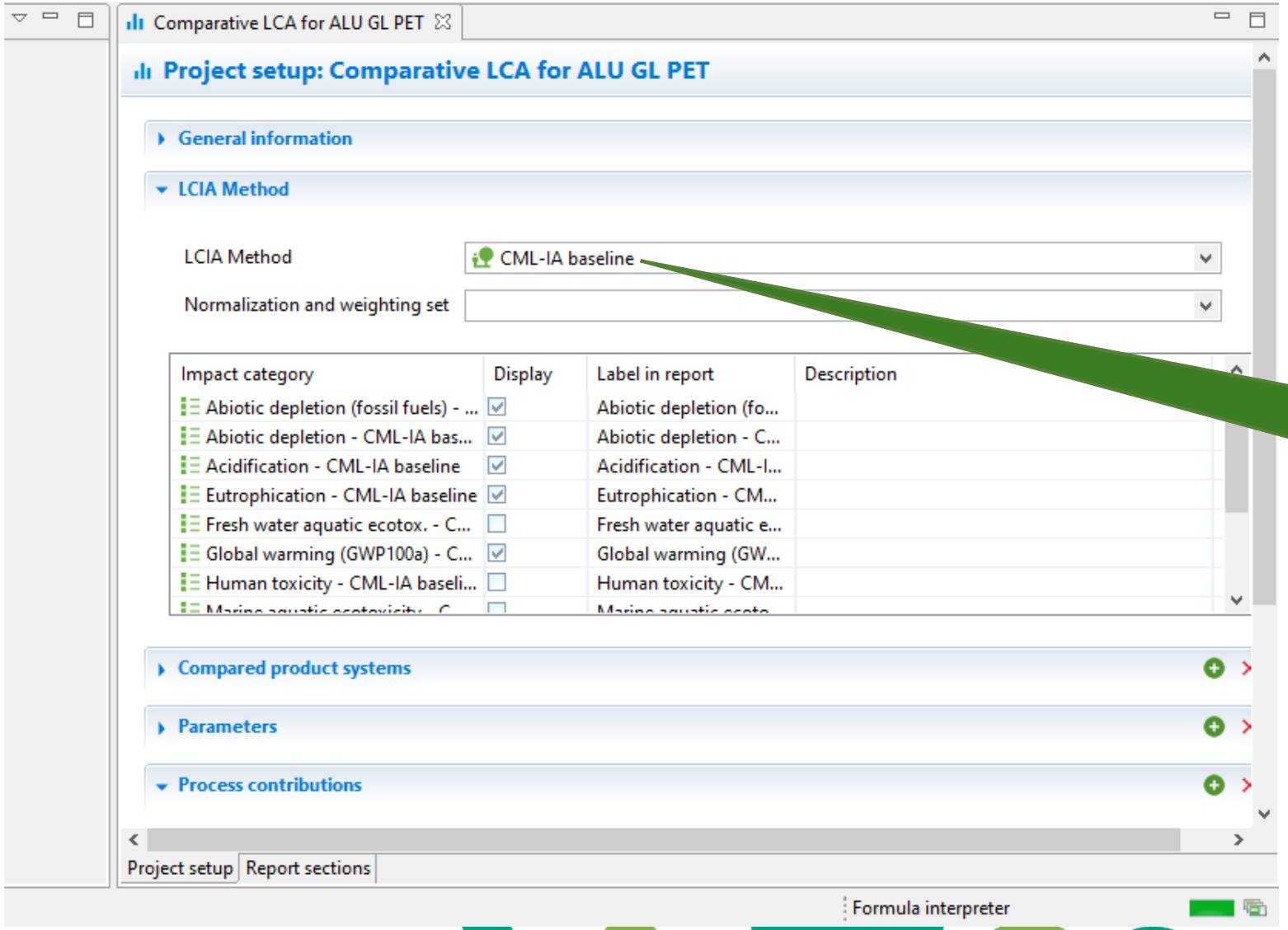
PRIMERJAVA PET – GL - ALU

Podobno kot za PET smo ustvarili produktni sistem za ALU in GL ter nato ustvarili projekt primerjave teh treh sistemov

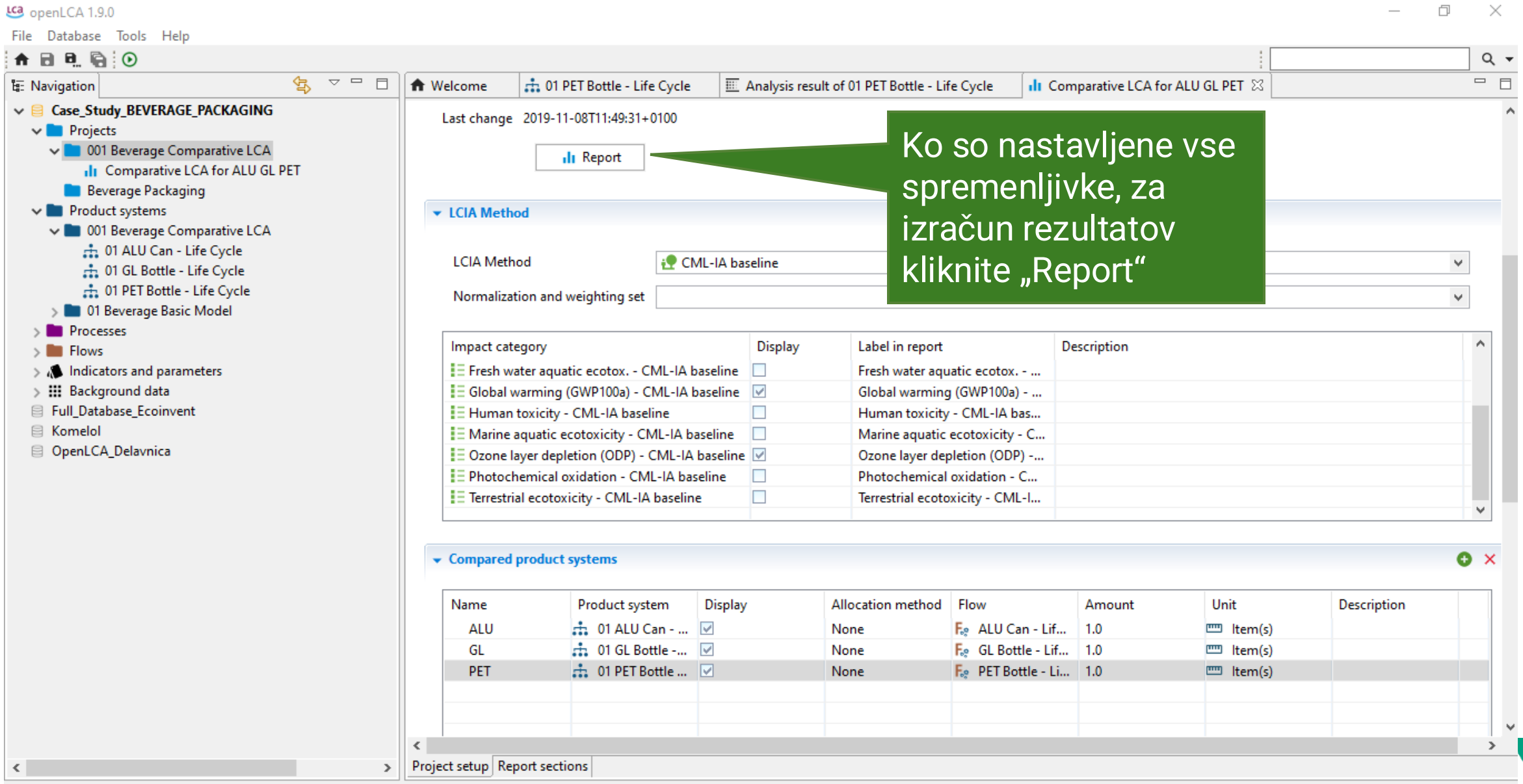

openLCA 1.9.0
File
Database
Tools
Help
Navigation
Case_Study_BEVERAGE_PACKAGING
New project
Validate
Import...
Export...
Add new child category
Ustvarjanje novega projekta „New project“.



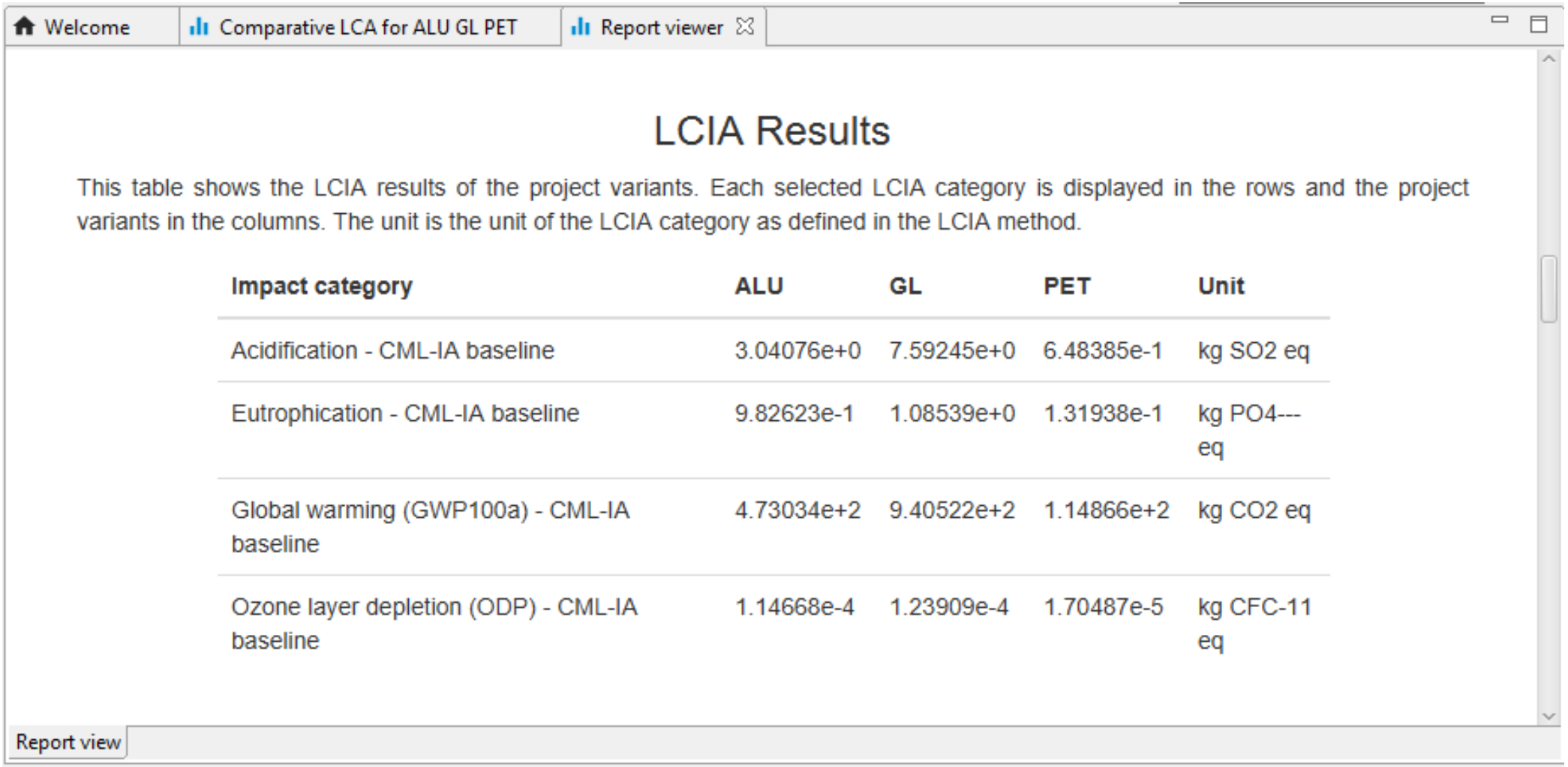
2. Poimenujte projekt in kliknite „Finish“



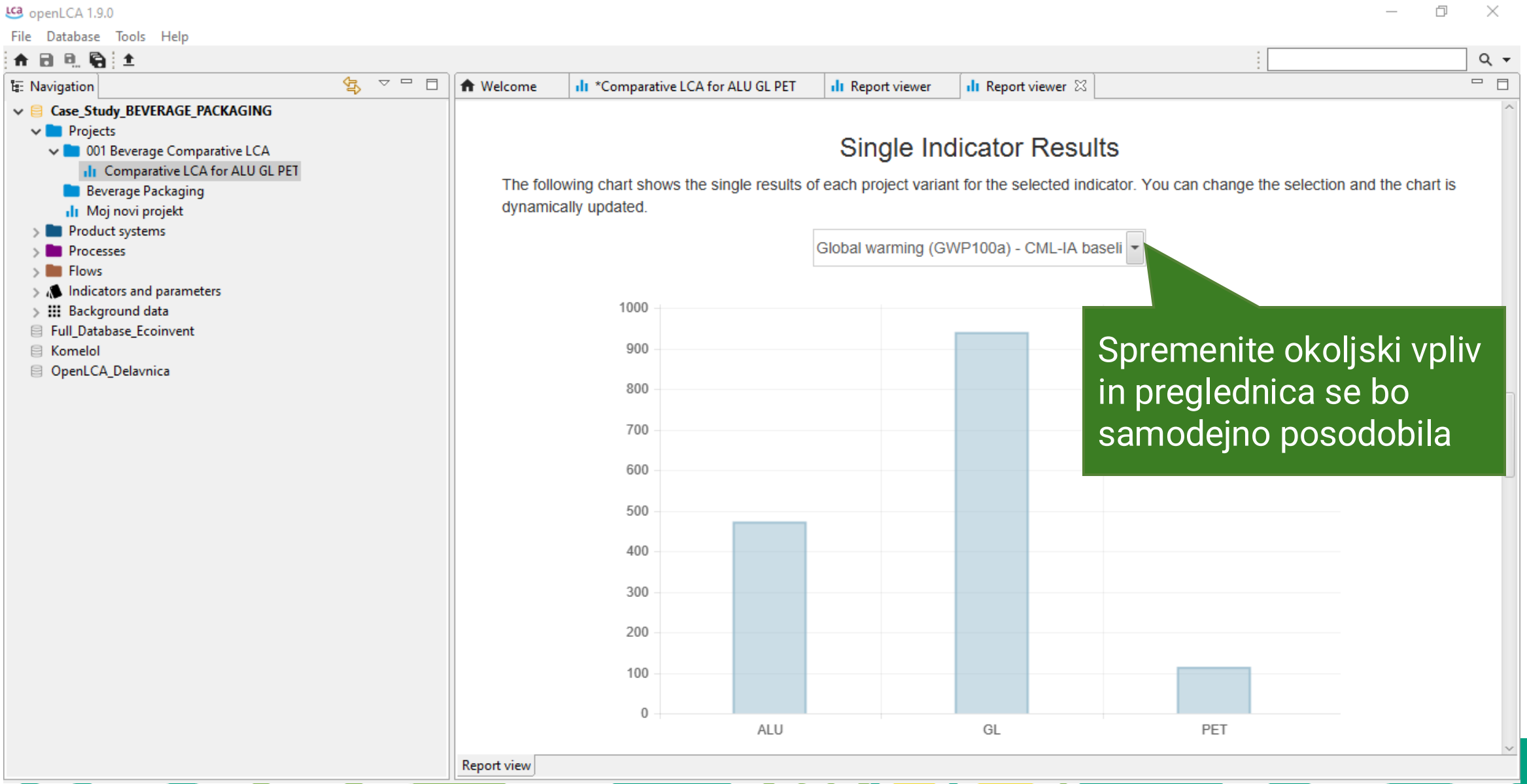
Izberite metodo LCIA in kategorije vplivov, ki vas zanimajo


openLCA 1.9.0
File Database Tools Help
Navigation
Case_Study_BEVERAGE_PACKAGING
Projects
001 Beverage Comparative LCA
Comparative LCA for ALU GL PET
Beverage Packaging
Product systems
001 Beverage Comparative LCA
01 ALU Can - Life Cycle
01 GL Bottle - Life Cycle
01 PET Bottle - Life Cycle
01 Beverage Basic Model
Processes
Flows
Indicators and parameters
Background data
Full_Database_Ecoinvent
Komelol
OpenLCA_Delavnica
Welcome
01 PET Bottle - Life Cycle
Analysis result of 01 PET Bottle - Life Cycle
Comparative LCA for ALU GL PET
Last change 2019-11-08T11:49:31+0100
Report
Ko so nastavljene vse spremenljivke, za izračun rezultatov kliknite „Report“
LCIA Method
LCIA Method
CML-IA baseline
Normalization and weighting set
Impact category
Display
Label in report
Description
Fresh water aquatic ecotox. - CML-IA baseline
Fresh water aquatic ecotox. - ...
Global warming (GWP100a) - CML-IA baseline
Global warming (GWP100a) - ...
Human toxicity - CML-IA baseline
Human toxicity - CML-IA bas...
Marine aquatic ecotoxicity - CML-IA baseline
Marine aquatic ecotoxicity - C...
Ozone layer depletion (ODP) - CML-IA baseline
Ozone layer depletion (ODP) -...
Photochemical oxidation - CML-IA baseline
Photochemical oxidation - C...
Terrestrial ecotoxicity - CML-IA baseline
Terrestrial ecotoxicity - CML-I...
Compared product systems
Name
Product system
Display
Allocation method
Flow
Amount
Unit
Description
ALU
01 ALU Can - ...
None
ALU Can - Lif...
1.0
Item(s)
GL
01 GL Bottle -...
None
GL Bottle - Lif...
1.0
Item(s)
PET
01 PET Bottle ...
None
PET Bottle - Li...
1.0
Item(s)
Project setup
Report sections

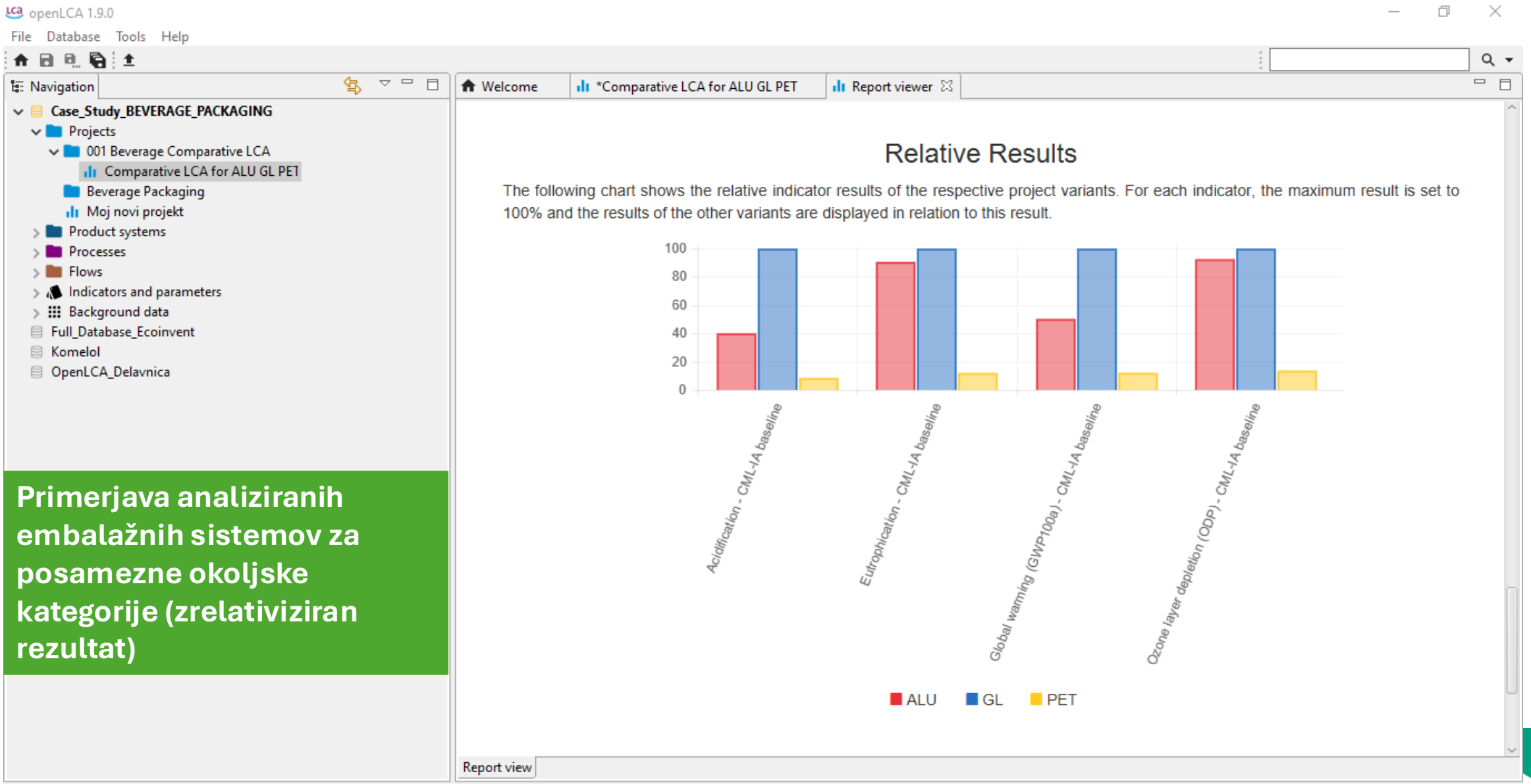
Projekt: Rezultati (I)



Projekt: Rezultati (kazalec GWP)

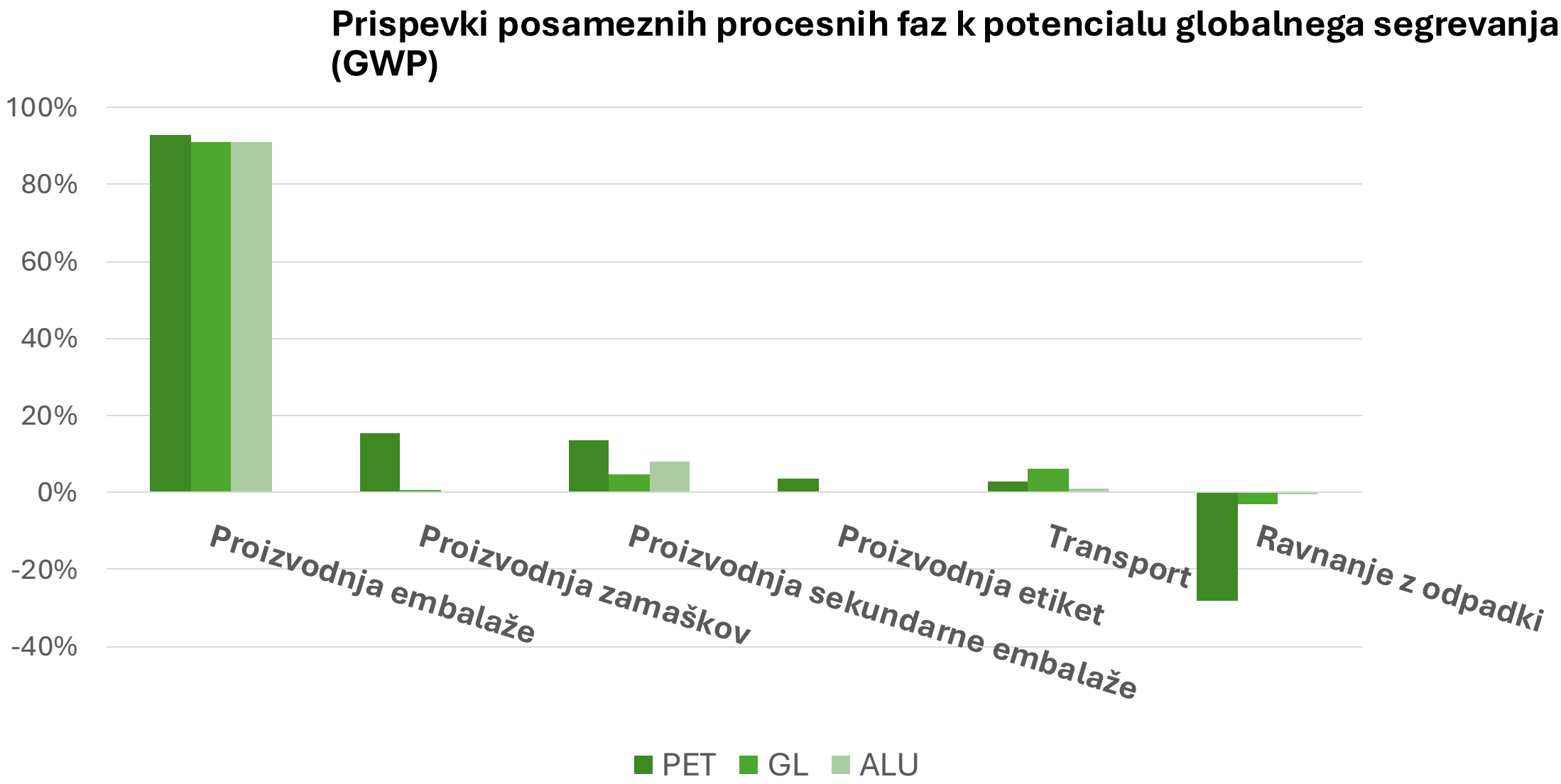


Projekt: Rezultati (zrelativizirani)



Primerjava analiziranih embalažnih sistemov za posamezne okoljske kategorije (zrelativiziran rezultat)

Projekt: Rezultati



- faza proizvodnje tista, ki najbolj prispeva k celotnim okoljskim vplivom potenciala globalnega segrevanja (okrog 90 %)
- priporočeno načrtovanje embalaže v skladu s smernicami eko-dizajna
- konec življenjske dobe in transportna faza vplivajo na končne vrednosti kazalcev manj, kot bi pričakovali,
- PET plastenke med ocenjevanimi sistemi najmanj obremenjujoče, sledijo jim aluminijaste pločevinke ter nazadnje nepovratne steklenice.

- openLCA omogoča načrtovanje proizvodov, ki imajo iz vidika negativnih vplivov na okolje najmanjši učinek,
- uporaben za podporo pri odločanju in ugotavljanju priložnosti za učinkovitost vzdolž vrednostne verige
- na podlagi predstavitve OpenLCA na praktičnem primeru bo podjetje lažje spoznalo uporabno vrednost in zmožnosti orodja.
- študija primera je namenjena za izobraževalne namene in ni mišljena, da bi rezultate obravnavali kot del celovite ocene življenjskega cikla.

THANK YOU

ECOTHINK IS A COLLABORATIVE PROJECT BY

ACEEU

LEVILO

Co-funded by the European Union

Financirano s strani Evropske unije. Izražena stališča in mnenja so zgolj stališča in mnenja avtorja(-ev) in ni nujno, da odražajo stališča in mnenja Evropske unije ali Evropske izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Zanje ne moreta biti odgovorna niti Evropska unija niti EACEA.

CC BY SA