

Klimrek Fruit

Methodologie achter de Klimrek klimaatscan voor hardfruit



Samengesteld door: ILVO

Auteurs: Freya Michiels

I.s.m. Veerle Van linden, Anne-Sophie Sacré, Alexander Peeters en Reindert Heuts

Versie	Datum	Beschrijving
Versie 1.0	Juni 2026	Methodologie

Belangrijke opmerking:

Dit technisch document is eigendom van het Klimrek project (partners: ILVO, Boerenbond, pcfruit en Viaverda). Vanwege het auteursrecht is het verboden om dit document (of inhoud ervan) te reproduceren, geheel of gedeeltelijk. Schendingen van het auteursrecht worden vervolgd.

Inhoud

Lijst met tabellen.....	2
Lijst met figuren.....	2
Lijst met formules.....	2
1 Inleiding.....	3
1.1 De klimaatscan.....	3
1.2 De klimaatkoers.....	4
2 Levenscyclusanalyse als basis.....	5
2.1 Berekeningsmethode.....	5
2.2 Functionele eenheid.....	6
2.3 Systeemgrenzen.....	7
2.3.1 Aanplant en afbraak.....	8
2.3.2 Gewasproductie.....	9
2.3.3 Na-oogst.....	10
3 Inputs en emissies bij fase aanplant en afbraak.....	12
3.1 Aanplant van de boomgaard.....	12
3.2 Steunmateriaal.....	12
3.3 Afbraak van de boomgaard.....	13
4 Inputs en emissies bij fase gewasproductie.....	14
4.1 Bemesting.....	14
4.1.1 Koolstofdioxide (CO ₂).....	14
4.1.2 Lachgas (N ₂ O).....	16
4.1.3 Ammoniak (NH ₃).....	19
4.1.4 Stikstofoxiden (NO _x).....	20
4.1.5 Nitraat (NO ₃ ⁻).....	20
4.1.6 Fosfor (P).....	22
4.2 Gewasbescherming.....	25
4.3 Energie.....	25
4.3.1 Elektriciteit.....	25
4.3.2 Diesel.....	26
4.3.3 Overige energiebronnen.....	28
4.3.4 Energie voor nachtvorstbestrijding.....	28
4.4 Infrastructuur.....	28
4.5 Water.....	29

5	Inputs en emissies bij fase na-oogst.....	30
5.1.1	Bewaren.....	30
5.1.2	Sorteren.....	31
5.1.3	Overig.....	31
6	Literatuur.....	I

GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AEA	AmmoniakEmissieArm
BKG	Broeikasgas
CH₄	Methaan
CO₂	Koolstofdioxide
CO₂-eq.	Koolstofdioxide equivalenten
DS	Droge stofgehalte
EF	Emissiefactor
EMAV	EmissieModel Ammoniak Vlaanderen
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LCA	Levenscyclusanalyse
N₂O	Lachgas
NH₃	Ammoniak
NMVOG	Vluchtige organische stoffen zonder methaan
NO	Stikstofoxide
NO₃⁻	Nitraat
P	Fosfor
PAS	Programmatische Aanpak Stikstof
PM	Fijn stof (<i>particulate matter</i>)
RAS	Ruw as, het residu na verassen bij 550 °C
TAN	Totale ammoniakale stikstof
VCOSv	Verteringscoëfficiënt van de organische stof bij varkens
VS	Vluchtige vaste stoffen (<i>volatile solids</i>)

Lijst met tabellen

Tabel 1: Impactcategorieën die berekend worden met de Environmental Footprint (EF3.1) methode 6	
Tabel 2: Overzicht van de processen waarbij broeikasgassen gevormd worden op een fruitbedrijf.....	6
Tabel 3: Karakterisatiefactoren (GWP-100) per broeikasgas (Intergovernmental Panel on Climate Change 2023).....	6
Tabel 4: Standaard aantal draaiuren per werkgang per ha per jaar	27
Tabel 5: Standaard dieserverbruik per werkgang per ha voor een loonwerker.....	28

Lijst met figuren

Figuur 1: Schematisch overzicht van de klimaatscan en klimaatkoers	3
Figuur 2: Overzicht van welke directe inputs en processen bevroegd worden in de klimaatscan	5
Figuur 3: Systemanalyse van een fruitbedrijf.....	8

Lijst met formules

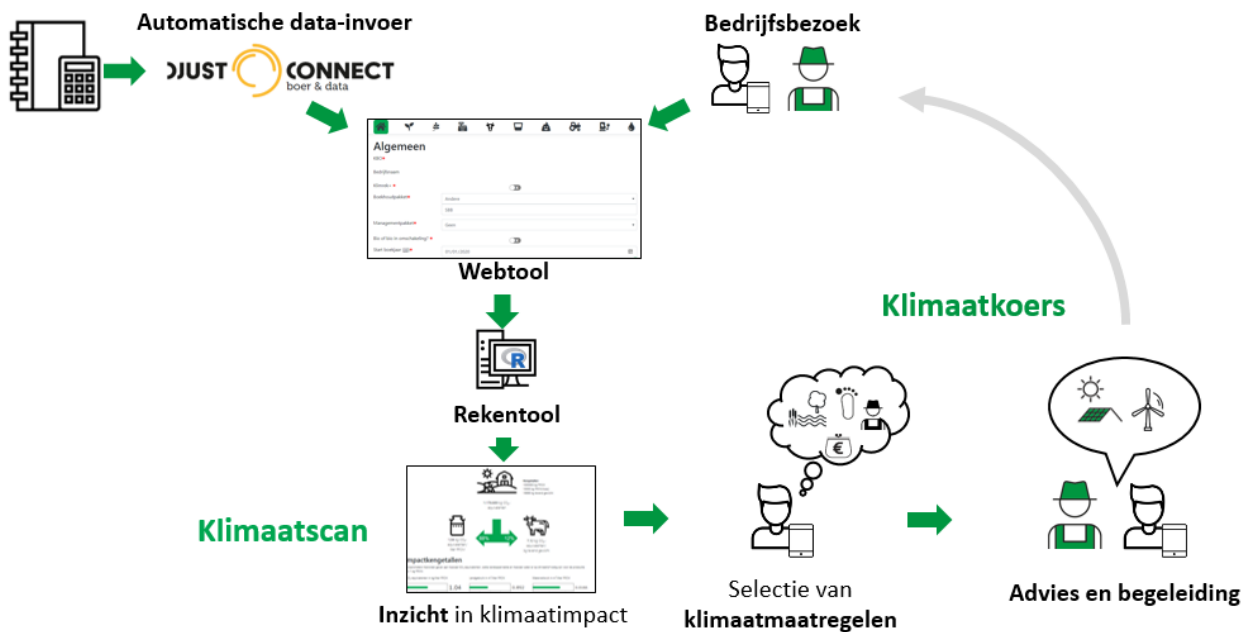
Formule 1: Koolstofdioxide-emissies door toediening van kalkmeststof en ureummeststof tijdens de gewasproductie	14
Formule 2: Koolstofdioxide-emissies door teelten op veengronden.....	15
Formule 3: Directe lachgasemissies tijdens de gewasproductie.....	16
Formule 4: Directe lachgasemissies door stikstof inputs in de bodem.....	16
Formule 5: Directe lachgasemissies door teelten op veengronden.....	18
Formule 6: Lachgasemissies door atmosferische depositie van vervluchtigde stikstof van gewasproductie	19
Formule 7: Ammoniakemissies tijdens de gewasproductie.....	19
Formule 8: NO-emissies tijdens de gewasproductie.....	20
Formule 9: Nitraatemissies naar water tijdens de gewasproductie	20
Formule 10: Fosforemissies naar water via erosie.....	22
Formule 11: Hoeveelheid bodem die geërodeerd is.....	23
Formule 12: Fosfor run-off naar oppervlaktewater	23
Formule 13: Fosforuitspoeling naar grondwater	24
Formule 14: Emissies tijdens de verbranding van diesel	26
Formule 15: Emissies van zware metalen tijdens de verbranding van diesel.....	26

1 Inleiding

Dit document beschrijft de methodologie achter de **Klimrek klimaatscan voor bedrijven die hardfruit telen**. Deze klimaatscan maakt deel uit van het Klimrek-T klimaattraject voor fruit dat in het Klimrek-T-project werd ontwikkeld. Het Klimrek-T-project (“Klimaatmaatregelen en slim waterbeheer mét economische kansen op het tuinbouwbedrijf”) was een Blue Deal-project (2023-2025), waarin ILVO, Boerenbond, pcfruit en Viaverda deze klimaattrajecten voor de teelt van hardfruit en vollegrondsgroenten ontwikkelden. De ontwikkeling gebeurde in co-creatie met stakeholders uit de sector om het traject zo correct, gebruiksvriendelijk en gedragen mogelijk te maken.

Een Klimrek **klimaattraject** is een traject waar individuele landbouwbedrijven vrijwillig in kunnen stappen. Ze worden gedurende het volledige traject begeleid door een opgeleide klimaatconsulent. Het klimaattraject (Figuur 1) bestaat uit:

- 1) de **klimaatscan**: een op levenscyclusanalyse gebaseerde klimaatimpactanalyse, die gedetailleerd inzicht geeft in de klimaatimpact van het melkveebedrijf en de geproduceerde melk;
- 2) de **klimaatkoers**: een begeleidingstraject bij het nemen van klimaatmaatregelen, waarbij het potentieel economisch en ecologisch effect van klimaatmaatregelen voorberekend wordt via scenario-analyses.



Figuur 1: Schematisch overzicht van de klimaatscan en klimaatkoers

1.1 De klimaatscan

De **klimaatscan** bestaat uit een vragenlijst (**invultool**) waarmee de bedrijfsinfo van een specifiek jaar verzameld wordt, die nodig is om de klimaatimpact van het fruitbedrijf te berekenen. Voor toelichting bij de invultool verwijzen we naar de handleiding en opleiding voor klimaatconsulenten. De data uit de



invultool wordt verwerkt en het resultaat is voor landbouwer en consulent te raadplegen via een dashboard.

1.2 De klimaatkoers

De klimaatkoers omvat het adviseren van de fruitteler rond maatregelen die de klimaatimpact van het bedrijf kunnen verlagen of de klimaatweerbaarheid ervan kunnen vergroten. Voor meer info rond de klimaatkoers verwijzen we naar de handleiding en opleiding voor klimaatconsulenten. Meer info over klimaatmaatregelen is terug te vinden op de [Klimrek](#) website.

De Klimrek klimaatscan heeft tot doel om de klimaatimpact van een fruitbedrijf en het geogste hardfruit dat verkocht wordt in een specifiek jaar inzichtelijk te maken ter ondersteuning van de landbouwer bij het kiezen en implementeren van klimaatmaatregelen die op zijn/haar bedrijf passen. Via een vereenvoudigde levenscyclusanalyse brengen we de volledige klimaat- en milieu-impact van het bedrijf in kaart. Het inzicht in de andere milieu-impactcategorieën wordt gebruikt om probleemverschuivingen bij het aanraden van klimaatmaatregelen te voorkomen; de focus van Klimrek ligt echter op de impactcategorie klimaatverandering. De [systeemgrenzen](#) van de analyse lopen tot de boerderijpoort. Verdere transport- en verwerkingsstappen zijn niet meegenomen in Klimrek.

Meer info over het correct gebruik van Klimrek, is terug te vinden in het [gebruikersreglement](#).

2 Levenscyclusanalyse als basis

De berekeningsmethodiek achter de klimaatscan is gebaseerd op [levenscyclusanalyse](#) (LCA). Op basis van een volledige LCA van 6 piloot-fruitbedrijven, werd een vereenvoudigde scan samengesteld, waarin inputs en processen met een minimale bijdrage werden uitgesloten (Figuur 2). Voor een gedetailleerde beschrijving van wat bevestigd werd voor de klimaatscan en wat niet, zie §2.3 Meer info over hoe de klimaatscan tot stand kwam, is terug te vinden op de [Klimrek](#) website.



Figuur 2: Overzicht van welke directe inputs en processen bevestigd worden in de klimaatscan

2.1 Berekeningsmethode

Door te werken met levenscyclusanalyse brengen we de volledige klimaat- en milieu-impact van het bedrijf in kaart. We volgen hiervoor de Europese Product Environmental Footprint methode ([PEF](#)) en berekenen de impact met de *Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.00*-methode. De impactcategorieën weergegeven in

Tabel 1 worden daarbij in kaart gebracht.

De focus van Klimrek ligt op de impactcategorie *klimaatverandering*. Het inzicht in de andere milieu-impactcategorieën wordt gebruikt om probleemverschuivingen bij het aanraden van klimaatmaatregelen te voorkomen. In co-creatie met stakeholders uit de sector werden enkele impactcategorieën geselecteerd waarbij de kans op probleemverschuivingen het grootst is. Op het dashboard worden deze impactcategorieën ook getoond (zie

Tabel 1).

Voor de bepaling van de klimaatimpact worden de IPCC 2019 (Gavrilova et al. 2019) richtlijnen gevolgd. Er zijn drie broeikasgassen (BKG) die bijdragen aan de klimaatimpact van een fruitbedrijf: koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O). Deze BKG worden direct (op het bedrijf zelf) of indirect (bij productie van inputs) gevormd bij de teelt van hardfruit (zie Tabel 2). De bijdrage van elke BKG aan de klimaatimpact wordt uitgedrukt in kg CO₂-equivalenten (zie Tabel 3).



Tabel 1: Impactcategorieën die berekend worden met de Environmental Footprint (EF3.1) methode

Impactcategorie	Eenheid	Getoond op dashboard
Verzuring	mol H+ eq	x
Klimaatverandering	kg CO ₂ -eq	x
Klimaatverandering – Biogeen	kg CO ₂ -eq	
Klimaatverandering – Fossiel	kg CO ₂ -eq	
Klimaatverandering – Landgebruik en verandering in landgebruik	kg CO ₂ -eq	
Ecotoxiciteit van het zoetwatermilieu	CTUe	
Fijnstofvorming	Ziekte voorval	
Vermesting, zoet water	kg P-eq	x
Vermesting, zout water	kg N-eq	x
Vermesting, terrestrisch	mol N-eq	
Humane toxiciteit, carcinogeen	CTUh	
Humane toxiciteit, niet-carcinogeen	CTUh	
Ioniserende straling	kBq U-235	
Landgebruik	Pt	x
Ozonafbraak	kg CFC-11-eq	
Fotochemische ozonvorming	kg NMVOC-eq	
Uitputting fossiele brandstoffen	MJ, net cal. waarde	x
Uitputting mineralen en metalen	kg Sb-eq	
Uitputting van watervoorraden	m ³ deprivatie	

Tabel 2: Overzicht van de processen waarbij broeikasgassen gevormd worden op een fruitbedrijf.

CO ₂	CH ₄ fossiel	N ₂ O
Energieverbruik (direct en indirect)	Energieverbruik (direct en indirect)	Energieverbruik (direct en indirect)
Veldemissies (ureumgebaseerde meststoffen en kalk)		Veldemissies (direct en indirect)

Tabel 3: Karakterisatiefactoren (GWP-100) per broeikasgas (Intergovernmental Panel on Climate Change 2023)

Broeikasgas	Karakterisatiefactor (kg CO ₂ eq./kg)
CO ₂	1,00
CH ₄ , niet fossiel	27,0
CH ₄ , fossiel	29,8
N ₂ O	273

De klimaatimpact van het fruitbedrijf wordt berekend door de bijdrage van de drie broeikasgassen op te tellen. Zo bekomen we de koolstofvoetafdruk of carbon footprint van de geproduceerde producten.

2.2 Functionele eenheid

De klimaatimpact wordt uitgedrukt per “ton geoogst fruit”, per “ton verkocht fruit” en per “ha boomgaard”. De impact van appels en peren, en hun variëteiten (indien gewenst), worden apart



weergegeven. Bij elk deelsysteem wordt beschreven hoe de inputs verdeeld worden tussen de verschillende variëteiten.

2.3 Systeemgrenzen

In dit hoofdstuk bespreken we in detail welke deelsystemen we onderscheiden op een fruitbedrijf en waar de systeemgrenzen vallen. Daarvoor werd een systeemanalyse uitgevoerd. Daarbij worden alle systemen, processen en praktijken in kaart gebracht die ecologisch en/of economisch relevant zijn en plaats kunnen vinden op een Vlaams fruitbedrijf. Het systeemschema en de oplistings van processen en praktijken dienden als basis voor de verdere uitwerking van de klimaatscan.

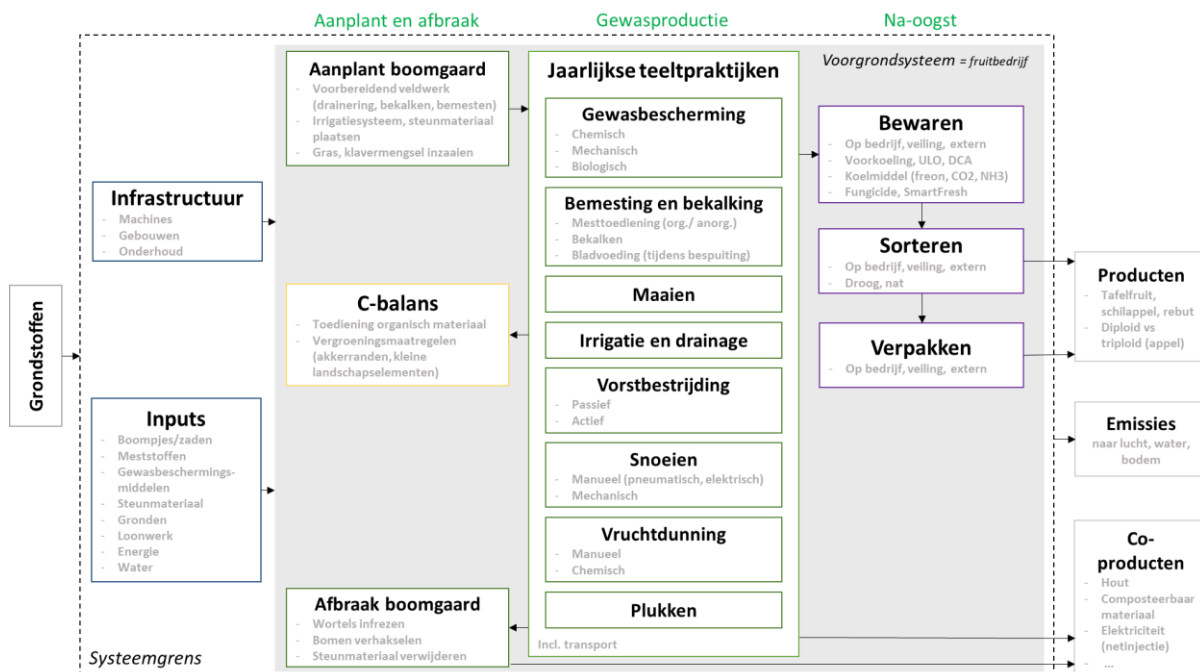
We evalueren de milieu-impact en in het bijzonder de klimaatimpact van het fruitbedrijf van *'cradle-to-gate'*, wat inhoudt dat we de impact van alle processen meenemen die plaatsvinden vanaf de extractie van natuurlijke grondstoffen (die gebruikt worden voor de aanmaak van allerlei ingekochte producten) tot op het moment dat het hardfruit het fruitbedrijf verlaten (excl. het transport naar de afnemer). Al deze processen vallen binnen wat in levenscyclusanalyse de *'systeemgrenzen'* genoemd worden. Binnen deze systeemgrenzen onderscheiden we twee systemen: het achter- en het voorgrondstelsel.

Het **achtergrondstelsel** omvat alle inputs of ingekochte producten (zoals energie en gewasbeschermingsmiddelen) en infrastructuur (machines, technische installaties en gebouwen) die het fruitbedrijf binnenkomen en die bij de teelt van hardfruit rechtstreeks of onrechtstreeks verbruikt worden. De klimaatimpact van processen in het achtergrondstelsel becijferen we aan de hand van gegevens uit LCA-databanken. Denk hierbij aan de klimaatimpact van de productie van een meststof.

Het **voorgrondstelsel** komt overeen met het fruitbedrijf zelf. Hierbinnen onderscheiden we 3 fasen: Aanplant en afbraak van de boomgaard, Gewasproductie en Na-oogst (zie Figuur 3), met elk hun bijhorende deelsystemen. Om de klimaatimpact van de processen die onder elk van deze fasen vallen te bepalen, maken we zoveel mogelijk gebruik van bedrijfsspecifieke data. Die data halen we onder andere uit het boekhoud- of het managementpakket van het bedrijf, teeltregistratie, verzamelaanvraag, mestbankaangifte, wateraangifte en uit de bevraging van de landbouwer. Ontbrekende data schatten we in met de informatie voor handen, dit gebeurt bijvoorbeeld bij data rond emissies die met mesttoediening op het veld gepaard gaan.

Per fase bekeken we de processen die erin plaatsvinden en de bijbehorende input- en outputstromen, die zowel materieel als energetisch kunnen zijn. Sommige stromen komen van buiten of gaan buiten de systeemgrenzen, andere stromen lopen tussen (processen van) deelsystemen. Elke stroom wordt gekwantificeerd. Belangrijk hierbij is dat dit schema op verschillende bedrijfstypes van toepassing is. Zowel de processen op een perenbedrijf als op een appelbedrijf, alsook bedrijven waar geen na-oogstpraktijken plaatsvinden, kunnen ermee in kaart gebracht worden.

Vervolgens werd nagegaan welke inputstromen een belangrijke bijdrage hadden aan de klimaatimpact en welke niet. Dit om **van uitgebreide levenscyclusanalyse naar vereenvoudigde klimaatscan** te gaan die op kortere tijd uitgevoerd kan worden bij elke fruitteler. De vereenvoudiging die gemaakt werd in elk fase wordt in de volgende secties besproken.



Figuur 3: Systeemanalyse van een fruitbedrijf

2.3.1 Aanplant en afbraak

2.3.1.1 Aanplant van de boomgaard

Het **Vorbereidend veldwerk** omvat alle grondbewerkingen nodig om het perceel klaar te maken voor de aanplant van de boomgaard. Hieronder valt o.a. ploegen, niet-kerende bodembewerking, bodemontsmeting, bemesting, bekalken en drainering.

De **Aanplant van de boomgaard** omvat het plaatsen van steunmateriaal, de aanvoer en het planten van de jonge boompjes, en het inzaaien van gras of klavermengsel en eventueel bloemenstroken of (gemengde) hagen. De eerste bemesting en watergift wordt hier ook in rekening gebracht.

De impact van de processen gelinkt aan de aanplant van de boomgaard wordt afgeschreven over de levensduur van de boomgaard. Dat is een 15-tal jaar voor appelboomgaarden en een 40-tal jaar bij perenboomgaarden.

2.3.1.2 Afbraak boomgaard

De afbraak van de boomgaard omvat het infrezen van wortels en het verhakselen van oude bomen. De verhakselde bomen worden verbrand, vergist of ingebracht in de bodem. Deze handelingen kunnen leiden tot koolstofopbouw en zo als input voor deelsysteem *koolstofbalans*. Verder wordt het steunmateriaal verwijderd. Net zoals bij de aanplant wordt de impact van de processen gelinkt aan de afbraak van de boomgaard afgeschreven over de levensduur van de boomgaard.

2.3.1.3 Koolstofbalans

Binnen dit deelsysteem worden alle processen uit de teeltpraktijken en de aanplant/afbraak van de boomgaard meegenomen die voor veranderingen in het bodem organische koolstofgehalte kunnen zorgen. Hieronder valt de aanbreng van organische materiaal via bemesting, maai-beheer, snoeirestenbeheer, oogstrestenbeheer en oude bomen en hun wortels. Ook de koolstofaanbreng van de bomen zelf wordt meegenomen. Naast veranderingen in bodem organische koolstof nemen we in dit subsysteem ook koolstofopslag in biomassa mee. Daaronder valt koolstof opgeslagen in kleine landschapselementen zoals houtkanten, akkerranden en hagen. De inputs voor dit deelsysteem komen uit de fase *gewasproductie*. De outputs zijn negatieve CO₂-emissies, wat inhoudt dat de processen



onder dit subsysteem CO₂ uit de atmosfeer vastleggen in de bodem en in biomassa en daardoor de klimaatimpact van het bedrijf verlagen.

Omwille van de beperkte wetenschappelijke kennis rond koolstofopslag, werd besloten om voor de klimaatscan enkel rekening te houden met (1) “de totale eenmalige koolstofopslag in fruitbomen” (koolstofopslag in de houtige biomassa (incl. wortels) die eenmalig opgeslagen wordt over het hele areaal aan boomgaarden, zolang deze steeds vernieuwd wordt) en (2) “de totale eenmalige koolstofopslag in de bodem” (koolstofopslag in de bodem die eenmalig opgeslagen wordt over het hele areaal aan boomgaarden, zolang deze steeds vernieuwd wordt). Voor deze inschatting wordt gebruik gemaakt van de resultaten uit de studie “Koolstofopslag in laagstamboomgaarden in Vlaanderen” (Pardon et al., 2023).

2.3.2 Gewasproductie

De jaarlijkse teeltpraktijken omvatten alle processen die in de boomgaard plaatsvinden voor de productie van hardfruit tijdens één jaargang. Daarom wordt deze fase ook de teeltfase genoemd. We onderscheiden acht subsystemen:

- **Gewasbescherming:** omvat chemische, mechanische en biologische processen die met plaag-, ziekte- en onkruidbestrijding te maken hebben.
- **Bemesten en bekalken:** omvat naast de hoeveelheid en het type bemesting (organisch of anorganisch) ook de wijze van mesttoediening. Tevens wordt bekalking en bladvoedingen (combinatie met gewasbescherming is mogelijk) hier in rekening gebracht. De impact van mestopslag rekenen we bij dierlijke en niet bij plantaardige productie. Mestopslag valt dus buiten de systeemgrenzen van het fruitbedrijf.
- **Maaien:** omvat alle handelingen die worden uitgevoerd bij het maaien.
- **Irrigatie:** omvat alle processen die te maken hebben met het irrigeren van gewassen (combinatie met fertigatie is mogelijk).
- **Vorstbestrijding:** omvat passieve (o.a. hagelnetten, regenkappen) en actieve (o.a. paraffinepotten, boven- en onderkroonsberegening, warme luchtkanonnen, windmachines) bestrijdingsmethoden.
- **Snoeien:** omvat het manueel snoeien (a.d.h.v. pneumatische, elektrische of een gewone snoeischaar) van de bomen en het mechanisch snoeien van koppen en kanten. Tevens wordt wortelsnoei en het inzagen van bomen met een kettingzaag in rekening gebracht. Het snoeimateriaal blijft in het perceel en wordt typisch geborsteld en/of geklepeld.
- **Vruchtdunning:** omvat de chemische bespuitingen voor vruchtzetting en vruchtdunning. De processen nodig voor manuele vruchtdunning/kwaliteitsdunning worden ook in rekening gebracht.
- **Plukken:** omvat het oogsten van het fruit. Voor de broek van de boom kan dit manueel met een pluktrein, uitgereden palloxen of trekkarretje/slee. Voor de koppen kan dit manueel met een plukwagen of plukladders. De volledige boom tegelijk kan met een Pluk-O-Trak of aangepaste plukwagen geoogst worden. Tevens wordt het transport van het geoogste fruit tot op het tuinbouwbedrijf in rekening gebracht.
- **Overige teeltpraktijken:** omvat o.a. het opbinden van takken.

Eigen en gepachte gronden vormen een algemene **input** voor de fase *gewasproductie*. Transport van, naar en bewerkingen met machines op het veld en de bijhorende input brandstof en infrastructuur (tractoren, machines en werktuigen), zit in elk van de acht subsystemen vevat. Daarnaast vragen een aantal van de subsystemen om specifieke inputs. Inputs specifiek voor gewasbescherming zijn gewasbeschermingsmiddelen en water voor het aanmaken van de sproeivloeistof. Bemesting en bekalking vereist input van organische en anorganische meststoffen en kalk. Voor Irrigatie kan



elektriciteit als input nodig zijn voor het aandrijven van pompen en/of sproeisystemen en vormen ook water en specifieke infrastructuur (irrigatiesysteem) inputs die deel uitmaken van het voorgrondstelsel. Enzovoort.

De belangrijkste **output**stroom van de fase *gewasproductie* die binnen de systeemgrenzen blijft, is het geoogste product dat op het bedrijf en/of extern: bewaard (input voor deelsysteem *bewaren*), gesorteerd (input voor deelsysteem *sorteren*) en/of verpakt (input voor deelsysteem *verpakken*) wordt. Ook de koolstofopbouw die volgt uit de handelingen binnen deze fase is een output die binnen de systeemgrenzen blijft (input voor deelsysteem *koolstofbalans*). Daarnaast brengen teeltpraktijken ook outputs voort die de systeemgrenzen verlaten. Daaronder vallen co-producten als hout of andere gevaloriseerd organisch materiaal. Daarnaast zijn ook emissies die gepaard gaan met brandstof- en elektriciteitsverbruik, en emissies bij toepassing van bemesting en gewasbescherming, outputs van de teeltpraktijken. Ook de indirecte emissies verbonden aan de productie van machines, werktuigen, meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen en vorstbestrijdingsmiddelen worden als outputs van deze fase beschouwd.

2.3.3 Na-oogst

2.3.3.1 Bewaren

Onder bewaring vallen alle processen die plaatsvinden vanaf het moment dat het product de bewaarloods binnenkomt tot wanneer het product opnieuw wordt verplaatst. De bewaring vindt plaats in koelcellen op het fruitbedrijf zelf, bij de veiling of extern. Het Vlaams Centrum voor Bewaring van Tuinbouwproducten (VCBT) geeft de plukdata en bewaarregimes door.

De bewaring start met een voorkoeling waarna het fruit voor een langere periode opgeslagen wordt in koelcellen. De bewaring vindt standaard plaats bij zijn Ultra Low Oxygen (ULO) en in mindere mate bij Dynamic Controlled Atmosphere (DCA). Freon wordt standaard gebruik als koelmiddel, maar momenteel vindt er een overschakeling plaats naar ammoniak en CO₂ als koelmiddel.

Tijdens de bewaring wordt mogelijks een fungicidebehandeling toegepast (indien deze niet vooraf in de boomgaard plaatsvond en daardoor deel uitmaakt van het deelsysteem *Gewasbescherming*). Tevens wordt er SmartFresh verneveld, waarbij frequent frigokalk gebruikt wordt om CO₂ te capteren. De bewaring kan van enkele dagen tot één jaar duren.

Inputs omvatten dus de bewaarinfrastructuur (bewaarloods, ventilatoren, koelingsinstallatie, koelmiddelen), energie (brandstof- en elektriciteitsgebruik bij ventilatie, koeling en toepassing kwaliteitsverbeteraars) en fungicide- en kwaliteitsverbeteraars met hun bijhorende handelingen. Outputs van dit deelsysteem die binnen de systeemgrenzen blijven, zijn de bewaarde producten, die als input dienen voor het deelsysteem *sorteren*. De emissies die gepaard gaan met eventuele lekkage van koelmiddelen, brandstof- en elektriciteitsverbruik, alsook de indirecte emissies gekoppeld aan de productie van de bewaarinfrastructuur, machines en kwaliteitsverbeteraars zijn outputs.

Omwille van hun minimale bijdrage aan de klimaatimpact werden de inputs en outputs van de “bewaarinfrastructuur” uitgesloten uit de klimaatscan, met uitzondering van de gebruikte koelmiddelen.

2.3.3.2 Sorteren

Sorteren vindt plaats op het fruitbedrijf zelf, bij de veiling of extern. Er kan zowel een droge sortering (via een elektrische sorteerband) als een natter sortering (met leidingwater of geanalyseerd putwater) plaatsvinden. Het fruit wordt gesorteerd op basis van klasse, maat en eventueel kleur.



Inputs omvatten sorteerinfrastructuur, energie- en waterverbruik. Outputs van dit deelsysteem die binnen de systeemgrenzen blijven, zijn de bewaarde producten, die als input dienen voor het deelsysteem *verpakken* of in bulk verkocht worden. De emissies die gepaard gaan met energieverbruik, alsook de indirecte emissies gekoppeld aan de productie van de sorteringinfrastructuur en machines zijn outputs. Voedselverliezen kunnen een afvalstroom vormen of nog gevalideerd worden als co-product.

Omwille van hun minimale bijdrage aan de klimaatimpact werden de inputs en outputs van de “sorteerinfrastructuur” uitgesloten uit de klimaatscan.

2.3.3.3 *Verpakken*

De processen die onder dit laatste deelsysteem vallen zijn het verpakken en afleveren van het product. De inputs omvatten verpakkingsmachines, alsook de benodigde energie en verpakkingsmaterialen. De outputstromen omvatten het afgeleverde product, naast de emissies door brandstof- en elektriciteitsverbruik en de indirecte emissies gekoppeld aan de productie van verpakkingsmaterialen en infrastructuur.

Aangezien de teler weinig inspraak heeft op de wijze waarop diens oogst verpakt moet worden, werden de inputs en outputs van het deelsysteem *verpakken* uitgesloten uit de klimaatscan.

In de volgende hoofdstukken wordt per deelsysteem besproken hoe de bijdrage van elk broeikasgas aan de klimaatimpact berekend wordt. Tevens wordt beschreven welke overige directe en indirecte emissies van het fruitbedrijf in kaart gebracht worden zodat de overige impactcategorieën uit

Tabel 1 berekend kunnen worden.



3 Inputs en emissies bij fase aanplant en afbraak

3.1 Aanplant van de boomgaard

De aanplant van de boomgaard wordt in rekening genomen op basis van volgende processen uit de LCA-databanken: *Fruit tree seedling for planting*, *Planting tree*, en *Establishing orchard*. *Establishing orchard* houdt rekening met behandelingen voor de boomgaard tijdens de eerste drie jaar van de boomgaard. Voor boomgaarden bij de fruitteler die jonger zijn dan 3 jaar, wordt dit proces slechts deels in rekening genomen, overeenkomstig met de leeftijd van de boomgaard. Dit om geen dubbeltelling te hebben.

De processen houden rekening met het aantal bomen dat aangeplant worden in een boomgaard. Dit aantal wordt ofwel door de teler zelf doorgegeven, ofwel wordt dit aantal berekend door volgende formule (pcfruit, persoonlijke communicatie):

Aantal bomen per ha = $10000 / (\text{afstand tussen de bomen in m} * \text{afstand tussen de rijen in m})$

De impact van de aanplant van de boomgaard wordt verdeeld over de verwachte levensduur van de boomgaard.

3.2 Steunmateriaal

De installatie en afbraak van het trellis systeem (excl. palen) in een boomgaard wordt in rekening gebracht met behulp van een proces uit de LCA-databanken: *Trellis system installation and demolition*. Dit proces werd aangepast zodat het geen palen bevatte en werd herschaald naar de verwachte levensduur van de boomgaard.

Voor de palen die als steunmateriaal gebruikt worden in de boomgaard, wordt onderscheid gemaakt tussen drie types:

- Betonpalen
- Houten palen, gecreosoteerd
- Houten palen, grenen

Voor elk type paal wordt bevraagd in hoeveel percent van de boomgaarden dat type paal gebruikt wordt en hoeveel bomen er per paal aanwezig zijn, waarbij een onderscheid gemaakt wordt tussen appel- en perenbomen. Op die manier wordt (met behulp van het aantal bomen per ha) het aantal palen per ha en per gewas berekend. De palen worden vervolgens per variëteit onderverdeeld op basis van de oppervlakte.

Voor de productie en afvalverwerking van de drie types palen, wordt gebruik gemaakt van overeenkomstige processen uit de LCA-databanken. Voor **betonpalen** wordt een massa van $0,017 \text{ m}^3$ beton/paal voor tussenpalen en $0,028 \text{ m}^3$ beton/paal voor eindpalen gebruikt (zie [Ondersteuningsmaterialen van Fruit Support Europe](#)), met een massadichtheid van 2400 kg/m^3 . Er wordt aangenomen dat 10% van de betonpalen eindpalen zijn. Er wordt rekening gehouden met een levensduur van 50 jaar.



Voor **houten palen** wordt een massa van 0,027 m³/paal gebruikt (zie [Ondersteuningsmaterialen van Fruit Support Europe](#)), met een massadichtheid van 500 kg/m³. Voor de productie van gecreosoteerde palen, brengen we naast het hout ook creosootolie en hitte in rekening om het hout te impregneren. Voor de productie van grenen palen, brengen we naast het hout ook impregneermiddel in rekening.

3.3 Afbraak van de boomgaard

De afbraak van de boomgaard wordt in rekening genomen op basis van volgend proces uit de LCA-databanken: *Rooting up trees, with tractopelle*. De impact van de afbraak van de boomgaard wordt verdeeld over de verwachte levensduur van de boomgaard.

De eindbestemming van de bomen (vergisting, verbranding, verhakselen) wordt niet in rekening genomen. Er wordt aangenomen dat de ontwortelde bomen buiten de systeemgrenzen van het fruitbedrijf vallen. In geval van vergisting en verbranding worden de bomen beschouwd als een residueel product (en dus geen afvalproduct), waardoor de emissies toegeschreven worden aan het systeem waarvoor de vergisting of verbranding plaatsvindt. In geval dat de bomen verhakseld worden en ingewerkt worden in de bodem, wordt dit beschouwd als bemesting voor een toekomstige boomgaard.



4 Inputs en emissies bij fase gewasproductie

Het deelsysteem Jaarlijkse teeltpraktijken wordt in verschillende secties opgesplitst: Bemesting, Gewasbescherming, Energie, Infrastructuur en Water.

4.1 Bemesting

De impact van de producten, verpakking, transport en veldemissies van meststoffen worden in rekening gebracht. De impact van de **productie** van meststoffen worden in rekening gebracht met informatie uit LCA-databanken. Er wordt geen productie in rekening gebracht voor meststoffen die beschouwd worden als reststromen zoals dierlijke mest.

Verpakking wordt gemodelleerd aan de hand van het Ecoinvent-proces “*Packaging, for fertilisers [GLO] market for packaging, for fertilisers | Cut-off, U*”. Het proces brengt zowel de productie als de afvalverwerking van het verpakkingsmateriaal in rekening. Er wordt aangenomen dat enkel anorganische meststoffen verpakt zijn.

Voor het **transport** van de verpakte meststoffen wordt een transportafstand van 59 km naar het fruitbedrijf in rekening gebracht. Dit is gebaseerd op de PEFCR Feed for Food richtlijnen (European Commission, 2020). Als transportmiddel wordt gekozen voor een 16-32 metric ton EURO5 truck (*freight, lorry*) (Jeroen Weststrate et al., 2024).

Voor frigokalk dat na de na-oogstfase gebruikt wordt tijdens de gewasproductie, wordt de verpakking en transport in rekening gebracht tijdens de na-oogstfase.

Om de **veldemissies** die ontstaan tijdens de gewasproductie door onder andere het toedienen van meststoffen en kalk, te modelleren, worden de richtlijnen uit de eerste ontwerptekst van de PEFCR (*Product Environmental Footprint Category Rules*) voor fruit en groenten gevolgd (Jeroen Weststrate et al., 2024). De voorkeursmodellering (*Preferred modelling*) wordt toegepast. De verschillende emissies worden in volgende secties besproken.

4.1.1 Koolstofdioxide (CO₂)

CO₂-emissies komen vrij tijdens het bekalken en tijdens bemesten met ureummeststof. Deze emissies worden berekend volgens de IPCC 2019 Tier 1 methode (Hergoualc’ et al., 2019).

Formule 1: Koolstofdioxide-emissies door toediening van kalkmeststof en ureummeststof tijdens de gewasproductie

$$CO_{2,peat,i} = \sum_i [(M_{limestone,i} * EF_{limestone}) + (M_{dolomite,i} * EF_{dolomite,i}) + (M_{urea,i} * EF_{urea})] * \frac{44}{12} +$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
CO ₂	Jaarlijkse hoeveelheid CO ₂ die vrijkomen tijdens bekalken en bemesten met ureum	kg CO ₂ /jaar	IPCC 2019 Eq. 11.12 & 11.13 (Hergoualc’ et al., 2019)
M _{limestone,i}	Jaarlijkse hoeveelheid kalkmeststof (CaCO ₃) toegepast op het areaal van teelt i	kg CaCO ₃ /jaar	Bedrijfsspecifiek
EF _{limestone}	Emissiefactor van kalkmeststof	ton C/ton kalkmeststof	Standaardwaarde 0,12 - IPCC 2019 Eq. 11.12 (Hergoualc’ et al., 2019)



M_{limestone,i}	Jaarlijkse hoeveelheid dolomiet (CaMg(CO ₃) ₂) toegepast op het areaal van teelt i	kg CaMg(CO ₃) ₂ /jaar	Bedrijfsspecifiek
EF_{limestone}	Emissiefactor van dolomiet	ton C/ton dolomiet	Standaardwaarde 0,13 - IPCC 2019 Eq. 11.12 (Hergoualc' et al., 2019)
M_{limestone,i}	Jaarlijkse hoeveelheid kalkmeststof (CaCO ₃) toegepast op het areaal van teelt i	kg ureum/jaar	Bedrijfsspecifiek
EF_{limestone}	Emissiefactor van ureum	ton C/ton ureum	Standaardwaarde 0,20 - IPCC 2019 Eq. 11.13 (Hergoualc' et al., 2019)
44/12	Factor voor omzetting van CO ₂ -C in CO ₂ -emissies		IPCC 2019 Eq. 11.12 (Hergoualc' et al., 2019)
CO_{2,peat,i}	CO ₂ -emissies door teelt op veengronden voor teelt i	kg CO ₂ /jaar	Zie Formule 2
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek

CO_{2,peat}

Volgens het Nationaal inventarisrapport (Celine et al., 2022) bevindt zich onder 1899 ha van het Vlaams akkerland veengrond. Het totale areaal aan akkerland in 2024 bedroeg in Vlaanderen 398 858 ha {Agentschap Landbouw & Zeevisserij, 2025 #9065}. In Klimrek wordt op basis van deze gegevens het Vlaams gemiddeld aandeel veengrond per akkerland berekend. Er wordt in de berekeningen aangenomen dat veengronden gemiddeld 0,48% van het akkerlandareaal van elk landbouwbedrijf beslaan. Rekening houdend met een emissiefactor van 10000 kg C/ha veengrond (Celine et al., 2022) wordt de jaarlijkse hoeveelheid CO₂ emissies afkomstig van het beheer van organische bodems over het areaal van teelt i berekend als 176 kg CO₂ per ha akkerland.

Formule 2: Koolstofdioxide-emissies door teelten op veengronden

$$CO_{2,peat,i} = \text{Areaal}_i * \text{Veenareaal}_{akker} * EF_{C,peat} * (44/12)$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
CO_{2,peat,i}	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe CO ₂ -emissies afkomstig van bewerkte organische bodems van teelt i	kg CO ₂ / jaar	
Areaal_i	Totaal jaarlijkse geogost areaal van teelt i	ha	Bedrijfsspecifiek
Veenareaal_{akker}	Gemiddeld aandeel veengronden op akkerland in Vlaanderen		Standaardwaarde 0,48% - (Celine et al., 2022)
EF_{C,peat}	Emissiefactor voor akkerland met organische bodems in een warm gematigd vochtig klimaat	kg C/ha veengrond	Standaardwaarde 10000 kg C/ha - (Celine et al., 2022)
44/12	Factor voor omzetting van CO ₂ -C in CO ₂ -emissies		IPCC 2019 Eq. 11.12 (Hergoualc' et al., 2019)
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek



4.1.2 Lachgas (N₂O)

4.1.2.1 Directe N₂O emissies

Directe N₂O-emissies ontstaan bij de teelt op het bedrijf door het uitrijden van zowel dierlijke als minerale meststoffen alsook door mineralisatie van gewasresten en bodemorganisch materiaal. Het berekenen van de totale directe N₂O-emissies door gewasproductie gebeurt volgens Formule 3. De berekening van de directe N₂O-emissies per teelt is gebaseerd op de IPCC 2019 Tier 1 methode (Hergoualc' et al. 2019).

Formule 3: Directe lachgasemissies tijdens de gewasproductie

$$N_2O_{direct} = \sum_i (N_2O_{N_{inputs,i}} + N_2O_{N_{OS,i}} + N_2O_{N_{PRP,i}}) * \frac{44}{28}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_{direct}	Totale directe N ₂ O-emissies door gewasproductie op het bedrijf	kg N ₂ O/jaar	
N₂O_{NN_{inputs,i}}	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe N ₂ O-emissies afkomstig van N-inputs op het areaal van teelt i	kg N ₂ O-N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019), zie Formule 4
N₂O_{NN_{OS,i}}	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe N ₂ O-emissies afkomstig van bewerkte organische bodems van teelt i	kg N ₂ O-N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019), zie Formule 5
N₂O_{NN_{PRP,i}}	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe N ₂ O-emissies afkomstig van urine en uitwerpselen op begraasde bodems van teelt i	kg N ₂ O-N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019), niet van toepassing
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O		IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)

N₂O_{NN_{inputs,i}}

De jaarlijkse N₂O-emissies afkomstig van N-input op een bepaalde teelt door toediening van (an)organische meststoffen, oogstresten en mineralisatie van organische materiaal (N₂O_{NN_{inputs,i}}, kg N₂O-N/jaar) worden berekend volgens Formule 4. We onderscheiden hierbij een aparte emissie voor anorganische (F_{SN}) en organische (F_{ON}) meststoffen, voor stikstof in teeltresiduen (F_{CR}) en voor gemineraliseerde stikstof (F_{SOM}) (Hergoualc' et al. 2019). De stikstof in teeltresiduen (F_{CR}) wordt ingeschat op basis van de stikstofkringloop in een appelboomgaard met 2500 bomen/ha (Blokma, 2003)

Formule 4: Directe lachgasemissies door stikstof inputs in de bodem

$$N_2O_{NN_{inputs,i}} = F_{SN,i} * EF_{1SN} + (F_{ON,i} + F_{CR,i} + F_{SOM,i}) * EF_{1ON}$$

$$\rightarrow F_{SN,i} = \sum_S Dosis_{S,i} * N\%_S$$

$$\rightarrow F_{ON,i} = \sum_O Dosis_{O,i} * N\%_O$$

$$\rightarrow F_{CR,i} = \sum_i Areaal_i * (N_{blad} + N_{maaisel} + N_{snoeihout}) + Oogst_i * Rot\%_i * N_{harv}$$

$$\rightarrow F_{SOM,i} = \frac{\Delta C_{Mineral,LU}}{R} * 1000 * Areaal_i$$



Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
$N_2O_N_{inputs,i}$	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe N_2O -emissies afkomstig van N-inputs op het areaal van teelt i	kg N_2O -N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
$F_{SN,i}$	Jaarlijkse hoeveelheid N uit anorganische mest toegepast op teelt i	kg N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
EF_{1SN}	Emissiefactor voor N_2O -emissies van N inputs uit anorganische meststoffen	kg N_2O -N/kg N input	IPCC 2019 Table 11.1, EF_1 voor <i>Synthetic fertilizer inputs in wet climates</i> (Hergoualc' et al., 2019)
$F_{ON,i}$	Jaarlijkse hoeveelheid stikstof uit organische meststoffen toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.1 (Hergoualc' et al., 2019)
$F_{CR,i}$	Jaarlijkse hoeveelheid stikstof uit gewasresten (boven- en ondergronds, incl. N van N-fixerende gewassen en vernieuwing van weiland) op het areaal van teelt i	kg N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.6 (Hergoualc' et al., 2019)
$F_{SOM,i}$	Jaarlijkse hoeveelheid stikstof uit mineralisatie van bodemorganische stof op het areaal van teelt i ten gevolge van verandering in landgebruik en management	kg N/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.8 (Hergoualc' et al., 2019)
EF_{1ON}	Emissiefactor voor N_2O -emissies van stikstof inputs uit organische mest	kg N_2O -N/kg N input	IPCC 2019 Table 11.1, EF_1 voor <i>Other N inputs in wet climates</i> (Hergoualc' et al., 2019)
$Dosis_{S,i}$	Hoeveelheid van anorganische meststof S toegediend op het areaal van teelt i	kg/jaar	Bedrijfsspecifiek
$N\%_S$	Stikstofinhoud van anorganische meststof S	kg N/kg meststof	Standaardwaarde of bedrijfsspecifiek
$Dosis_{O,i}$	Hoeveelheid van organische meststof O toegediend op het areaal van teelt i	kg/jaar	Bedrijfsspecifiek
$N\%_O$	Stikstofinhoud van organische meststof O	kg N/kg meststof	Standaardwaarde of bedrijfsspecifiek
$Areaal_i$	Totaal jaarlijkse geoogst areaal van teelt i	ha	Bedrijfsspecifiek
N_{blad}	Jaarlijkse stikstofinhoud in afgevallen bloemen, vruchtjes en blad (tenzij weg waait) op 1 ha boomgaard	kg N/(ha*jaar)	Standaardwaarde 55 kg N/(ha*jaar) op basis van 40-70 kg N/(ha*jaar) in afgevallen bloemen, vruchtjes en blad (Bloksma, 2003)
$N_{maaisel}$	Jaarlijkse stikstofinhoud in maaisel op 1 ha boomgaard, enkel in rekening genomen wanneer maaisel in de boomgaard blijft liggen	kg N/(ha*jaar)	Standaardwaarde 74 kg N/(ha*jaar) op basis van 48-100 kg N/(ha*jaar) in maaisel van grasklaver rijstrook (Bloksma, 2003)
$N_{snoeihout}$	Jaarlijkse stikstofinhoud in snoeihout op 1 ha boomgaard, enkel in rekening genomen wanneer snoeihout in de boomgaard blijft liggen	kg N/(ha*jaar)	Standaardwaarde 10,5 kg N/(ha*jaar) op basis van 7-14 kg N/(ha*jaar) in snoeihout (Bloksma, 2003)
$Oogst_i$	Totaal jaarlijkse oogst van teelt i	ton	Bedrijfsspecifiek
$Rot\%_i$	Percentage van de totale jaarlijkse oogst die rot is en terugkeert naar de boomgaard van teelt i	%	Bedrijfsspecifiek



N_{harv}	Stikstofinhoud in geogst fruit	kg N/ton	Standaardwaarde 0,67 kg N/ton op basis 10-20 kg N/(ha*jaar) met 15-30 ton afvoer appeloogst (Bloksma, 2003)
$\Delta C_{Mineral,LU}$	Gemiddeld jaarlijks verlies aan bodemorganische koolstof in Vlaamse, minerale bodems (0-30 cm), regiospecifiek	ton C/(ha*jaar)	Standaardwaarde 0,016 voor akkerland in Vlaanderen (Celine et al., 2022)
R	C/N-ratio van bodemorganisch materiaal		Standaardwaarde 10 voor managementverandering bij <i>Cropland Remaining Cropland</i> , IPCC 2019 Eq. 11.8 (Hergoualc' et al., 2019)
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek

$N_2O_N_{OS,i}$

Zoals beschreven in §4.1.1 wordt in de berekeningen aangenomen dat veengronden gemiddeld 0,48% van het akkerlandareaal van elk landbouwbedrijf beslaan. Rekening houdend met een emissiefactor van 8 kg N₂O-N/ha veengrond (Celine et al., 2022) wordt de jaarlijkse hoeveelheid directe N₂O-N emissies afkomstig van het beheer van organische bodems over het areaal van teelt i ($N_2O_N_{OS,i}$, kg N₂O-N/jaar) berekend als 0,0384 kg N₂O-N per ha akkerland.

Formule 5: Directe lachgasemissies door teelten op veengronden

$$N_2O_N_{OS,i} = \text{Areaal}_i * \text{Veenareaal}_{akker} * EF_{2,peat}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
$N_2O_N_{OS,i}$	Jaarlijkse hoeveelheid van de directe N ₂ O-emissies afkomstig van bewerkte organische bodems van teelt i	kg N ₂ O-N/ jaar	
Areaal_i	Totaal jaarlijkse geogst areaal van teelt i	ha	Bedrijfsspecifiek
$\text{Veenareaal}_{akker}$	Gemiddeld aandeel veengronden op akkerland in Vlaanderen		Standaardwaarde 0,48% - (Celine et al., 2022)
$EF_{2,peat}$	Emissiefactor voor akkerland met organische bodems in een gematigd klimaat	kg N ₂ O-N/ha veengrond	IPCC 2006 Table 11.1 – geen update in IPCC 2019 (Hergoualc' et al., 2019)
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek

$N_2O_N_{PRP,i}$

De jaarlijkse directe N₂O-N emissies geproduceerd op begraasde weides ($N_2O_N_{PRP,i}$, kg N₂O-N/jaar) zijn doorgaans niet van toepassing voor Vlaamse fruitboomgaarden.

4.1.2.2 Indirecte N₂O emissies

Indirecte N₂O emissies ontstaan ten gevolge van NH₃- en NO_x-vervluchtiging en depositie, en ten gevolge van NO₃⁻ uitloging. De berekening van de indirecte lachgasemissies zijn gebaseerd op de IPCC 2019 Tier 1 methode (Hergoualc' et al., 2019).



Formule 6: Lachgasemissies door atmosferische depositie van vervluchtigde stikstof van gewasproductie

$$N_2O_{indirect} = \sum_i [(NH_3(N)_i + NOx(N)_i) * EF_4 + NO_3(N)_i * EF_5] * \frac{44}{28}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
N₂O_{vol}	Jaarlijkse hoeveelheid N ₂ O geproduceerd uit atmosferische depositie van vervluchtigde stikstof van bewerkte bodems	kg N ₂ O/jaar	IPCC 2019 Eq. 11.9 (Hergoualc' et al., 2019)
NH₃(N)_i	Hoeveelheid stikstof dat vervluchtigt en neerslaat als ammoniak ten gevolge van anorganische en organische meststof-toediening bij teelt i	kg NH ₃ -N/jaar	Zie Formule 7
NO_x(N)_i	Hoeveelheid stikstof dat vervluchtigt en neerslaat als stikstofoxiden ten gevolge van anorganische en organische meststof-toediening bij teelt i	kg NO _x -N/jaar	Zie Formule 8
EF₄	Emissiefactor voor N ₂ O-emissies door atmosferische depositie van stikstof op de bodem en wateroppervlak	kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N vervluchtigd)	IPCC 2019 Table 11.3, wet climate (Hergoualc' et al., 2019)
NO₃(N)_i	Hoeveelheid stikstof dat uitloogt en wegvloeit als nitraat ten gevolge van anorganische en organische meststof-toediening bij teelt i	kg NO ₃ -N/jaar	Zie Formule 9
EF₅	Emissiefactor voor N ₂ O-emissies door uitloging en runoff	kg N ₂ O-N/(kg N uitgelooft en runoff)	IPCC 2019 Table 11.3, wet climate (Hergoualc' et al., 2019)
44/28	Factor voor omzetting van N ₂ O-N in N ₂ O-emissies		IPCC 2019 Eq. 11.9 (Hergoualc' et al., 2019)
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek

4.1.3 Ammoniak (NH₃)

De NH₃-emissies naar lucht van anorganische en organische meststoffen worden berekend op basis van de berekeningsmethode in (Bouwman et al., 2002).

Formule 7: Ammoniakemissies tijdens de gewasproductie

$$NH_3 = \sum_i N_{applied,i} * \exp_i^{crop+fert+appl+pH+CEC+climate} * \frac{17}{14}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NH₃	Jaarlijkse hoeveelheid NH ₃ geproduceerd uit vervluchtigde stikstof van bewerkte bodems	kg NH ₃ /jaar	(Bouwman et al., 2002)
N_{applied,i}	Jaarlijkse hoeveelheid stikstof uit anorganische en organische mest toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Zie Formule 4
crop	Waarde gekoppeld aan het type gewas, namelijk <i>upland</i>		Standaardwaarde voor <i>upland</i> - 0,045 (Bouwman et al., 2002)
fert	Waarde gekoppeld aan het type meststof		Bedrijfsspecifiek, waarde uit (Bouwman et al., 2002)
appl	Waarde gekoppeld aan het type applicatie van de meststof		Standaardtoediening gekoppeld aan type meststof



pH	Waarde gekoppeld aan de zuurtegraad van de bodem		Bedrijfsspecifiek, waarde uit (Bouwman et al., 2002)
CEC	Waarde gekoppeld aan de kationen-uitwisselingscapaciteit van de bodem		Bedrijfsspecifiek, waarde uit (Bouwman et al., 2002)
climate	Waarde gekoppeld aan klimaat, namelijk gematigd		Standaardwaarde voor <i>temperate climate</i> - 0.402 (Bouwman et al., 2002)
17/14	Factor voor omzetting van NH ₃ -N in NH ₃ -emissies		(Jeroen Weststrate et al., 2024)
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek

4.1.4 Stikstofoxiden (NO_x)

Om de NO-emissies van bemesting naar lucht in rekening te brengen, maken we gebruik van EMEP/EEA 2023 3.D Tier 1-methode (Hutchings et al., 2023). De NO-emissies worden voor de impactberekening uitgedrukt als NO₂.

Formule 8: NO-emissie tijdens de gewasproductie

$$NO = \sum_i N_{applied,i} * EF_{NO} * \frac{46}{14}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NO	Stikstofoxide emissies van stikstof uit anorganische en organische meststof	kg NO ₂ /jaar	EMEP/EEA 2023 3.D Eq. 1 (Hutchings et al., 2023)
N_{applied,i}	Jaarlijkse hoeveelheid stikstof uit anorganische en organische mest toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Bedrijfsspecifiek
EF_{NO}	Emissiefactor van NO ontstaan uit stikstof in anorganische en organische meststof	kg NO ₂ /kg N input uit anorganische en organische meststof	Standaardwaarde 0,04 - EMEP/EEA 2023 3.D Table 3.1 (Hutchings et al., 2023)
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek

4.1.5 Nitraat (NO₃⁻)

De nitraat-emissies van anorganische en organische meststoffen door afvloeiing en uitloging worden berekend met behulp van het Miterra-Europe model (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007).

Formule 9: Nitraat-emissies naar water tijdens de gewasproductie

$$NO_3 = \sum_i (N_{runoff,i} + N_{leach,i}) * \frac{62}{14}$$

$$\rightarrow N_{runoff,i} = \sum_i (N_{fert,i} + N_{org,i}) * LF_{runoff,max,i} * f_{lu} * \min(f_{p_runoff}, f_{rc}, f_{s,i})$$

$$\rightarrow N_{leach,i} = \sum_i LF_{soiltype,max,i} * \min(f_{p_leach,i}, f_r, f_t, f_{c,i}) * correction_{dep,i} * N_{soil_surplus,i}$$



$$\rightarrow correction_{dep,i} = \sum_i 1 - \frac{N_{dep}}{N_{fert,i} + N_{org,i} + N_{fix} + N_{dep}}$$

$$\rightarrow N_{soil_surplus,i} = \sum_i [(N_{fert,i} + N_{org,i} + N_{fix} + N_{dep} * Areaal_i) - (Oogst_i * (100\% - Rot\%_i) * N_{harv} + NH_3(N)_i + NOx(N)_i + N_{runoff,i} + N_2O(N)_{direct,i})]$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
NO₃	Jaarlijkse hoeveelheid nitraat dat afvloeit en uitloopt naar water	kg NO ₃ /jaar	
N_{runoff,i}	Jaarlijkse hoeveelheid stikstof dat afvloeit als nitraat bij teelt i	kg N/jaar	(Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
N_{fert,i}	Jaarlijkse hoeveelheid stikstof uit anorganische mest toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Bedrijfsspecifiek
N_{org,i}	Jaarlijkse hoeveelheid stikstof uit organische meststoffen toegepast op het areaal van teelt i	kg N/jaar	Bedrijfsspecifiek
LF_{runoff_max,i}	Maximale afvloeifractie gebaseerd op de hellingsgraad van de bodem bij teelt i. Standaard wordt een helling van 0 tot 8% aangenomen aangezien 89,2% van gebieden in Vlaanderen een hellingcategorie <5% hebben (Milieumaatschappij, 2019). Een uitzondering wordt gemaakt bij een erosieklasse paars, dan wordt een helling van 8 tot 15% aangenomen.		Bedrijfsspecifiek, fractie 10% voor helling 0 tot 8% en fractie 20% bij helling 8 tot 15% (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
f_{lu}	Fractie gebaseerd op landgebruik: grasland of akkerland. Voor fruitboomgaarden wordt de fractie voor grasland gekozen wat betreft de afvloeiing van nitraat.		Standaardwaarde 0,25 voor <i>grassland</i> - (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
f_{p_runoff}	Fractie gebaseerd op het neerslagoverschot. Het neerslagoverschot voor heel Vlaanderen wordt jaarlijks berekend door het Neerslagtotaal uit het Klimatologisch overzicht {KMI, 2026 #9068} te verminderen met de Potentiële evapotranspiratie {Vlaamse Milieumaatschappij, 2026 #9069}		Regiospecifiek, fractie uit (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
f_{rc}	Fractie gebaseerd op de diepte tot rots. Standaard wordt de diepte tot rots op > 25 cm genomen.		Fractie 0,8 (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
f_{s,i}	Fractie gebaseerd op het bodemtype (minerale bodem met een specifiek klei-inhoud) bij teelt i		Bedrijfsspecifiek, fractie uit (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
N_{leach,i}	Jaarlijkse hoeveelheid stikstof dat uitloopt als nitraat bij teelt i	kg N/jaar	(Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
LF_{soiltype_max,i}	Maximale uitlogingsfractie gebaseerd op het bodemtype (textuurklasse) bij teelt i		Bedrijfsspecifiek, fractie uit (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
f_{p_leach,i}	Fractie gebaseerd op het neerslagoverschot en afhankelijk van het bodemtype (textuurklasse) bij teelt i. Het neerslagoverschot voor heel Vlaanderen wordt jaarlijks berekend door het Neerslagtotaal uit het Klimatologisch overzicht {KMI, 2026 #9068} te verminderen met de Potentiële evapotranspiratie {Vlaamse Milieumaatschappij, 2026 #9069}		Regiospecifiek voor neerslagoverschot en bedrijfsspecifiek voor bodemtype, fractie uit (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)



f_r	Fractie gebaseerd op worteldiepte. Standaard wordt de worteldiepte op > 60 cm genomen.		Fractie 0,75 (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
f_t	Fractie gebaseerd op de gemiddelde jaarlijkse temperatuur. Standaard een gemiddelde jaarlijkse temperatuur van 5 tot 15°C genomen.		Fractie 0,75 (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
f_{c,i}	Fractie gebaseerd op de bodem organische koolstofinhoud bij teelt i		Bedrijfsspecifiek, fractie uit (Velthof et al., 2009; Velthof et al., 2007)
N_{fix}	Hoeveelheid stikstof input door stikstoffixatie in specifieke stikstoffixerende gewassen	Kg N/jaar	Niet van toepassing
N_{dep}	Hoeveelheid stikstof input door stikstofdepositie op het land	kg N/(ha*jaar)	Standaardwaarde 22,5 kg N/(ha*jaar) - gemiddelde stikstofdepositie voor Vlaanderen in 2021 VLOPS23
Areaal_i	Totaal jaarlijkse geoogst areaal van teelt i	ha	Bedrijfsspecifiek
Oogst_i	Totaal jaarlijkse oogst van teelt i	ton	Bedrijfsspecifiek
Rot%_i	Percentage van de totale jaarlijkse oogst die rot is en terugkeert naar de boomgaard van teelt i	%	Bedrijfsspecifiek
N_{harv}	Sikstofinhoud in geoogst fruit	kg N/ton	Standaardwaarde 0,67 kg N/ton op basis 10-20 kg N/(ha*jaar) met 15-30 ton afvoer appeloogst (Bloksma, 2003)
NH₃(N)_i	Hoeveelheid stikstof dat vervluchtigt en neerslaat als ammoniak ten gevolge van anorganische en organische meststoftoediening bij teelt i	kg NH ₃ -N/jaar	Zie Formule 7
NO_x(N)_i	Hoeveelheid stikstof dat vervluchtigt en neerslaat als stikstofoxiden ten gevolge van anorganische en organische meststoftoediening bij teelt i	kg NO _x -N/jaar	Zie Formule 8
N₂O(N)_{direct,i}	Hoeveelheid stikstof dat emitteert als directe lachgasemissies ten gevolge van anorganische en organische meststoftoediening bij teelt i	kg N ₂ O-N/jaar	Zie Formule 3
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek
62/14	Factor voor omzetting van NO ₃ ⁻ -N in NO ₃ ⁻ -emissies		

4.1.6 Fosfor (P)

Fosforemissies naar water ten gevolge van anorganische en organische bemesting wordt berekend volgens het SALCA Phosphorus (SALCAfieldP) model (Nemecek et al., 2024). Er worden drie fosforstromen in rekening genomen: (1) fosforemissies naar water via erosie, (2) fosfor run-off naar oppervlaktewater en (3) fosforuitspoeling naar grondwater.

Formule 10: Fosforemissies naar water via erosie

$$P_{e,i} = \sum_i A_i * m_{erod} * P_{soil} * r * e$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
P_{e,i}	Hoeveelheid P dat via erosie in de rivier komt bij teelt i	Kg P/(ha*jaar)	SALCA-P appendix 5 Eq. 1 (Nemecek et al., 2024)



A_i	Totaal jaarlijkse geoogst areaal van teelt i	ha	Bedrijfsspecifiek
m_{erod}	Hoeveelheid bodem die geërodeerd is	Kg/(ha*jaar)	Zie Formule 11
P_{soil}	P-gehalte in de bodem	Kg P/kg soil	Standaardwaarde 559 mg/kg voor 0-30 cm en een gematigd ecosysteem – Tabel 2 (He et al., 2021)
r	Fractie van de geërodeerd bodem die oppervlaktewater bereikt		Standaardwaarde 0,2 - SALCA-P appendix 5 Eq. 1 (Nemecek et al., 2024)
e	Aanrijdingsfactor voor P. Deze factor houdt er rekening mee dat geërodeerde bodem meer P partikels bevat dan de rest van de bodem.		Standaardwaarde 1,86 - SALCA-P appendix 5 Eq. 1 (Nemecek et al., 2024)
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek

Formule 11: Hoeveelheid bodem die geërodeerd is

$$m_{erod} = (R * K * C * LS * P) * 1000$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
m_{erod}	Hoeveelheid bodem die geërodeerd is (gemiddeld jaarlijks bodemverlies)	kg/(ha*jaar)	RUSLE2015 (Joint Research Centre, 2026)
R	Regenvalerosiefactor	(MJ*mm)/(ha*u*jaar)	Gemiddelde waarde Vlaanderen 550 (MJ*mm)/(ha*u*jaar) (European Soil Data Centre (ESDAC), 2026b)
K	Bodemerosiefactor	(ton*ha*u)/(ha*MJ*mm)	Gemiddelde waarde Vlaanderen 0,0415 (ton*ha*u)/(ha*MJ*mm) (European Soil Data Centre (ESDAC), 2026d)
C	Bodembedekkings- en beheerfactor		Gemiddelde waarde EU 0,1043 (European Soil Data Centre (ESDAC), 2026a)
LS	Hellinglengte- en hellingshoekfactor		Gemiddelde waarde Vlaanderen 0,3 (European Soil Data Centre (ESDAC), 2026c)
P	Factor voor ondersteunende maatregelen		Gemiddelde waarde Vlaanderen 0,9 (European Soil Data Centre (ESDAC), 2026e)

Formule 12: Fosfor run-off naar oppervlaktewater

$$P_{r,i} = \sum_i s * k_r * k_{s1} * k_n * k_t * (1 + \frac{0.2}{80} * f_{m,i} + \frac{0.7}{80} * f_{ol,i} + \frac{0.4}{80} * f_{os,i})$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
P_r	Hoeveelheid P die afspoelt naar oppervlaktewater bij teelt i	kg P/(ha*jaar)	SALCA-P appendix 5 Eq. 2 (Nemecek et al., 2024)
s	Hellingsfactor. Standaard wordt een helling van 0 tot 3% aangenomen, daarvoor werd abstractie gemaakt van de Vlaamse hellingenkaart (Milieumaatschappij, 2019).		Standaardwaarde 0 voor hellingen kleiner dan 3% - SALCA-P appendix 5 Eq. 2 (Nemecek et al., 2024)
k_r	Gemiddelde hoeveelheid P die afspoelt naar oppervlaktewater	kg P/(ha*jaar)	Standaardwaarde 0,25 voor fruitboomgaarden - SALCA-P



			appendix 5 Eq. 2 (Nemecek et al., 2024)
k_{s1}	Correctiefactor om de impact van bodemeigenschappen op het risico van fosforverliezen door runoff in rekening te brengen		Gemiddelde waarde 1 - SALCA-P appendix 5 Eq. 2 (Nemecek et al., 2024)
k_n	Correctiefactor om de huidige fosforstatus in rekening te brengen. Daarvoor worden in SALCA-P 5 klassen voorgesteld van heel laag (A) tot heel hoog (E). In Vlaanderen wordt gebruik gemaakt van vier fosfaatklassen (I tot IV). We nemen aan dat klasse B tot en met E overeenkomen met de fosfaatklassen I tot en met IV.		Bedrijfsspecifiek met standaardwaarde 1,2 (klasse D = fosfaatklasse III) indien de fosfaatklasse niet gekend is - SALCA-P appendix 5 Eq. 2 (Nemecek et al., 2024)
k_t	Correctiefactor die verscheidene regionale topografische eigenschappen samenvat die de waterafvoer op perceelniveau beïnvloeden. Deze eigenschappen zijn: (1) vorm van de helling (factor k_{t1}), (ii) waterafvoer via hellingen (factor k_{t2}), (iii) externe watertoevoer (factor k_{t3}), (iv) afstand tot de afvoer (factor k_{t4}), en (v) stromingsroute van het water (factor k_{t5}).		Standaardwaarde 1 voor alle factoren - SALCA-P appendix 5 Eq. 3 (Nemecek et al., 2024)
$f_{m,i}$	Hoeveelheid P in anorganische meststoffen toegediend bij teelt i	kg P/(ha*jaar)	Bedrijfsspecifiek
$f_{ol,i}$	Hoeveelheid P in drijfmest toegediend bij teelt i	kg P/(ha*jaar)	Bedrijfsspecifiek
$f_{os,i}$	Hoeveelheid P in vaste mest toegediend bij teelt i	kg P/(ha*jaar)	Bedrijfsspecifiek
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek

Formule 13: Fosforuitspoeling naar grondwater

$$P_{g,i} = \sum_i k_l * k_{s2} * k_n * \left(1 + \frac{0.2}{80} * f_{ol,i}\right)$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
$P_{g,i}$	Fosforemissies naar grondwater bij teelt i	kg P/(ha*jaar)	SALCA-P appendix 5 Eq. 4 (Nemecek et al., 2024)
k_l	Gemiddelde hoeveelheid P die uitloopt naar het grondwater	kg P/(ha*jaar)	Standaardwaarde 0,06 voor fruitboomgaarden - SALCA-P appendix 5 Eq. 4 (Nemecek et al., 2024)
k_{s2}	Correctiefactor om de impact van bodemeigenschappen op het risico van fosforverliezen door uitspoeling in rekening te brengen		Aanname waarde 1 - SALCA-P appendix 5 Eq. 4 (Nemecek et al., 2024)
k_n	Correctiefactor om de huidige fosforstatus in rekening te brengen. Daarvoor worden in SALCA-P 5 klassen voorgesteld van heel laag (A) tot heel hoog (E). In Vlaanderen wordt gebruik		Bedrijfsspecifiek met standaardwaarde 1,2 (klasse D = fosfaatklasse III) indien de fosfaatklasse niet gekend is -



	gemaakt van vier fosfaatklassen (I tot IV). We nemen aan dat klasse B tot en met E overeenkomen met de fosfaatklassen I tot en met IV.		SALCA-P appendix 5 Eq. 2 (Nemecek et al., 2024)
$f_{ol,i}$	Hoeveelheid P in drijfmest toegediend bij teelt i	kg P/(ha*jaar)	Bedrijfsspecifiek
i	Het aantal beschouwde variëteiten op het bedrijf		Bedrijfsspecifiek

4.2 Gewasbescherming

De impact van de producten, verpakking, transport en veldemissies van gewasbeschermingsproducten worden in rekening gebracht. De impact van **productie** wordt gemodelleerd aan de hand van hun samenstelling aan actieve stoffen. Hiervoor worden gegevens van [FYTOWEB](#) gebruikt.

De **verpakking** van gewasbeschermingsproducten wordt gemodelleerd aan de hand van het Ecoinvent-proces “*Packaging, for pesticides {GLO} | market for packaging, for pesticides | Cut-off, U*”. Het proces brengt zowel de productie als de afvalverwerking van het verpakkingsmateriaal in rekening.

He **transport** van verpakte gewasbeschermingsproducten wordt op dezelfde manier in rekening gebracht als het transport van verpakte meststoffen (zie 4.1).

De **veldemissies** die vrijkomen tijdens het toedienen van gewasbeschermingsproducten worden verdeeld over verschillende compartimenten. De standaardemissies uit OLCA-Pest V1-0 (Nemecek et al., 2022) worden hiervoor gebruikt. In OLCA-Pest wordt per productcategorie (herbicide na-opkomst, insecticide, fungicide, plantgroeiregulator, acaricide/miticide) de veldemissies in verschillende fracties toegewezen aan volgende compartimenten:

- Lucht, lage populatiedensiteit
- Bodem, landbouw
- Bodem, natuur/bos
- Water, oppervlakte/rivier
- Gewas

In deze klimaatscan worden de standaardemissies gebruikt specifiek voor fruitbomen in gematigd klimaat, rekening houdend met een bufferzone van 3 meter. Verder wordt er bij de standaardemissies rekening gehouden met het aandeel van *off-field* oppervlakten. Voor België worden volgende waarden gebruikt: 65% landbouwbodem, 31% natuurlijke bodem, 4% oppervlaktewater. Deze onderverdeling is gebaseerd op de Eurostat landgebruik gegevens voor België (Eurostat, 2022).

4.3 Energie

4.3.1 Elektriciteit

Dit deel handelt over elektriciteitsverbruik tijdens de teeltfase, exclusief het mogelijke verbruik voor nachtvorstbestrijding.

De impact van **elektriciteit van het net** en **eigen geproduceerde elektriciteit** wordt in rekening gebracht met processen uit LCA-databanken. Voor elektriciteit van het net wordt er een onderscheid gemaakt tussen de “normale” mix en de groene stroommix (van 2023). De groene stroommix is gebaseerd op gegevens van de Vlaamse Nutsregulator (Vlaamse Nutsregulator, 2024b). Als er



elektriciteit geïnjecteerd wordt, wordt die in mindering gebracht van de totale elektriciteit die op het fruitbedrijf verbruikt wordt. Daarnaast wordt elektriciteitsverbruik voor nevenactiviteiten en privéverbruik in mindering gebracht. Daarbij wordt rekening gehouden met 1000 kWh per persoon per jaar (gebaseerd op (Vlaamse Nutsregulator, 2024a)).

Elektriciteit dat verbruikt wordt tijdens de **teeltfase**, wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van hun oppervlakte.

4.3.2 Diesel

Dit deel handelt over diesilverbruik tijdens de teeltfase, exclusief het mogelijke verbruik voor nachtvorstbestrijding.

De impact van de **productie** van diesel wordt ingeschat met overeenkomstige processen uit LCA-databanken.

Voor de **verbranding van diesel in mobiele machines** dat plaatsvindt tijdens de teeltfase en die niet op de openbare weg plaatsvindt, gebruiken we de EMEP/EEA 2023 Tier 2 methode (Winther and Dore 2023) voor de emissies van CH₄, CO, CO₂, N₂O, NH₃, NMVOC, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, Pb en TSP. Bij deze methode wordt rekening gehouden met het bouwjaar van het voertuig dat de diesel verbruikte (Formule 14).

Verder wordt de EMEP/EEA 2023 Tier 1 methode (Winther and Dore 2023) gebruikt voor de emissies van zware metalen te berekenen, namelijk: cadmium, koper, chroom, nikkel, selenium, zink, Benz(a)antraceen, Benzo(b)fluoranteen, Dibenzo(a,h)antraceen, Benzo(a)pyreen, Chryseen, Fluoranteen en Fenantreen (Formule 15).

Voor de berekening van de dieselemissies wordt rekening gehouden met het bouwjaar van de machines. De verbruikte hoeveelheid diesel wordt onderverdeeld tussen de verschillende machines op basis van het werkelijk aantal draaiuren die gecommuniceerd wordt door de teler.

Formule 14: Emissies tijdens de verbranding van diesel

$$E_i = \sum_t FC_t * EF_{i,t}$$

Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
E_i	Jaarlijkse emissies van pollutant i tijdens diesilverbruik	kg emissie/jaar	EMEP/EEA 2023 1.A.4 3.3.1 (Winther and Dore 2023)
FC_t	Jaarverbruik van diesel in technologietype t	kg/jaar	Bedrijfsspecifiek
$EF_{i,t}$	Gemiddelde emissiefactor voor pollutant i voor diesel in technologietype t	kg N ₂ O/MJ	EMEP/EEA 2023 1.A.4 Table 3-2 (Winther and Dore 2023); voor de EF van lood en zwavel zie volgende richtlijn
i	Polluent		
t	Technologie voor terreinapparatuur (< 1981, 1981-1990, 1991-Stage I, Stage I, Stage II, Stage IIIA, Stage IIIB, Stage IV, Stage V)		Bedrijfsspecifiek

Formule 15: Emissies van zware metalen tijdens de verbranding van diesel

$$E_i = FC * EF_i$$



Parameter	Beschrijving	Eenheid	Bron
E_i	Jaarlijkse emissies van pollutant i tijdens diesilverbruik	kg emissie/jaar	EMEP/EEA 2023 1.A.4 3.2.1 (Winther and Dore 2023)
FC	Jaarverbruik van diesel	kg/jaar	Bedrijfsspecifiek
E_{Fi}	Gemiddelde emissiefactor voor pollutant i voor diesel	kg N_2O /MJ	EMEP/EEA 2023 1.A.4 Table 3-1 (Winther and Dore 2023)
i	Polluent		

De diesel (product en emissies) dat verbruikt wordt tijdens de **teeltfase**, wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van de standaard draaiurentabel (pcfruit, persoonlijke communicatie, zie Tabel 4). Er wordt een theoretisch aantal draaiuren berekend per gewas (appel of peer) op basis van een standaard aantal draaiuren voor maaien, snoeien, dunnen en oogsten. Die uren worden aangevuld met het theoretisch aantal uren dat nodig is voor het werkelijk aantal bespuiting en bemestingen. Vervolgens wordt in rekening gebracht hoeveel van de theoretische draaiuren door een tractor en door een plukwagen uitgevoerd worden. Er wordt aangenomen dat een tractor 5,3 L diesel/uur en een plukwagen 1,2 L diesel/uur verbruikt (pcfruit, persoonlijke communicatie). Zo wordt een theoretisch diesilverbruik per gewas bekomen die gebruikt wordt als verdeelsleutel om de werkelijke hoeveelheid diesel te verdelen over de twee gewassen. Ten slotte wordt binnen éénzelfde gewas, het diesilverbruik onderverdeeld tussen de variëteiten op basis van hun oppervlakte voor de werkgangen snoeien, dunnen, maaien en oogsten; en op basis van hun aantal meststof-toedieningen en spuitbeurten voor de werkgangen van bemestingen en bespuitingen.

Tabel 4: Standaard aantal draaiuren per werkgang per ha per jaar

Werkgang	Machine	Appel (draaiuur/ha)	Peer (draaiuur/ha)
Bespuiting per toepassing	Tractor	0,7	0,7
Bemesting per toepassing	Tractor	0,5	0,5
Maaien	Tractor	6,3	6,3
Snoeien	Plukwagen	7,5	13,2
Dunnen	Plukwagen	5	8,3
Oogsten/plukken met ladders	Tractor	30	18
Oogsten/plukken met plukwagen	Tractor	30	18
Oogsten/plukken met plukwagen	Plukwagen	52	32
Irrigatie met de ton	Tractor	10,5	10,5

Voor het diesilverbruik van een **loonwerker** wordt een proces geselecteerd uit de LCA-databanken die zowel de productie als de emissies van diesel omvatten. Voor de werkgangen die door een loonwerker uitgevoerd worden, wordt er een standaard diesilverbruik in rekening gebracht. Deze werd berekend op basis van een standaard draaiurentabel per werkgang en een standaard diesilverbruik van een plukwagen en een tractor (pcfruit, persoonlijke communicatie, zie Tabel 5). De werkgangen worden per variëteit bevraagd waardoor geen onderverdeling van het diesilverbruik van de loonwerker meer nodig is.



Tabel 5: Standaard diesilverbruik per werkgang per ha voor een loonwerker

Werkgang	Machine	Appel (L diesel/ha)	Peer (L diesel/ha)
Bespuiting per toepassing	Tractor	3,71	3,71
Anorganische bemesting per toepassing	Tractor	2,65	2,65
Organische bemesting per toepassing	Tractor	2,65	2,65
Bekalking per toepassing	Tractor	2,65	2,65
Maaien	Tractor	33,39	33,39
Snoeien	Plukwagen	9	15,84
Dunnen	Plukwagen	6	9,96
Oogsten/plukken met ladders	Tractor	159	95,4
Oogsten/plukken met plukwagen	Tractor & Plukwagen	221,4	133,8
Irrigatie met de ton	Tractor	55,65	55,65

4.3.3 Overige energiebronnen

Dit deel handelt over overig energieverbruik tijdens de teeltfase, exclusief het mogelijke verbruik voor nachtvorstbestrijding.

De **productie en emissies** van overige verbruikte energiebronnen (o.a. aardgas, propaan, enz.), behalve elektriciteit en diesel, worden in rekening gebracht met overeenkomstige processen uit de LCA-databanken.

Overige energiebronnen die verbruikt worden tijdens de **teeltfase**, wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van hun oppervlakte.

4.3.4 Energie voor nachtvorstbestrijding

De **productie en emissies** van energiebronnen voor nachtvorstbestrijding (o.a. elektriciteit, diesel propaan, enz.) worden in rekening gebracht met overeenkomstige processen uit de LCA-databanken.

Energiebronnen die verbruikt worden tijdens nachtvorstbestrijding, worden onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van de arealen waar het type nachtvorstbestrijding aanwezig is van de beschouwde energiebron.

4.4 Infrastructuur

Infrastructuur voor **snoeien, dunnen, maaien, oogsten, bemesten en bespuiten** wordt in rekening gebracht met overeenkomstige processen uit de LCA-databanken. In die processen wordt het aantal draaiuren van de machines gebruikt om de impact van de teeltinfrastructuur te berekenen. Het totaal aantal draaiuren wordt opgevraagd bij de fruitteler, en vervolgens worden die draaiuren verdeeld over de verschillende werkgangen en variëteiten aan de hand van een verdeelsleutel

De verdeelsleutel wordt berekend met behulp van de standaard draaiurentabel (pcfruit, persoonlijke communicatie, zie Tabel 4). Er wordt een theoretisch aantal draaiuren berekend per gewas (appel of peer) op basis van een standaard aantal draaiuren voor maaien, snoeien, dunnen en oogsten. Bij het oogsten wordt er rekening gehouden met of er geplukt wordt met een plukwagen of met ladders. Die draaiuren worden aangevuld met het theoretisch aantal uren dat nodig is voor het werkelijk aantal bespuiting en bemestingen. Zo wordt een theoretisch aantal draaiuren bekomen die gebruikt wordt



als verdeelsleutel om de werkelijke hoeveelheid draaiuren te verdelen over de twee gewassen en hun bijhorende werkgangen. Ten slotte wordt binnen éénzelfde gewas en werkgang, de draaiuren onderverdeeld tussen de variëteiten op basis van hun oppervlakte voor de werkgangen snoeien, dunnen, maaien en oogsten; en op basis van hun aantal meststoftoedieningen en spuitbeurten voor de werkgangen van bemestingen en bespuitingen.

Voor de infrastructuur van een **loonwerker** wordt een generiek proces (*agricultural machinery*) geselecteerd uit de LCA-databanken. De werkgangen worden per variëteit bevroegd waardoor geen onderverdeling van het dieselverbruik van de loonwerker meer nodig is.

Er wordt geen infrastructuur voor **nachtvorstbestrijding** in rekening gebracht.

Om de impact van de infrastructuur van **druppelirrigatie** te berekenen wordt per perceel gevraagd of er druppelirrigatie aanwezig is. Vervolgens wordt die impact in rekening gebracht met een overeenkomstig proces uit de LCA-databanken, waarbij rekening gehouden wordt met de verwachte levensduur van de boomgaard volgens de teler.

Om de impact van **hagelnetten** te berekenen wordt per perceel gevraagd of er een hagelnet aanwezig is. Er wordt aangenomen dat hagelnetten een gewicht van 480 kg per ha hebben (zie [hagelnet type Wiesel Kristal van Fruitsecurityholland.com](#)). Het materiaal (polyethyleen of PE), productieproces en de end-of-life (PE recycling) worden in rekening gebracht met overeenkomstig processen uit de LCA-databanken. Daarbij wordt rekening gehouden met een levensduur van de hagelnetten van 15 jaar in appelboomgaarden en 20 jaar in perenboomgaarden.

De impact van de **houten en plasticen palloxen** wordt in rekening gebracht. Voor houten palloxen wordt aangenomen dat 0,12 m³ hout per pallox nodig is (zie [afmetingen palox van jamart.be](#)) en dat ze een levensduur van 35 jaar hebben. Het materiaal en de afvalverwerking van de hout palloxen worden in rekening gebracht met overeenkomstig processen uit de LCA-databanken. Voor plasticen palloxen wordt aangenomen dat ze een gewicht hebben van 40 kg per pallox (VCBT, persoonlijke communicatie) en dat ze een levensduur van 60 jaar hebben. Het materiaal (polyethyleen of PE), productieproces en de end-of-life (PE recycling) van de plasticen palloxen worden in rekening gebracht met overeenkomstig processen uit de LCA-databanken.

De impact van de palloxen wordt onderverdeeld tussen de appel- en peervariëteiten. Er wordt een verdeelsleutel berekend op basis van het aantal dat nodig zou zijn voor de totale oogst, rekening houden met hoeveel appels en peren er in een pallox passen. Vervolgens worden binnen de appel- en peervariëteiten, de palloxen verder onderverdeeld op basis van het eigen aandeel in de totale geogste hoeveelheid.

Landgebruik wordt in rekening gebracht als "*Occupation, permanent crop, BE*".

4.5 Water

In de klimaatscan wordt enkel het verbruik van **leidingwater** in rekening gebracht met behulp van een overeenkomstig proces uit de LCA-databanken. Het leidingwaterverbruik van nevenactiviteit als ook van privépersonen en seizoenarbeiders worden in mindering gebracht (met 30 m³ water per persoon per jaar, gebaseerd op [gegevens van de Vlaamse Milieumaatschappij](#))

Water dat verbruikt wordt tijdens de **teeltfase**, wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van hun oppervlakte.



5 Inputs en emissies bij fase na-oogst

5.1.1 Bewaren

De impact van **elektriciteit** wordt op dezelfde manier in rekening gebracht als in de teeltfase (zie 4.3.1). Elektriciteit dat verbruikt wordt tijdens de bewaarfase, wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten die bewaard worden. De verdeelsleutel wordt berekend op basis van de ingeschatte hoeveelheid elektriciteit die nodig is voor het aantal maanden dat een bepaalde variëteit bewaard wordt. Hierbij wordt aangenomen dat de bewaarde hoeveelheid fruit lineair afneemt in de tijd tot het maximum aantal maanden bereikt is.

Om die inschatting te maken, worden gegevens gebruikt van het Vlaams Centrum voor Bewaring van Tuinbouwproducten (VCBT, persoonlijke communicatie). Die gegevens bevatten het elektriciteitsverbruik voor drie fruitcategorieën van bewaring, bij verschillende aanvoertemperaturen, voor drie types van koelcellen. Voor peer wordt een aanvoertemperatuur van 20°C gebruikt in het model en voor appel een aanvoertemperatuur van 15°C.

De drie fruitcategorieën van bewaring zijn:

- Appel – bewaring bij lage zuurstof en lage temperatuur
- Appel – gevoelig voor koudeschade
- Peer

De drie types van koelcellen zijn:

- ULO (*Ultra Low Oxygen*)
- DCA (*Dynamic Controlled Atmosphere*)
- Mechanisch

Ter verduidelijking, de ingeschatte hoeveelheid elektriciteit voor bewaring wordt enkel gebruikt voor de berekening van een verdeelsleutel. Die verdeelsleutel wordt vervolgens gebruikt om de werkelijke hoeveelheid elektriciteit voor bewaring, zoals aangegeven door de fruitteiler, te verdelen over de beschouwde fruitvariëteiten.

De impact van **diesel** wordt in rekening gebracht met een overeenkomstig proces uit de LCA-databanken. De impact van **overige energiebronnen** wordt op dezelfde manier in rekening gebracht als in de teeltfase (zie 4.3.1). Diesel en overige energiebronnen dat verbruikt wordt tijdens de bewaarfase, wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van het gewogen gemiddelde van de bewaarde hoeveelheid fruit en de maximale bewaartijd.

De impact van **leidingwater** wordt op dezelfde manier in rekening gebracht als in de teeltfase (zie 4.5). Water dat verbruikt wordt tijdens de bewaarfase, wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van het gewogen gemiddelde van de bewaarde hoeveelheid fruit en de maximale bewaartijd.

De productie en emissies van **bewaarp producten** (zoals SmartFresh) worden op dezelfde manier in rekening gebracht als gewasbeschermingsproducten (zie 4.2), met die uitzondering dat aangenomen wordt dat alle emissies naar het compartiment “lucht” gaan.



De productie, transport en verpakking van **ontsmettingsmiddelen** worden op dezelfde manier in rekening gebracht als gewasbeschermingsproducten (zie 4.2). De productie, transport en verpakking van **frigokalk** worden op dezelfde manier in rekening gebracht als meststoffen (zie 4.1).

De productie en lekkage van **koelmiddelen en reinigingsmiddelen** worden in rekening gebracht met behulp van overeenkomstige processen uit de LCA-databanken. De inputs worden over de variëteiten verdeeld op basis van het gewogen gemiddelde van de bewaarde hoeveelheid fruit en de maximale bewaartijd.

Voor de productie van koelmiddelen wordt rekening gehouden met een levensduur van 30 jaar voor de koelmachine. Als de hoeveelheid koelmiddel niet gekend is, wordt een standaard hoeveelheid gebruikt van 0,29 kg per m² bewaarinfrastructuur (Jeroen Weststrate et al., 2024). De mogelijke lekkage van koelmiddelen en de hoeveelheid wordt opgevraagd bij de teler. De emissies van het koelmiddel en de productie van nieuw koelmiddel worden enkel in rekening gebracht indien er een lek plaatsvindt. Afvalverwerking van koelmiddelen worden niet in rekening genomen (Jeroen Weststrate et al., 2024)

Landgebruik wordt in rekening gebracht als "*Occupation, industrial area*".

De impact van de actieve kool (die zich in de scrubber bevindt en elke 10 à 20 aantal jaar ververs wordt) en de impact van de infrastructuur (koelcellen, koelmachine, etc.) worden niet in rekening genomen.

5.1.2 Sorteren

De impact van **elektriciteit en overige energiebronnen** wordt op dezelfde manier in rekening gebracht als in de teeltfase (zie 4.3.1). De impact van **diesel** wordt in rekening gebracht met een overeenkomstig proces uit de LCA-databanken. De energie dat verbruikt wordt tijdens de sorteerfase, wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van hun aandeel in de totale gesorteerde hoeveelheid fruit.

De impact van **leidingwater** wordt op dezelfde manier in rekening gebracht als in de teeltfase (zie 4.5). Water dat verbruikt wordt tijdens de sorteerfase, wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van hun aandeel in de totale gesorteerde hoeveelheid fruit.

De productie, transport en verpakking van **chloor** dat gebruikt wordt voor waterzuivering bij natte sortering worden op dezelfde manier in rekening gebracht als gewasbeschermingsproducten (zie 4.2).

Landgebruik wordt in rekening gebracht als "*Occupation, industrial area*".

De impact van de infrastructuur (sorteermachine, loods, etc.) wordt niet in rekening genomen.

5.1.3 Overig

De impact van **elektriciteit en overige energiebronnen** wordt op dezelfde manier in rekening gebracht als in de teeltfase (zie 4.3.1). De impact van **diesel** wordt in rekening gebracht met een overeenkomstig proces uit de LCA-databanken. Energie dat verbruikt wordt tijdens overige praktijken (zoals hoeveverkoop, etc.), wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van hun aandeel in de totale verkochte hoeveelheid fruit (ge oogste hoeveelheid waarbij rot fruit in mindering gebracht wordt).

De impact van **leidingwater** wordt op dezelfde manier in rekening gebracht als in de teeltfase (zie 4.5). Water dat verbruikt wordt tijdens overige praktijken, wordt onderverdeeld tussen de verschillende fruitvariëteiten op basis van hun aandeel in de totale verkochte hoeveelheid fruit.



Klimrek fruit methodologie: Na-oogst



6 Literatuur

Bloksma, J. (2003). *Biologische appels en peren: Teeltmaatregelen voor kwaliteitsfruit*. Louis Bolk Instituut.

Bouwman, A. F., Boumans, L. J. M., & Batjes, N. H. (2002). Estimation of global NH₃ volatilization loss from synthetic fertilizers and animal manure applied to arable lands and grasslands. *Global Biogeochemical Cycles*, 16(2), 8–1–8–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2000GB001389>

Celine, I., Federal Public Service for Health Food Chain, S., the, E., National Climate, C., Vmm, Veka, Awac, Brussels, E., & Econotec. (2022). *Belgium's greenhouse gas inventory: 1990-2020*.

European Commission. (2020). *PEFCR Feed for food-producing animals (version 4.2)*. https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR_Feed_Feb_2020.pdf

European Soil Data Centre (ESDAC). (2026a). *Cover Management Factor*. European Commission. Retrieved 26/02/2026 from <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/cover-management-factor>

European Soil Data Centre (ESDAC). (2026b). *Rainfall Erosivity in Europe*. European Commission. Retrieved 26/02/2026 from <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/rainfall-erosivity-europe>

European Soil Data Centre (ESDAC). (2026c). *Slope Length and Steepness factor (LS-factor)*. European Commission. Retrieved 26/02/2026 from <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/slope-length-and-steepness-factor-ls-factor>

European Soil Data Centre (ESDAC). (2026d). *Soil Erodibility in Europe*. European Commission. Retrieved 26/02/2026 from <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/soil-erodibility-europe>

European Soil Data Centre (ESDAC). (2026e). *Support Practices Factor*. Retrieved 26/02/2026 from <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/support-practices-factor>

Eurostat. (2022). *Land use statistics*. Retrieved 18/03/2026 from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Land_use_statistics

He, X., Augusto, L., Goll, D. S., Ringeval, B., Wang, Y., Helfenstein, J., Huang, Y., Yu, K., Wang, Z., Yang, Y., & Hou, E. (2021). Global patterns and drivers of soil total phosphorus concentration. *Earth System Science Data*, 13(12), 5831–5846. <https://doi.org/10.5194/essd-13-5831-2021>

Hergoualc', K., Akiyama, H., Bernoux, M., Chirinda, N., Prado, A. D., Kasimir, Å., MacDonald, D., Ogle, S. M., Regina, K., van der Weerden, T., Liang, C., & Noble, A. (2019). Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 11: N₂O emissions from managed soils, and CO₂ emissions from lime and urea application. In (Vol. 4, pp. 48–48).

Hutchings, N., Webb, J., & Amon, B. (2023). 3.D Crop production and agricultural soils. In. European Environmental Agency. <https://doi.org/10.1016/b978-159749152-5/50001-2>

Joint Research Centre. (2026). *RUSLE2015: Revised Universal Soil Loss Equation*. European Union,. Retrieved 26/02/2026 from <https://web.jrc.ec.europa.eu/policy-model-inventory/explore/models/model-rusle2015/>

Milieumaatschappij, V. (2019). *Opmaak van een kaart met pluviale overstromingsgebieden Vlaanderen*.



Nemecek, T., Antón, A., Basset-Mens, C., Gentil-Sergent, C., Renaud-Gentié, C., Melero, C., Naviaux, P., Peña, N., Roux, P., & Fantke, P. (2022). Operationalising emission and toxicity modelling of pesticides in LCA: the OLCA-Pest project contribution. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 27(4), 527–542. <https://doi.org/10.1007/s11367-022-02048-7>

Nemecek, T., Roesch, A., Bystricky, M., Jeanneret, P., Lansche, J., Stüssi, M., & Gaillard, G. (2024). Swiss Agricultural Life Cycle Assessment: A method to assess the emissions and environmental impacts of agricultural systems and products - Appendix 5: Modelling of phosphorus emissions from the soil and field applications (SALCAfieldP). *International Journal of Life Cycle Assessment*, 29, 433–455.

Pardon, P., Speeckaert, I., & Reubens, B. (2023). *Koolstofopslag in laagstamboombaarden in Vlaanderen*.

Velthof, G. L., Oudendag, D., Witzke, H. P., Asman, W. a. H., Klimont, Z., & Oenema, O. (2009). Integrated assessment of nitrogen losses from agriculture in EU-27 using MITERRA-EUROPE. *J. Environ. Qual.*, 38, 402.

Velthof, G. L., Oudendag, D. A., & Oenema, O. (2007). *Development and application of the integrated nitrogen model MITERRA-EUROPE*.

Vlaamse Nutsregulator. (2024a). *Energieverbruik*. Retrieved 18/03/2026 from <https://www.vlaamsenutsregulator.be/elektriciteit-en-aardgas/energieprijzen-en-facturen/energieverbruik>

Vlaamse Nutsregulator. (2024b). *Herkomst van de elektriciteit geleverd in Vlaanderen in 2024*. Retrieved 18/03/2026 from <https://www.vlaamsenutsregulator.be/herkomst-geleverde-stroom-dashboard>

Weststrate, J., Broekema, R., Vieira, M., Williams, E., & Verweij-novikova, I. (2024). *1st Draft Product Environmental Footprint Category Rules for Fruits and Vegetables*.

Weststrate, J., Vieira, M., Williams, E., Broekema, R., & Verweij-novikova, I. (2024). *1st Draft Product Environmental Footprint of the Representative Product for Fruits*.