



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
INVESTING IN YOUR FUTURE



CENTRAL BALTIC
INTERREG IV A
PROGRAMME
2007–2013



FOODWEB



TARTU ÜLIKOOL

LOODUSMUSEUM

Kečupa dzīves cikls



Autors Sireta Talve, DSc (Tech)

Tartu 2012

Saturs

Saturs.....	2
Ievads.....	3
Kas ir dzīves cikla novērtējums?.....	3
Kečupa dzīves cikla posmi	6
Pirmais posms: tomātu audzēšana	7
Tomātu audzēšana atklātā laukā	7
Tomātu audzēšana siltumnīcā	8
Otrais posms: tomātu transportēšana uz tomātu pastas ražotni	9
Liela kravas automašīna	9
Maza kravas automašīna	9
Trešais posms: tomātu pastas ražošana un iepakojšana	9
Ceturtais posms: tomātu pastas transportēšana uz kečupa ražotni	10
Konteineru kuģis	10
Kravas automašīna	10
Lidmašīna	11
Piektais posms: kečupa ražošana	11
Sestais posms: kečupa iepakojšana un iepakojuma atkritumu apsaimniekošana	11
Septītais posms: kečupa transportēšana uz vairumtirdzniecības noliktavu	11
Astotais posms: kečupa transportēšana no vairumtirdzniecības noliktavas uz veikalu	12
Devītais posms: kečupa tirgošana veikalā	12
Desmitais posms: kečupa transportēšana uz patērētāja mājām	12
Vienpadsmitais posms: kečups patērētāja ledusskapī	12
Kečupa dzīves cikla ietekme	13
No dažādiem novērtējumiem izrietoši secinājumi	15
Izmantotā literatūra	16

Kečupa dzīves cikls

Autors: Sireta Talve, DSc (Tech)

Redaktori: Eva-Līsa Orula, Līna Laumetsa

Tulkošana: Scriba OÜ

Noformējums: Eva-Līsa Orula

Attēli: Sireta Talve, automašīnu attēli no Lipasto datubāzes

Vāka ilustrācija: Mihkels Musts (Blank Media)

©Tartu Universitātes Dabas muzejs, 2012

Materiāls ir tapis projekta "FOODWEB – Vide, pārtika un veselība Baltijas jūras reģionā - no paradumiem līdz izpratnei" ietvaros. Projektu atbalsta Eiropas Reģionālās attīstības fonds un tas tiek realizēts Centrālā Baltijas jūras reģiona Interreg IV A 2007-2013 programmas ietvaros. Projekta mājas lapa: <http://foodweb.ut.ee/>.

Šajā mājas lapā iekļautā informācija atspoguļo tās autoru viedokli un programmas organizētājs neatbild par projekta partneru sastādīto materiālu saturu.

ISBN 978-9985-4-0734-9 (pdf)

Levads

Igaunijas, Somijas un Latvijas speciālistu sadarbības rezultātā īstenotā un Eiropas Savienības Interreg programmas finansētā projekta "FOODWEB – Vide, pārtika un veselība Baltijas jūras reģionā - no paradumiem līdz izpratnei" mērķis ir sekmēt izpratnes veidošanos par cilvēka, vides un pārtikas savstarpējo mijiedarbību un izstrādāt izglītojošus un informatīvus materiālus par šo tēmu. Ar projektu un tā rezultātiem var iepazīties mājas lapā <http://foodweb.ut.ee/>. Lai noskaidrotu pārtikas un tās ražošanas ietekmi uz vidi, tika izveidota interaktīva tīmekļa lietojumprogramma „Kečupa dzīves cikls”.

Tīmekļa lietojumprogramma „Kečupa dzīves cikls” (<http://foodweb.ut.ee/tomato/>) ar kečupa piemēra palīdzību sniedz uzskatāmu priekšstatu par dzīves cikla uzbūvi. Programmas lietotājam ir jāveic 11 spēles posmi, sākot ar tomātu audzēšanu un beidzot ar kečupa lietošanu. Atsevišķos posmos ir nepieciešams pieņemt lēmumu par to, kādā veidā produkta aprites ķēde tiek turpināta un izdarīt atbilstošu izvēli. Lietotājs var nepārtraukti sekot savu izdarīto izvēļu ietekmei uz vidi.

Šis materiāls papildina tīmekļa lietojumprogrammu un sniedz padziļinātu informāciju par visiem kečupa dzīves cikla posmiem, kā arī paskaidrojumus par ietekmes uz vidi vērtēšanas kritērijiem. Tīmekļa lietojumprogrammu un papildus informatīvo materiālu var izmantot gan patērētāju izglītošanas vajadzībām, gan mācību darbam pamatskolās un vidusskolās.

Programmu „Kečupa dzīves cikls” un tās papildmateriālus ir izstrādājusi Tartu Universitātes Dabas muzeja darba grupa sadarbībā ar Somijas Lauksaimniecības un pārtikas institūta (MTT) un Somijas Vides institūta (SYKE) speciālistiem.

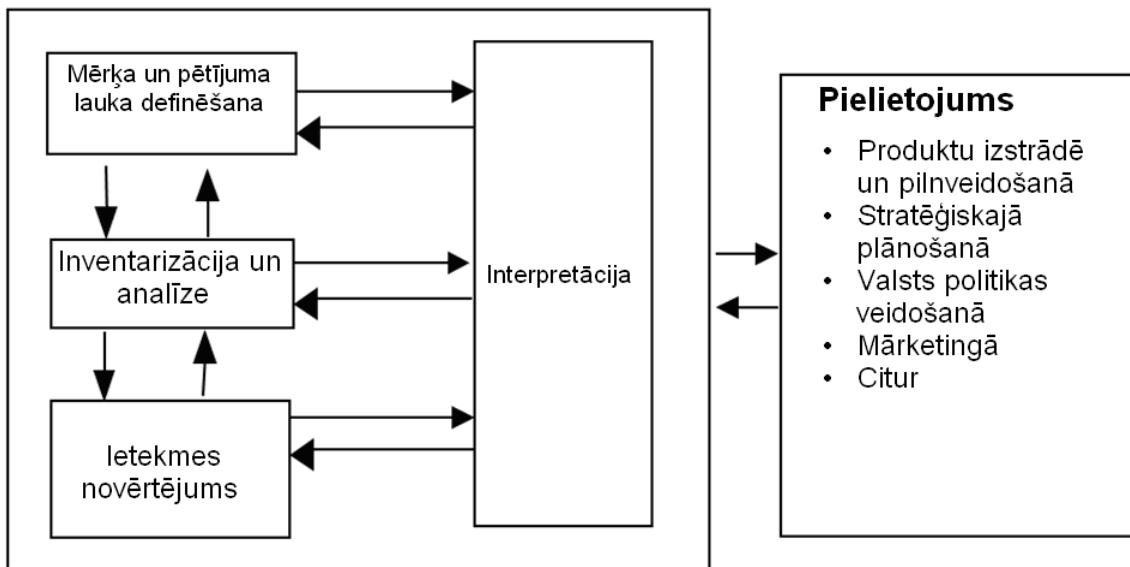
Kas ir dzīves cikla novērtējums?

Dzīves cikla novērtējums (saīsinājumā DCN, angļu valodā *Life Cycle Assessment*, 1. attēls) ir viena no labākajām zinātniskajām metodēm produkta (arī pakalpojuma) ietekmes uz vidi izpētei un noteikšanai. Vērtēšanas procesā tiek ņemta vērā visa produkta aprites ķēde, sākot no izejvielu iegūšanas līdz produkta utilizācijai vai nodošanai atkārtotai pārstrādei. Tās gaitā tiek noskaidroti produkta dzīves cikla posmi (ražošana, transports, pārdošana, lietošana, apkope, izņemšana no apgrozības) visi izmantotie resursi (izejvielas, palīgvielas, enerģija) un radītie resursi (izmeši gaisā, ūdenī, augsnē). Apkopotie dati tiek piesaistīti sistēmas atskaites vienībai¹ un tiek novērtēta konkrētās preču sistēmas izmantoto resursu un radītā produkta ietekme uz cilvēka veselību, ekosistēmu un dabas resursiem [1]. 2. attēlā (4. lpp.) ir parādīta dzīves cikla posmu savstarpējā mijiedarbība un saikne ar vidi.

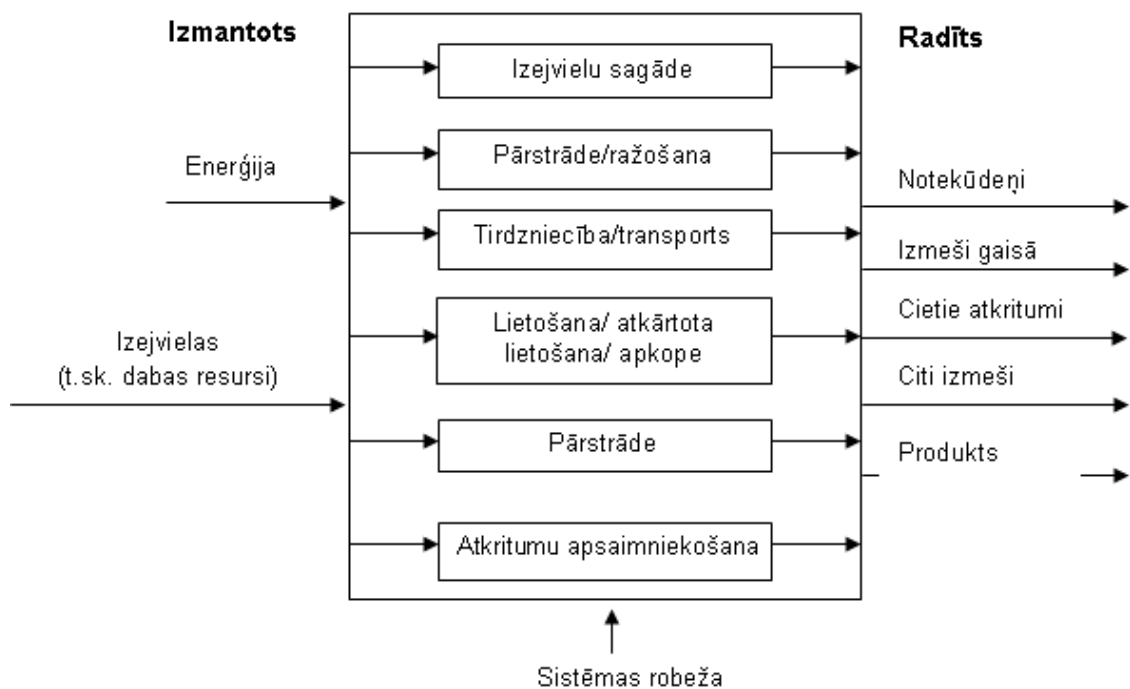
Pārtikas preču dzīves cikla pētīšana ir diezgan sarežģīts uzdevums. Vispārējā gadījumā šim pētījumam ir jāaptver lauksaimniecības, pārstrādes rūpniecības, uzglabāšanas, loģistikas, iepakojšanas, patēriņa un atkritumu pārstrādes nozares, kas kopumā veido apjomīgu un

¹ Atskaites vienība ir produkta sistēmai noteikts skaitlisks daudzums, kas tiek izmantots kā salīdzinošā vienība dzīves cikla novērtēšanas gaitā. Atskaites vienību nosaka vērtētājs atbilstoši pētījuma mērķim. Atskaites vienību piemēri: 1000 MWh patērētās elektrības, 100 roku pāru žāvēšana u.tml.

sarežģītu produkta sistēmu. Īpaši sarežģītu DCN padara apstākļi, ka novērtējuma veikšanai ir nepieciešamas zināšanas dažādās zinātnes nozarēs.



1. attēls. Dzīves cikla novērtējuma ietvars.



2. attēls. Produkta dzīves cikla posmi.

Projekta FOODWEB ietvaros izveidotā tīmekļa lietojumprogramma aplūko produkta dzīves ciklu, kā paraugu izmantojot kečupu, jo šis ir salīdzinoši izplatīts un populārs pārtikas produkts. Projekta ietvaros netika veikts kečupa dzīves cikla novērtējums, bet vienīgi apkopoti dažādu valstu zinātnieku veikto pētījumu rezultāti, kā arī iegūta papildinformācija iztrūkstošo datu vajadzībām. Somijas Lauksaimniecības un pārtikas institūta (www.mtt.fi) eksperts Irje Virtanens (Yrjö Virtanen) un Somijas Vides institūta (www.syke.fi) eksperti Juha

Grenross (Juha Grönroos) un Tomass Mattila (Tuomas Mattila) palīdzēja sameklēt iztrūkstošos datus, kā arī konsultēja par to apkopošanas metodēm.

Kečupa dzīves cikls ir sadalīts posmos (1. tabula). Reālais scenārijs vairākos posmos ir papildināts ar alternatīvām iespējām (piem., atšķirīgi pārvadāšanas varianti: kravas kuģis, kravas automašīna vai kravas lidmašīna), lai tādējādi sniegtu iespēju novērtēt produkta aprites ķēdē pieņemto lēmumu ietekmi uz vidi. Tā kā mūsu mērķis nebija veikt pilnīgu DCN, bet gan sniegt priekšstatu par dzīves cikla jēdzienu, tad šī projekta ietvaros mēs nevācām visus datus, kas parasti tiek apkopoti DCN veikšanai, bet gan aprobežojāmies ar atsevišķu vides rādītāju apkopojumu. Tie ir iekļauti tīmekļa lietojumprogrammā stabiņu diagrammu veidā. Papildus procesu energoietilpībai un siltumnīcas gāzu emisijai par vērtēšanas kritēriju tika izvēlēts arī ūdens patēriņš, jo Vidusjūras reģionā, no kurienes nāk lielākā daļa rūpnieciski audzēto tomātu (*Lycopersicon esculentum*), ūdens ir ierobežots resurss. Tāpat ir jāņem vērā apstākļi, ka, neskatoties uz to, ka energoietilpība bieži tiek izmantota kā viens no ietekmes uz vidi vērtēšanas kritērijiem, viena pati enerģijas patēriņa analīze ne vienmēr norāda uz kaitējumu videi. To var konstatēt, izvērtējot dzīves cikla ietekmi atsevišķi pa globālām ietekmes uz vidi kategorijām. Vērtēšanas kritēriju vērtības ir izteiktas atskaites vienībās (AV), kas šajā gadījumā ir 1 patērētā kečupa kilograms.

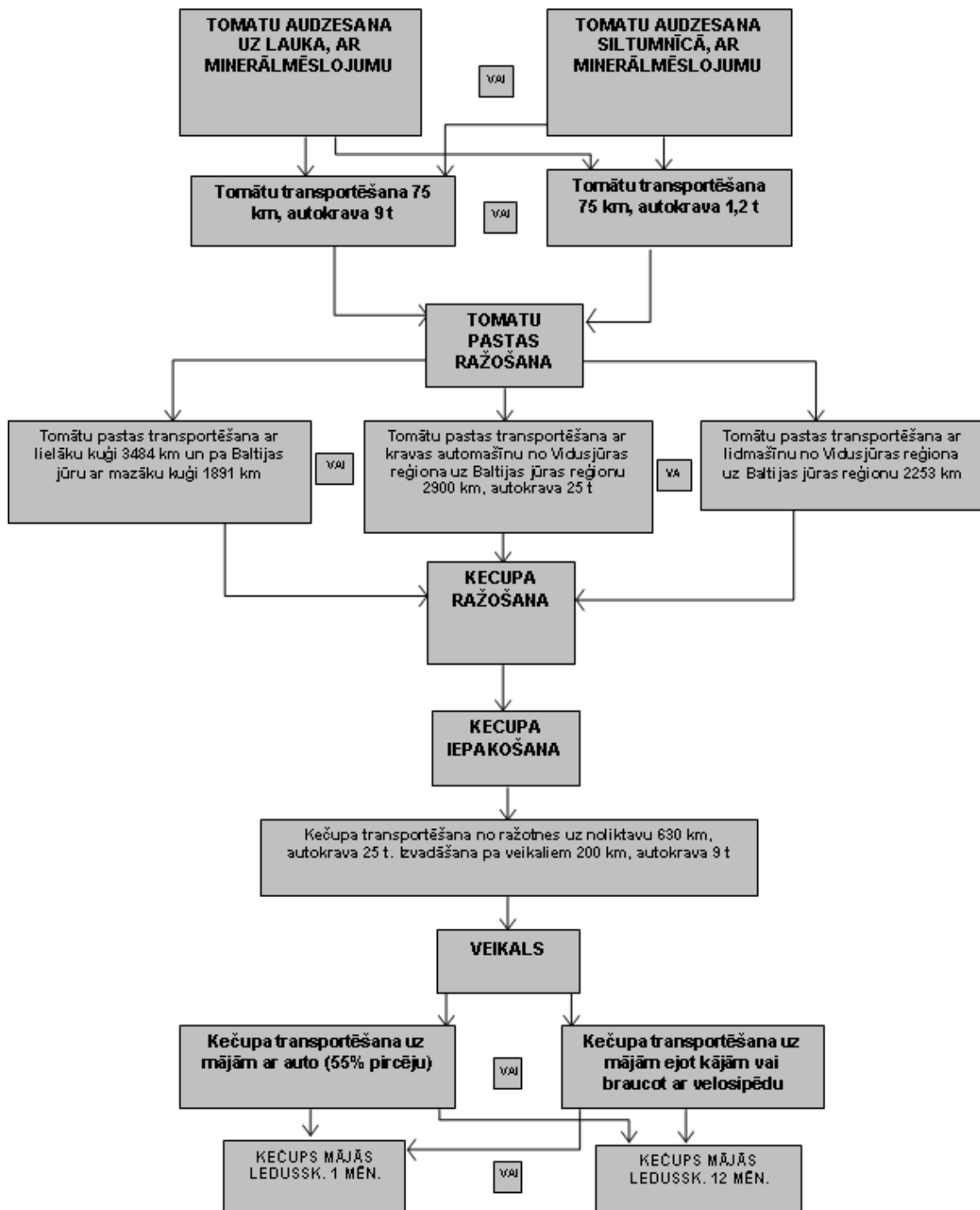
Šī darba ietvaros netika vērtēts dzīves cikls, tomēr te ir iekļauti būtiskākie zinātniskajos rakstos atrodamie kečupa dzīves cikla ietekmes vērtēšanas rezultāti.

1. tabula. Kečupa dzīves cikls.

Nr.	Dzīves cikla posms	Īss apraksts
1	Tomātu audzēšana	Tomātu audzēšana Vidusjūras reģionā uz lauka vai siltumnīcā, mēslošanai izmantojot minerālmēslojumu.
2	Tomātu transportēšana uz tomātu pastas ražotni	Tomātu transportēšana no tomātu audzēšanas vietas uz ražotni, izmantojot lielāku vai mazāku kravas automašīnu.
3	Tomātu pastas ražošana	Tomātu pastas ražošana ražas novākšanas sezonā.
4	Tomātu pastas transportēšana uz kečupa ražotni	Tomātu pastas transportēšana no Vidusjūras reģiona uz Baltijas jūras reģionu, izmantojot kuģi, autotransportu vai lidmašīnu.
5	Kečupa ražošana	Kečupa un tā sastāvā ietilpstošo piedevu (cukura, etiķa, garšvielu) ražošana.
6	Kečupa iepakojšana	Iepakojšana 1 kg plastmasas pudelēs, tomātu pastas un kečupa iepakojuma izņemšana no apgrozības/atkārtota izmantošana.
7	Kečupa transportēšana uz vairumtirdzniecības noliktavu	Uz eiro paletēm fasētu kečupa pudelju transportēšana no kečupa ražotnes uz vairumtirdzniecības noliktavu, izmantojot kravas automašīnu ar puspiekabi.
8	Kečupa transportēšana uz veikalu	Kečupa transportēšana no vairumtirdzniecības bāzes uz veikalu, izmantojot kravas automašīnu.
9	Kečupa tirgošana veikalā	Kečups veikalā izvietots vaļējā plauktā.
10	Kečupa transportēšana uz patērētāja mājām	Aptuveni puse pircēju dodas uz veikalu ar automašīnu vai visi dodas kājām.
11	Kečups mājās, ledusskapī	Kečups tiek uzglabāts ledusskapī 1 mēnesi vai 12 mēnešus.

Kečupa dzīves cikla posmi

Šajā nodaļā ir aprakstīti pēc kārtas visi kečupa dzīves cikla posmi, norādīti datu iegūšanas avoti un paskaidrots, kādi procesi atsevišķos posmos ir ņemti vērā, nosakot kritērija vērtību. Aprakstāmie posmi un alternatīvie varianti ir shematiski parādīti 3. attēlā. Vairāki no piedāvātajiem variantiem ekonomisku un sociālu apsvērumu dēļ praktiskajā dzīvē nav reāli. Šajā gadījumā tie ir izmantoti, lai parādītu produkta ražotāja, piegādātāja un patērētāja izdarīto izvēju ietekmi uz vidi.



3. attēls. Kečupa dzīves cikla posmi un alternatīvās izvēles.

Pirmais posms: tomātu audzēšana

Baltijas valstīs kečupa ražošanai netiek izmantoti vietējie tomāti, bet gan pasaules tirgū iepirkta kečupa svarīgākā izejviela - tomātu pasta. Piegādātāji mainās atkarībā no tirgus apstākļiem. Mūsu sniegtajā piemērā tiek izmantotas Vidusjūras reģionā (Itālijā, Spānijā, Portugālē u.c.) ražotās izejvielas. Tāpat ekonomiski izdevīgi būtu iepirkt izejvielas no pasaulē lielākā tomātu audzētāja – Ķīnas. Spānijas zinātnieki ir veikuši padziļinātu, uz labākās pieredzes un prakses balstītu tomātu audzēšanas procesu izpēti no dzīves cikla aspekta. Šī posma procesu apraksti un tīmekļa lietojumprogrammā izmantotie skaitliskie rādītāji ir ņemti no minēto zinātnisko pētījumu publikācijām [2].

Kā alternatīvas tomātu audzēšanas iespējas ir piedāvāta audzēšana atklātā laukā un siltumnīcā. Ir svarīgi saprast, ka, kečupa ražošanā izmantojamie tomāti tiek audzēti reģionā, kura klimatiskie apstākļi parasti ir ievērojami siltāki par Baltijas jūras rajona klimatu un tomātu audzēšanai siltumnīcās ir citi iemesli. Lielākoties tiek izmantotas lētas un vienkāršas plēves siltumnīcas, kuru iekšējais klimats tiek regulēts ļoti nelielā mērā. 2009. gadā Eiropas Savienības dienvidu reģionos uzstādīto siltumnīcu platība bija aptuveni 90 000 ha, no tiem 54 000 ha - Spānijā. 26% Spānijas siltumnīcu tiek izmantotas tieši tomātu audzēšanai.

Mūsu piedāvātajā piemērā tomātu audzēšanai gan uz lauka, gan siltumnīcās tika izmantots minerālmēslojums. Mēslojuma reālais vajadzīgais daudzums ir aprēķināts, ņemot vērā augsnes sastāvu, slāpekļa koncentrāciju laistāmajā ūdenī, augu spēju uzņemt barības vielas un minerālmēslojuma sastāvu. Izmantotā minerālmēslojuma (HNO_3) aprēķinātais daudzums bija $151 \text{ g NO}^3/\text{m}^3$, kopā ar laistīšanas ūdenī esošo slāpekli – $192 \text{ g NO}^3/\text{m}^3$. Aprēķinos tika ņemta vērā gan mēslojuma ražošana un transports, gan tā novadīšana uz laukiem ar laistāmo ūdeni. Dati par minerālmēslojuma ražošanu ir ņemti no Ecoinvent (<http://www.ecoinvent.ch/>) datu bāzes. Tie ietver ražošanas struktūru, izejvielu transportu, nepieciešamo ķīmisko vielu sintēzi un radušos atkritumu uzglabāšanu vai pārstrādi. Vidusjūras reģionā izmantojamā slāpekļskābe (HNO_3), kālija nitrāts (KNO_3) un kālija sulfāts (K_2SO_4) bija ražoti Vācijā (transportēšanas attālums 1950 km, autokravas svars 16 t), bet kālija fosfāts (K_3PO_4) tika vests no Izraēlas (3020 km ar kravas kuģi un kravas svaru 3,5-16 t). Aprēķinos tika iekļauts ceļš vienā virzienā, jo atpakaļceļā tika vesta kāda cita prece.

Informācija par tālāk aprakstītajiem tomātu audzēšanas procesiem uz lauka un siltumnīcā ir ņemta no spāņu zinātnieku publikācijas.

Tomātu audzēšana atklātā laukā

Lauksaimnieciski ekonomiskie dati tika iegūti 2007. gada pavasara un vasaras sezonā, novērojot divus izmēģinājuma laukus, kuri atrodas Spānijā, Katalonijas reģiona Maresmes apkārtnē. Tajos tika audzēta šajā reģionā visizplatītākā lauka tomātu šķirne 'ElVirado', to stādīšanas blīvums bija 2,3 stādi uz kvadrātmetru. Izmēģinājuma lauku augsnes tips bija Vidusjūras reģionam tipiskā *Xerorthent* augsne. Izmēģinājuma bloks (viens bloks ietver pilnu tomātu audzēšanas procesu no tā sākuma līdz galam) tika atkārtots četras reizes.

Lielākā daļa patērētā ūdens tika izmantota laistīšanai. Papildus nolijušā lietus daudzums bija 105 l/m^2 . No izmēģinājuma lauka iegūtās komerciālās ražas apjoms bija 103 t/ha, kas ir lielāks par Vidusjūras reģiona vidējo atklātā laukā audzēto tomātu ražīguma rādītāju (85 t/ha).

Papildus ar mēslojuma ražošanu un transportēšanu saistītajiem procesiem aprēķinos tika ņemtas vērā arī citas darbības.

- Augu aizsardzības līdzekļu ražošana un transports. Tika izmantoti instrukcijās (augu aizsardzības līdzekļu reģistrs) ieteiktie minimālie augu aizsardzības līdzekļu daudzumi: atklātā laukā apstrāde tika veikta 14 reizes, vienā reizē tika izmantots 1-4 tipa pesticīdu maisījums.
- Laistīšanas sistēmas izveide un atkritumu apsaimniekošana. Laistīšanas ūdens ar elektrisko sūkni tika sūknēts no tuvumā izvietotajām akām un izsmidzināts uz laukiem.
- Darba līdzekļu ražošana, enerģijas patēriņš, apkope, transports un atkritumu apsaimniekošana. Aprēķinos tika iekļauti gan traktori un lauksaimniecības tehnika, gan ražas novākšanai izmantotās ierīces.
- Minerālmēslojuma zudumi. Zudumu aprēķini tika veikti, pamatojoties uz slāpekļa saturu izmantotajā mēslojumā un uz augu spēju uzņemt slāpekli. Izejot no šiem rādītājiem, tika noteikta NH_3 , N_2O , NO_x un N_2 emisija gaisā, kā arī izšķīdušo nitrātu daudzums ūdeņos.
- Laistīšanas process – tika mērīts ūdens patēriņš un sūkņu elektrības patēriņš.
- Tomātu stādu audzēšana līdz izstādīšanai uz lauka. Stādi tika audzēti apkurināmās siltumnīcās, aprēķinos tika iekļauta siltumnīcas izbūve un apkure, stādu laistīšana, mēslošana un transports.
- Tomātu audzēšanas atkritumu apsaimniekošana. Aprēķinos netika iekļauti pārstrādājami atkritumi (bioloģiskie atkritumi, nekomerciālā raža, metāla atkritumi, tomātu kastu plastmasa). Ar laistīšanas sistēmu saistītie atkritumi ar kravas automašīnām (krava 3,5-16,0 t) tika transportēti uz izgāztuvi, kas atrodas 48 km attālumā, un to glabāšanas rezultātā videi radītā slodze bija atkarīga no to materiāla.

Tomātu audzēšana siltumnīcā

2008. gada pavasarī un vasarā Spānijas Cabrilas reģiona siltumnīcās Vidusjūras reģionam tipiskajā *Xerorthent* tipa augsnē tika audzēti Spānijas un Francijas Vidusjūras rajonā visizplatītākās šķirnes 'Caramba' tomāti. Augu stādīšanas blīvums bija 2,8 augi uz kvadrātmetru. Izmēģinājuma bloks (viens bloks ietver pilnu tomātu audzēšanas procesu no tā sākuma līdz galam) tika atkārtots četras reizes.

Siltumnīcā bija nepieciešams par 53% mazāk laistīšanas ūdens nekā atklātā laukā, bet saules starojuma stiprums bija par 25-40% zemāks nekā ārā. Pateicoties tam, ka siltumnīcā gaisa kustība ir vājāka, notiek arī mazāka mitruma iztvaikošana un tādējādi arī mitruma zudums ir mazāks, kas ir ļoti būtiski Vidusjūras pussausajā klimatā. Otrs būtisks mazāka ūdens patēriņa iemesls ir lielāka ražība uz vienu kvadrātmetru. Uz siltumnīcām satecējušais lietuss ūdens tika savākts un izmantots laistīšanai.

Tika izmantoti instrukcijās (augu aizsardzības līdzekļu reģistrs) ieteiktie minimālie augu aizsardzības līdzekļu daudzumi – siltumnīcās apstrāde tika veikta tikai divas reizes. Aprēķinos tika iekļauta gan augu aizsardzības līdzekļu ražošana, gan transportēšana.

Siltumnīcā audzēto tomātu ražība bija zemāka par reģiona vidējiem ražības rādītājiem (150-200 t/ha) – komercražas lielums bija 159 t/ha. Brāķa tomātu īpatsvars bija ievērojami mazāks nekā atklātā laukā audzētajiem tomātiem.

Aprēķinos tika iekļauti tie paši procesi, kas ir aprakstīti apakšnodaļā par tomātu audzēšanu atklātā laukā, kā arī ar audzēšanu siltumnīcā saistītie papildus procesi.

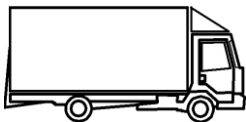
- Siltumnīcas izgatavošana, transports, uzstādīšana un atkritumu apsaimniekošana. "Multitunnel" siltumnīca sastāvēja no sešām 104 m garām un 8 m platām arkas formas tuneļa sekcijām. Tās kores augstums bija 5,5 m, bet sienu augstums – 4 m. Siltumnīcas pamati bija būvēti no betona. Tērauda karkass bija pārklāts ar 0,2 mm biezu polietilēna plēvi. Karkasa paredzētais kalpošanas ilgums bija 20 gadi, bet plēvi mainīja ik pēc trim gadiem. Karkass bija ražots no otrreizējās pārstrādes tērauda, detaļu virsmas bija galvanizētas. Plastmasas daļas nebija ražotas no otrreizējās pārstrādes materiāliem. Siltumnīcas tērauda atkritumus (karkass, durvis) nodeva otrreizējai pārstrādei, pārējos izmantotos materiālus aizveda uz izgāztuvi. Otrreizējai pārstrādei nodeva 50% plastmasas un betona.
- Temperatūras regulēšanai siltumnīcā izmantoja sešas jumta lūkas un divas sānu lūkas, kuras atvēra ar 0,75 zirgspēku elektromotoru palīdzību. Vidējais motoru darba laiks diennaktī bija 36 minūtes.

Otrais posms: tomātu transportēšana uz tomātu pastas ražotni

Tomātu pastas ražošana parasti notiek tomātu audzēšanas reģionā un tai ir sezonāls raksturs. Tika pieņemts, ka ražotne atrodas vidēji 75 km attālumā no tomātu audzēšanas vietas un ka kravas automašīna dodas uz lauku tukša un atgriežas ražotnē ar tomātu kravu. Var izvēlēties vienu no divām kravas automašīnām. Informācija par automašīnu izplūdes gāzēm un automašīnu attēli ir ņemti Somijas Lipasto datu bāzes (<http://lipasto.vtt.fi/indexe.htm>). Dati neiekļauj ar kravas iekraušanu un izkraušanu saistīto videi radīto slodzi, bet vienīgi transportlīdzekļu dīzeļdzinēju radītās izplūdes gāzes. Tiek pieņemts, ka abos gadījumos kravas automašīna uz ražotni dodas ar pilnu kravu. 30% ceļa tā veic, braucot pa šoseju, bet atlikušo daļu – pa mazākiem ceļiem.

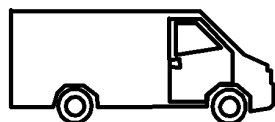
Liela kravas automašīna

Automašīnas masa ir 15 tonnas un komerckravas svars 9 tonnas.



Maza kravas automašīna

Automašīnas masa ir 2,7 tonnas un komerckravas svars 1,2 tonnas.



Trešais posms: tomātu pastas ražošana un iepakojšana

Tomātu pastas ražošanas procesa apraksts un tīmekļa lietojumprogrammā izmantotie skaitliskie rādītāji ir ņemti no Turcijas zinātnieku publikācijas [3].

Aptuveni 80% no Turcijā ražotajiem tomātiem tiek patērēti svaigā veidā. Atlikusī daļa tiek nodota pārstrādei un no tās ražo dažādus tomātu produktus. 85% no pārstrādei nodotajiem

tomātiem tiek izmantoti tomātu pastas ražošanai, bet 10% - mizotu tomātu ražošanai. Papildus minētajam tiek ražota arī tomātu sula un citi produkti.

Pasaules lielākā tomātu audzētāja un pārstrādātāja ir Ķīna, kur tiek ražotas arī pasaulē plaši izplatītās tomātu rūpnieciskās pārstrādes iekārtas (<http://www.tomatomachinery.com/>). Arī Turcijā tiek izmantotas Ķīnā ražotās iekārtas.

Tomātu pastas ražošanai izmantojamie tomāti sākumā virzās pa ūdens reni mazgāšanai. Renes dibenu pastāvīgi attīra no zemes un smiltīm. Mazgāšanai izmantoto ūdeni filtrē un ar centrifugālo sūkņu palīdzību no jauna pievada izmantošanai. Tālāk tomāti pa ritenīšu virsmu caur dušu virzās uz šķirošanas galdiem, kur ar rokām tiek izlasīti zaļie, plankumainie, plīsušie, pārāk mazie un citi brāķētie tomāti. Tādu ir apmēram 5%. Brāķētos tomātus sasmalcina atkritumu smalcinātājā un tālāk izmanto tomātu lauku mēslošanai. Pastas ražošanai paredzētos tomātus saspiež gabaliņos, kuru izmērs ir mazāks par 8 mm, sablīvē tvaicēšanas iekārtās un pirms iepakojšanas pasterizē. Parasti tomātu pastas sausnes saturs ir 28-30 brikša grādi.

Kečupa ražošanā izmantojamās tomātu pastas iepakojšanas procesu ir pētījuši zviedru zinātnieki un pārskats par to ir sniegts viņu publikācijā [4]. Tomātu pastu pako aseptiskos maisos (satur 7% PET un 0,03% alumīnija). Katrā maisā tiek pakoti 200 litri tomātu pastas. Maisus ievieto tērauda mucās, kuras tālākai transportēšanai novieto uz parastām preču paletēm jeb tā dēvētajām eiropaletēm.

Ceturtais posms: tomātu pastas transportēšana uz kečupa ražotni

Tika sastādīti trīs iespējamie tomātu pastas transportēšanas varianti, izmantojot dažādus transporta veidus: izvēlei tiek piedāvāts ūdens, sauszemes un gaisa transports. Dati par izmešiem ir ņemti no Somijas Lipasto datu bāzes. Aprēķinos ir iekļauti tikai transporta radītie izmeši, neņemot vērā preču iekraušanu un izkraušanu. Spēles modelis balstās uz pieņēmumu, ka tomātu pasta ir ražota Vidusjūras reģionā, bet kečupa ražotne atrodas Baltijas jūras reģionā.

Konteineru kuģis

Liels konteineru kuģis (kravnesība 32 482 t, 2000 TEU) pa Vidusjūru nogādā tomātu pastas konteineru uz 3484 km attālumā esošo Antverpeni. Tālāk prece ar mazāku konteineru kuģi (kravnesība 14 000 t, 1000 TEU) tiek nogādāta uz kādu no 1890 km attālumā izvietotajām Baltijas jūras ostām. TEU ir kravas konteineru mērvienība, vidēji vienā konteinerā (1 TEU) ir 9 t kravas.

Kravas automašīna

Pārvadājuma attālums, braucot pa sauszemi, ir aptuveni 2900 km. Ar puspiekabi aprīkotas kravas automašīnas masa ir 40 t, kravnesība 25 t. Aprēķinos ir iekļauti dīzeļdzinēja radītie izmeši, pieņemot, ka automašīna veda pilnu kravu un atpakaļceļā to izmantota citu preču pārvadāšanai.



Lidmašīna

Lidojuma attālums ir aptuveni 2250 km. Aprēķinos ir izmantoti gaisa transporta Eiropas iekšējo reisu vidējie izmešu un enerģijas patēriņa rādītāji. Dažreiz preču pārvadāšanai tiek izmantotas kravas lidmašīnas, taču parasti preces transportē ar pasažieru lidmašīnām. Pēdējā gadījumā lidmašīnas enerģijas patēriņu un izmešus ir vienlīdzīgi jāsadala starp pasažieriem un precēm. Šajos aprēķinos minētie rādītāji tika sadalīti proporcionāli masai.

Piektais posms: kečupa ražošana

Dati par šo posmu ir ņemti no žurnālā „Journal of Cleaner Production“ publicēta raksta [4]. Šī posma aprēķinos ir iekļauti sekojoši procesi:

- cukura ražošana – cukurbiešu audzēšana un transportēšana, cukura ražošana un transportēšana;
- etiķa ražošana un transportēšana;
- garšvielu maisījumu (t.sk. sāls) ražošana un transportēšana;
- citronskābes transportēšana;
- kečupa ražošana.

Sestais posms: kečupa iepakojšana un iepakojuma atkritumu apsaimniekošana

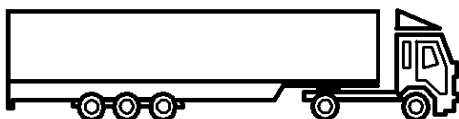
Kečups tiek pakots sarkanās, viena kilograma plastmasas pudelēs. Pudeļu sienu ārējais un iekšējais slānis ir veidots no polipropilēna (PP), kam pa vidu ir ielīmēts etilēna un vinilspirta kopolimēra (EVOH) barjeras slānis. Informācijas trūkuma dēļ aprēķinos netika iekļauta līmes, EVOH, pigmenta, etiķešu un tintes ražošana, taču tika iekļauta to transportēšana. EVOH bija ražots Japānā un ASV, bet pārējie materiāli – Eiropā. Tāpat tika apkopoti dati par pudeļu korķu ražošanu un transportēšanu, kā arī papildīto pudeļu iepakojuma materiālu (plēves, kartona) ražošanu un transportēšanu.

Šajā posmā ir iekļauti arī dati par tomātu pastas un kečupa iepakojuma apsaimniekošanu pēc šāda scenārija:

- 70% tomātu pastas iepakojšanai izmantoto tērauda mucu tika izmantotas atkārtoti, bet 30% nonāca izgāztuvē; 80% PP tika sadedzināti, bet atlikusī daļa aizvesta uz izgāztuvi; polietilēns (LDPE) un eiropaletes tika sadedzinātas;
- kečupa iepakojuma LDPE materiāls tika sadedzināts, 80% PP tika sadedzināti, bet atlikusī daļa - aizvesta uz izgāztuvi, 80% kartona tika nodoti otrreizējai pārstrādei, bet 20% - sadedzināti; eiropaletes tika sadedzinātas pēc 100 izmantošanas reizēm.

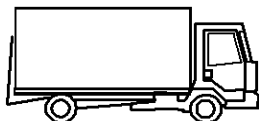
Septītais posms: kečupa transportēšana uz vairumtirdzniecības noliktavu

Dati par kravas automašīnu izmešiem ir ņemti no Somijas Lipasto datu bāzes un tie neiekļauj preču iekraušanu un izkraušanu no kravas automašīnas; iekļauti ir vienīgi ar puspiekabi aprīkotas kravas automašīnas dīzeļdzinēja radītie izmeši. Kečupa transportēšanai tiek izmantota 40 t kravas automašīna, kuras maksimālais pārvadājamās kravas svars ir 25 t. Tika pieņemts, ka pārvadātās kravas daudzums bija 70% no maksimālā. Aprēķinātais attālums no ražotnes līdz vairumtirdzniecības noliktavai ir 630 km. 6% izmantotās degvielas bija biodīzeļdegviela (Somijas 2011. gada vidējais rādītājs).



Astotais posms: kečupa transportēšana no vairumtirdzniecības noliktavas uz veikalu

Dati par kravas automašīnu izmešiem ir ņemti no Somijas Lipasto datu bāzes un tie neiekļauj preču iekraušanu un izkraušanu no kravas automašīnas, iekļauti ir vienīgi ar puspiekabi aprīkotas kravas automašīnas dīzeļdzinēja izmeši. Transportēšanai tika izmantota 6 t kravas automašīna ar 3,5 t kravnesību). Pa šoseju tika veikti 30% ceļa, vidējais attālums no vairumtirdzniecības noliktavas līdz veikalam – 200 km.



Devītais posms: kečupa tirgošana veikalā

Informācijas vākšana un aprēķini tika veikti pēc Somijas Lauksaimniecības un pārtikas institūta (www.mtt.fi) eksperta Irjes Virtanena (Yrjö Virtanen) ieteiktās aprēķinu metodes un īpatnējo izmaksu parametriem. Tīmekļa lietojumprogrammā ir pieņemts, ka tirdzniecība notiek pašapkalpošanās veikalā.

Parasti kečups veikalā tiek izkārtots vaļējos plauktos, aizvērtas pudeles nav nepieciešams turēt ledusskapī. Aprēķinos tika iekļauts veikala enerģijas patēriņš apkurei un elektrības patēriņš apgaismojumam uz vienu kvadrātmetru. Tika noskaidrota kečupa vienas dienas pārdošanas apjomam nepieciešamā veikala platība: aprēķinos tika ņemta vērā gan zem plauktiem esošā grīdas platība, gan starp plauktiem atstātā pircēju eja. Dati par kečupa tirdzniecību un tai nepieciešamo veikala platību tika iegūti no kāda Igaunijas veikala. Tika pieņemts, ka veikalā tiek izmantota Ziemeļvalstu tīkla elektroenerģija (<https://www.entsoe.eu/the-association/history/nordel/>). Tā ir elektroenerģija, kas ražota no dažādiem atjaunojamiem un neatjaunojamiem resursiem (piem., akmeņogles, vējš, atomenerģija, ūdens u.c.) un kas tiek tirgota Ziemeļvalstu elektroenerģijas biržā. Igaunijā pārsvarā tiek izmantota uzņēmuma "Eesti Energia" no degakmens ražotā elektroenerģija.

Desmitais posms: kečupa transportēšana uz patērētāja mājām

Šajā posmā par pamatu tika ņemts zviedru izstrādātais patērgātāju iepirkšanās paradumu aptuvenais scenārijs [4]. Dati ir balstīti uz šādiem pieņēmumiem:

- 55% pircēju uz veikalu dodas ar automašīnu;
- vidējais brauciena attālums ir 2,5 km līdz veikalam un tik pat daudz atpakaļ;
- vienā reizē tiek nopirkti 10 kg pārtikas preču.

Uz vidi radītā slodze tika sadalīta starp dažādiem pirkumiem atbilstoši svaram. Alternatīva iespēja ir doties uz veikalu kājām vai ar velosipēdu. Tādā gadījumā netiek izmantota fosilā degviela un netiek radīti izmeši.

Vienpadsmitais posms: kečups patērētāja ledusskapī

Zviedri veica analīzi [4], kuras ietvaros tika aptaujāti 30 cilvēki un izpētītas viņu izmestās kečupa pudeles. Tika noskaidrots, ka kečupa zudumi tā patērēšanas fāzē ir ļoti lielā mērā atkarīgi no individuālā patērētāja un tāpēc būtiski atšķiras (0,5-26%); kečupa pudele stāv ledusskapī vienu līdz 12 mēnešus. Pēc aplēsēm par saprātīgu ir uzskatāms 5% zudums, kas tika pieņemts par pamatu aprēķinu veikšanā. Ietekmes uz vidi rādītāji tika aprēķināti diviem

scenārijiem: pēc pirmā scenārija 1 kg kečupa tiek uzglabāts ledusskapī un izlietots viena mēneša laikā, pēc otra scenārija ledusskapī uzglabātais kečups tiek izlietots viena gada laikā.

Tika pieņemts, ka vidējam patērētājam ir A-klases ledusskapis, kas pēc Somijas Vides institūta eksperta Tomasa Mattilas (Tuomas Mattila) datiem diennaktī uz vienu litru dzesējamā tilpuma patērē 1,45 Wh elektroenerģijas. Tika pieņemts, ka pilna ledusskapja izmantotais tilpums ir aptuveni 50% un ka patērētājs izmanto Ziemeļvalstu tīkla elektroenerģiju. Tā ir elektroenerģija, kas ražota no dažādiem atjaunojamiem un neatjaunojamiem resursiem (piem., akmeņogles, vējš, atomenerģija, ūdens u.c.) un kas tiek tirgotā Ziemeļvalstu elektroenerģijas biržā. Igaunijā pārsvarā tiek izmantota uzņēmuma "Eesti Energia" no degakmens ražotā elektroenerģija.

Kečupa dzīves cikla ietekme

Ietekmes uz vidi ilustrācijai tīmekļa lietojumprogrammā "Kečupa dzīves cikls" tika izvēlēti trīs vienkārši vides kritēriji. Enerģijas patēriņš² un siltumnīcas efektu radošo gāzu izmeši³ ir universāli kritēriji, kas attiecināmi uz lielāko daļu produktu. Informācija par ūdens patēriņu⁴ tika apkopota tā apsvēruma dēļ, ka dienvidu zemēs, kur pārsvarā tiek audzēti kečupa ražošanai izmantotie tomāti, ūdens ir ierobežots resurss. Atbilstoši DCN metodei kritēriju vērtības tika izteiktas atskaites vienībās (AV). Šajā gadījumā par atskaites vienību ir pieņemts 1 kg patērētā tomātu kečupa. Tīmekļa lietojumprogrammā izmantotās vides kritēriju vērtības pa atsevišķiem kečupa dzīves cikla posmiem ir apkopotas 2. tabulā. Tīmekļa lietojumprogrammā kritēriju vērtības akumulējas atbilstoši posmos izdarītajām izvēlēm.

² Dzīves cikla aprēķinos iekļautajos procesos patērētais kopējais enerģijas apjoms (piem., elektroenerģija, siltums, degviela). Vienība: MJ/AV.

³ Dzīves cikla aprēķinos iekļautajos procesos izdalītās, siltumnīcas efektu izraisošās gāzes, kas uzrādītas ogļskābās gāzes izteiksmē. Vienība: kg/AV.

⁴ Dzīves cikla aprēķinos iekļauto procesu tiešais un netiešais ūdens patēriņš (piem., izmantojamās degvielas vai enerģijas ražošanai). Vienība: litrs/AV.

2. tabula. Vides kritēriju vērtības pa atsevišķiem kečupa dzīves cikla posmiem uz 1 kg patērētā tomātu kečupa.

Dzīves cikla posms	Energija (MJ/AV)	CO ₂ eq (kg/AV)	Ūdens (l/AV)
Tomātu audzēšana			
atklātā laukā	4,2210	0,2900	126,9880
siltumnīcā	4,7620	0,2850	73,2047
Tomātu transportēšana uz tomātu pastas ražotni			
liela kravas automašīna	0,2451	0,0179	0,0023
maza kravas automašīna	0,8088	0,0561	0,0075
Tomātu pastas ražošana	0,6471	0,0500	0,0357
Tomātu pastas transportēšana uz kečupa ražotni			
konteineru kuģis	0,8056	0,0632	0,0078
kravas automašīna	0,8179	0,0569	0,0074
lidmašīna	15,2821	1,1389	0,1421
Kečupa un tā sastāvdaļu ražošana	6,8806	0,4147	1,8375
Kečupa iepakojšana un iepakojuma atkritumu apsaimniekošana	6,0000	0,2800	0,0000
Kečupa transportēšana uz vairumtirdzniecības noliktavu	0,5226	0,0364	0,0047
Kečupa transportēšana uz veikalu	1,0290	0,0709	0,0093
Kečupa tirgošana veikalā	0,1449	0,0441	0,6418
Kečupa transportēšana no veikala uz mājām			
55% pircēju dodas uz veikalu ar automašīnu	1,2000	0,1400	0,0108
visi pircēji dodas uz veikalu kājām vai ar velosipēdu	0,0000	0,0000	0,0000
Kečups patērētāja ledusskapī			
1 mēnesis	0,8832	0,0420	0,6112
12 mēneši	10,3990	0,4945	7,1964

Pret izmantoto datu absolūtajām vērtībām ir jāattiecas ar zināmu rezervētību, jo tās nav balstītas uz vienā reizē un nesen veiktu DCN pētījumu, bet pamatā ir apkopotas no dažādiem informācijas avotiem. Izmantojot iegūtos datus, programmēšanas vidē KCL-ECO⁵ tika izveidots dinamisks produkta modelis, kas deva iespēju aprēķināt atsevišķu posmu kritēriju vērtības attiecībā pret visas produkta sistēmas atskaites vienību.

Dati par tomātu saturu tomātu pastā un tomātu pastas saturu kečupā tika iegūti no Igaunijas kečupa tirdzniecības tirgus līdera produktu informācijas (uz iepakojuma un mājas lapā). Tāpat no ražotāja tika pieprasīti dati par tomātu pastas un kečupa ražošanas un iepakojšanas procesā izmantoto ūdeni, taču diemžēl tika iegūti tikai aptuveni dati. Dati par minēto procesu energoietilpību un siltumnīcas efektu radošo gāzu izmešiem, kā arī par pircēju iepirkšanās paradumu scenārijiem tika iegūti no Zviedrijā veiktiem pētījumiem [4]. Visi dati, kas attiecas uz tomātu audzēšanu, ir ņemti no spāņu publikācijas [2], bet dati, kas attiecas uz tomātu pastas ražošanu, ir balstīti uz Turcijas zinātnieku publikācijā esošo informāciju [3]. Transporta izmešu, veikalu un mājāsaimniecību uz vidi radītā slodze tika aprēķināta projekta

⁵ Somijā izstrādāta speciāla programmatūra DCN datu apkopošanai un produktu sistēmu modelēšanai (http://www.vtt.fi/research/technology/kcl_eco_software.jsp).

FOODWEB ietvaros. Dažos dzīves cikla posmos ūdens patēriņš bija tiešs, citos – netiešs (tika aprēķināts, cik daudz ūdens tiek patērēts elektroenerģijas vai izmantotās degvielas saražošanai).

No dažādiem novērtējumiem izrietoši secinājumi

Tālāk ir dotas atsauces uz izmantotajā literatūrā sniegtajiem vērtējumiem un kopsavilkumiem par kečupa dzīves cikla ietekmi uz vidi. Spānijas zinātnieku veikto pētījumu [2] rezultātā, kur cita starpā tika salīdzināta tomātu audzēšana atklātā laukā un siltumnīcā, izmantojot minerālmēslojumu, tika konstatēts, ka, pateicoties mikroklimata regulēšanas iespējām, siltumnīcās audzēto tomātu ražīgums ir lielāks nekā atklātā laukā audzētajiem augiem. Turklāt ir mazāks laistīšanai patērētā ūdens un augu aizsardzības līdzekļu apjoms. Tomēr, audzējot tomātus siltumnīcā, ir nedaudz lielāks enerģijas patēriņš, tāpat infrastruktūras izveidei ir nepieciešams vairāk materiālu. 3. tabulā ir salīdzināta tomātu audzēšanas paņēmieni ietekme, kas ir pētīta pa atsevišķiem globāliem ietekmes uz vidi veidiem.

3. tabula. Vidusjūras reģionā audzēto lauka un siltumnīcas tomātu ietekmes uz vidi, kas ir pētīta pa atsevišķiem globāliem ietekmes veidiem, salīdzinājums uz 1 tonnu saražoto komerciālo tomātu [2]. Vismazāko ietekmi uz vidi radošais variants ir izteikts kā absolūta vērtība, bet vislielāko ietekmi uz vidi radošais variants – norādīts procentuālā izteiksmē.

Ietekme uz vidi	Vienība	Lauka tomāti	Siltumnīcas tomāti
Dabas resursu izsmelšana	kg Sb eq·AV ⁻¹	9.46E-01	112%
Skābuma palielināšanās	kg SO ₂ eq·AV ⁻¹	8.88E-01	106%
Eitrofikācija	kg PO ₄ eq·AV ⁻¹	2.34E-01	149%
Globālā sasilšana	kg CO ₂ eq·AV ⁻¹	102%	1.53E+02
Ozona slāņa noārdīšanās	kg CFC-11 eq·AV ⁻¹	134%	1.39E-05
Fotoķīmiskā oksidācija	kg C ₂ H ₄ ·AV ⁻¹	2.28E-02	140%
Kumulatīvais enerģijas patēriņš	MJ eq·AV ⁻¹	2.26E+03	113%

Aplūkojot, piemēram, globālās sasilšanas kategoriju, var redzēt, ka, audzējot tomātu uz lauka, lielāko daļu slodzes (60%) uz vidi rada minerālmēslojuma ražošana. Tas pats attiecas arī uz tomātu audzēšanu siltumnīcā – vislielākā ietekme (apmēram 47%) ir minerālmēslojuma ražošanai, bet īpatsvara ziņā tai seko ar siltumnīcu saistītie procesi. Atkarībā no siltumnīcas veida, ietekmi uz vidi var mazināt, samazinot izmantojamo materiālu daudzumu, izmantojot atkārtoti lietojamas un ilgi kalpojošas konstrukcijas un dodot priekšroku uz vietas pieejamo materiālu lietošanai, tādējādi samazinot arī transporta ietekmes apmēru.

Minētā raksta autori ir nonākuši pie secinājuma, ka Vidusjūras reģionam būtu nepieciešams izstrādāt novērtējuma modeļus arī tādiem vietējā mērogā būtiskiem ietekmes uz vidi kritērijiem, kā augsnes erozija un ūdens izmantošana.

Turcijas zinātnieki savā rakstā [3] secina, ka tomātu pārstrādei tiek patērēts ievērojams enerģijas daudzums, savukārt tomātu transportēšanas rezultātā tiek izdalīts ievērojams siltumnīcas efektu radošo gāzu apjoms. Tādēļ ir nepieciešams optimizēt pārvadājumus un

pēc iespējas izmantot lielāku kravas transportu. Lai gan ūdens iztvaicēšana no tomātu masas ir viena no tomātu pastas ražošanas energoietilpīgākajām procesa daļām, tās rezultātā tiek būtiski samazināta produkta masa un tādējādi nākamajā posmā pastas transportēšanai nepieciešamie resursi un izmeši. Siltumnīcas efektu radošo gāzu izmeši ir tieši atkarīgi no izmantotā enerģijas ražošanas veida. Tiem patērētājiem, kam rūp apkārtējās vides saglabāšana, vajadzētu dot priekšroku svaigu tomātu lietošanai. Taču jāatzīmē, ka tomātu pastas ražošanas ietekme uz vidi ir mazāka nekā citu tomātu produktu, piemēram, tomātu biezeņa vai tomātu sulas ražošanas attiecīgie rādītāji.

Vienīgais darbs, kas aptver visu kečupa dzīves ciklu, ir zviedru veiktais pētījums [4], taču arī tajā daudzu posmu analīzē ir izmantoti iepriekš veiktu pētījumu rezultāti. Informācija par degvielas vai enerģijas patēriņu ir iegūstama krietni vienkāršāk nekā dati par izmešiem. Pamatā ir pieejami dati par tiem izmešiem, kuriem ir piemēroti nodokļi. Datu apkopošanā netika ņemta vērā dzīves ciklā izmantojamo iekārtu ražošana. Tomēr tai var būt būtiska nozīme, piemēram, tomātu pastas ražošanas procesā, jo tam nepieciešamās iekārtas tiek izmantotas sezonāli, tikai dažas nedēļas gadā.

Vairākās pētītajās ietekmes uz vidi kategorijās galvenais ietekmes avots ir kečupa un tā papildvielu ražošana un iepakošana. Lielāko eitrofikāciju rada tomātu audzēšanas process, bet lielākais NOx avots ir transporta radītie izmeši. Toksisko piesārņojumu visvairāk rada lauksaimniecība, kā arī kečupa un tā papildvielu ražošana un iepakošana. No enerģijas patēriņa viedokļa kritisks rādītājs ir kečupa uzglabāšanas ilgums patērētāju ledusskapī. Tāpat būtiska loma ir iepirkšanās paradumiem (automašīnu izmantošana, attālums līdz veikalam un vienā reizē iegādātais preču daudzums) un taupīgam patēriņam. Piemēram, ja kečupa zudumi tā patēriņa fāzē ir 5%, atbilstoši par 5% palielinās arī ietekmes uz vidi rādītāji visos dzīves cikla posmos (visi rezultāti tika reizināti ar 1,05). Tādēļ turpmākajos pētījumos lielāku vērību noteikti vajadzētu pievērst pārtikas preču patēriņa posma izpētei. Tāpat lielākas uzmanības vērta ir atkritumu apsaimniekošana, jo tai tiek patērēti ievērojami enerģijas un ķīmisko vielu daudzumi, kā arī tiek radīti izmeši. Tajā pat laikā atkritumi (piem., pārtikas rūpniecības notekūdeņi) ir barības vielu avots un ir piemēroti arī biogāzes ražošanai.

Izmantotā literatūra

[1]. Talve, S., Pöld, E. 2005. Dzīves cikla novērtēšana, Pērnavā: CyclePlan.

[2]. Martínez-Blanco, J., Muñoz, P., Antón, A., Rieradevall, J. 2011. Assessment of tomato Mediterranean production in open-field and standard multi-tunnel greenhouse, with compost or mineral fertilizers, from an agricultural and environmental standpoint. *Journal of Cleaner Production*, 19, 985–997 pp.

[3]. Karakaya, A. M., Özilgen, M. 2011. Energy utilization and carbon dioxide emission in the fresh, paste, whole-peeled, diced, and juiced tomato production processes. *Energy*, 36, 5101–5110 pp.

[4]. Andersson, K., Ohlsson, T., Olsson, P. 1998. Screening life cycle assessment (LCA) of tomato ketchup: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 6, 277–288 pp.